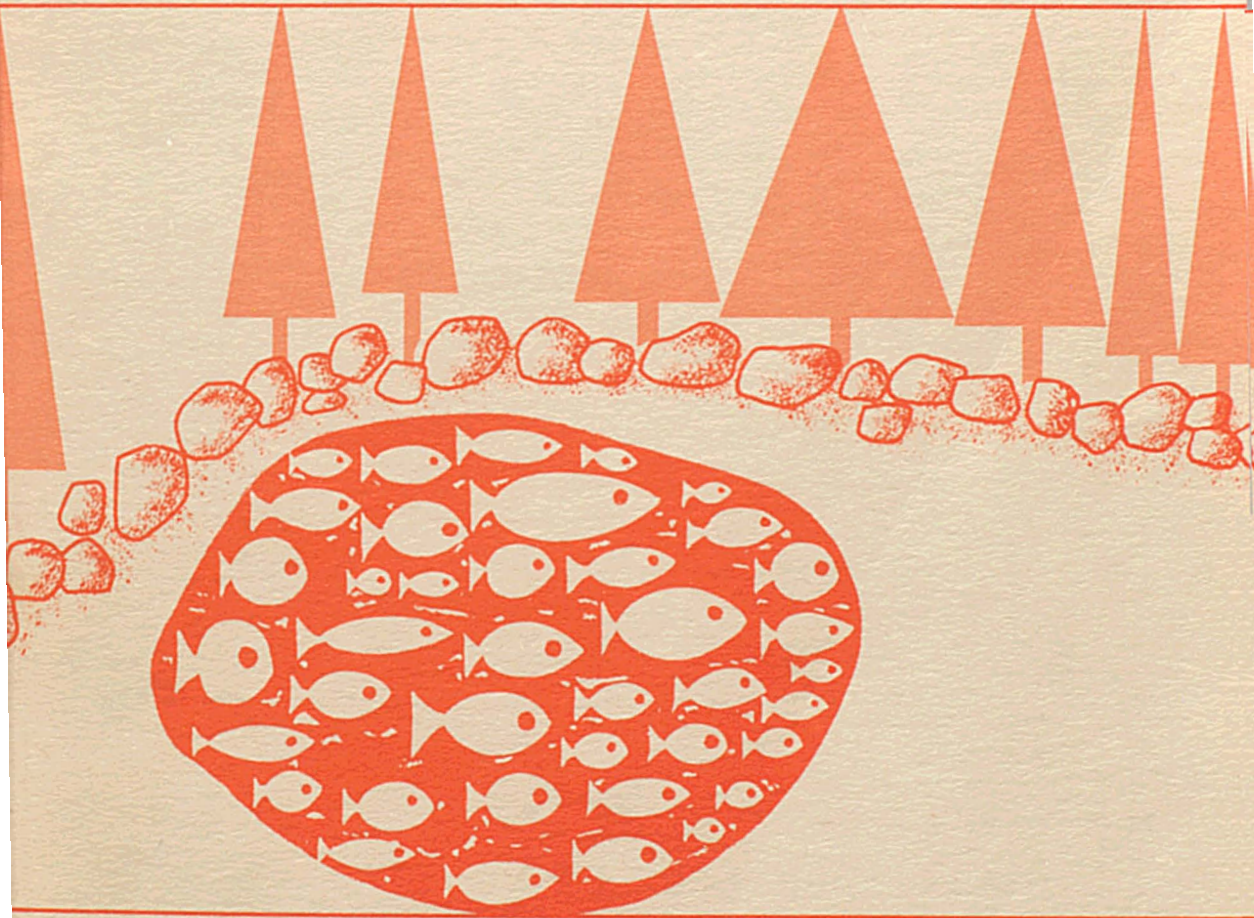


Volume 98,

n° 1,

janvier-février 1971

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, 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 notés 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 — Premier trimestre 1971.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Janvier-Février 1971

No 1

LES STYLOCEPHALIDAE (SPOROZOA, GREGARINIDA)

JEAN-CLAUDE CORBEL

Service scientifique, Ambassade de France, Ottawa

Résumé

Ce catalogue des Grégarines Stylocephalidae actuellement connues comprend une description sommaire de chaque espèce, la liste de ses hôtes et des localités. À l'occasion de cette révision, la synonymie de plusieurs genres ou espèces est proposée de même que la division de la Famille en deux Sous-Familles nouvelles : les Stylocephalinae nov. subfam. et les Lepismatophilinae nov.subfam.

Abstract

The present work deals with the Gregarines Stylocephalidae of the world. Each species is catalogued with reference, when pertinent, to its taxonomy, hosts and distribution. Several synonymies concerning genera or species are proposed and two new subfamilies are created : Stylocephalinae nov.subfam. and Lepismatophilinae nov.subfam.

Introduction

Les Stylocephalidae se distinguent des autres Grégarines d'Insectes par leurs spores brunes ou noires en porte-monnaie, émises en chaîne, déhiscentes par leur côté le plus convexe. La systématique de la famille repose essentiellement sur la morphologie du col (diamérite) et de l'épimérite.

Les Stylocephalidae inféodées aux Thysanoures et aux Diploures forment, au sein de la famille, un groupe homogène caractérisé par des espèces à épimérite simple, sans col bien différencié, en stylet évoluant en bouton sphérique, et à sporadins massifs et de petite taille. Elles méritent d'être réunies en une sous-famille, les Lepismatophilinae nov. subfam., distincte de l'ensemble des Stylocephalidae inféodées aux Coléoptères Ténébrionides et formant les Stylocephalinae nov. subfam.

Les Stylocephalinae nov. subfam. comprennent des espèces à épimérite simple ou complexe, porté ou non par un col bien différencié. Comme la variabilité du col et de l'épimérite est parfois grande au sein d'une même espèce, il est souvent malaisé d'établir une diagnose avec sûreté, surtout lorsque — cas

fréquent — le kyste et les spores ne peuvent être observés. Pour cette raison, plusieurs espèces ou genres, donnés pour distincts par les auteurs, ont en fait une identité douteuse car fondée sur des caractères aléatoires et des observations partielles. C'est ainsi qu'il n'est pas possible de maintenir, parmi les *Stylocephalidae*, le genre *Bulbocephalus* Watson 1916 (dont la spore est inconnue), car ni la morphologie de son épimérite, ni la position systématique des hôtes (larves de Coléoptères Cucujides et Clérides), n'autorisent une telle classification. Les genres *Oocephalus* Schneider, 1886 et *Sphaerorhynchus* Labbé, 1899 sont fondés sur des caractères épiméritiques peu convaincants et mériteraient, au plus, d'être placés au rang de sous-genres de *Stylocephalus*. Nous n'irons pas si loin et proposons leur simple mise en synonymie avec le genre *Stylocephalus* Ellis, 1912. Théodoridès (1963) a divisé ce genre en trois sous-genres (*Conicocephalus*, *Stylocephalus* s. str. et *Xiphocephalus*) dont le dernier, *Xiphocephalus*, a des caractères morphologiques suffisamment constants et accusés pour accéder, à notre avis, au rang de genre. Par contre, le genre *Clavicephalus* Théodoridès, 1959, dont le kyste et la spore sont inconnus, a un épimérite qui, en dépit de quelques particularités morphologiques mineures, rappelle fort celui de *Cystocephalus* Schneider, 1886. Nous proposons donc son assimilation à ce dernier genre.

Famille STYLOCEPHALIDAE Ellis, 1912

Ellis, M.M., 1912, Zool. Anz., 39, p. 25

STYLORHYNCHIDAE A. Schneider, 1886, p. 99

Grégarines Polycystidées, à développement extracellulaire, parasites intestinaux de Coléoptères Ténébrionides, de Thysanoures et de Diploures. De rares infestations de Coléoptères Mycétophagides et Érotylides et de Planipennes Myrméléonides ont été signalées.

Les stades végétatifs présentent une symétrie bilatérale. L'épimérite est régulier, simple ou complexe, appendiculé ou non. L'association, frontale, est tardive. Le kyste, sphérique ou ovoïde, possède deux enveloppes. Sa déhiscence a lieu avec formation d'un pseudo-kyste. Les spores, en bourse unitégumentée, sont brunes ou noirâtres. Elles sont émises en chapelet. Leur déhiscence se fait par leur bord le plus convexe.

SOUS-FAMILLE STYLOCEPHALINAE nov.

Possède les caractères de la Famille ; parasites de Coléoptères Ténébrionides, Mycétophagides et Érotylides, de Planipennes Myrméléonides. Sporadin allongé, de grande taille, dépassant fréquemment le millimètre.

Clés des genres :

1. Épimérite à col bien différencié 3
2. Épimérite sans col bien différencié 4

3. Col cylindrique ou tronconique plus long que l'épimérite chez le céphalin âgé ; épimérite sans ornementation, conique, sphérique, ovoïde ou tribolé, moins large que la base du col *Stylocephalus*
3. Épimérite à stries longitudinales, porté par un col cylindrique ; protomérite cloisonné longitudinalement *Stylocephaloides*
3. Col filiforme ; épimérite très long, en pointe aigüe ou émoussée *Xiphocephalus*
3. Col cylindrique, plus court que l'épimérite chez le céphalin âgé ; épimérite simple et vésiculeux, plus large que le col *Cystocephalus*
4. Épimérite en couronne crénelée, parfois entouré à sa base d'éléments vésiculeux *Lophocephalus*
4. Épimérite en bouton cannelé, enfermant des digitations entocytaires *Campanacephalus*
4. Épimérite en bouton volumineux évoluant en une sorte de corolle plus ou moins flétrie *Lophocephaloides*
4. Épimérite complexe formé d'un bouton volumineux entouré d'une formation en « manubrium de méduse » *Cystocephaloides*

Genre STYLOCEPHALUS Ellis, 1912

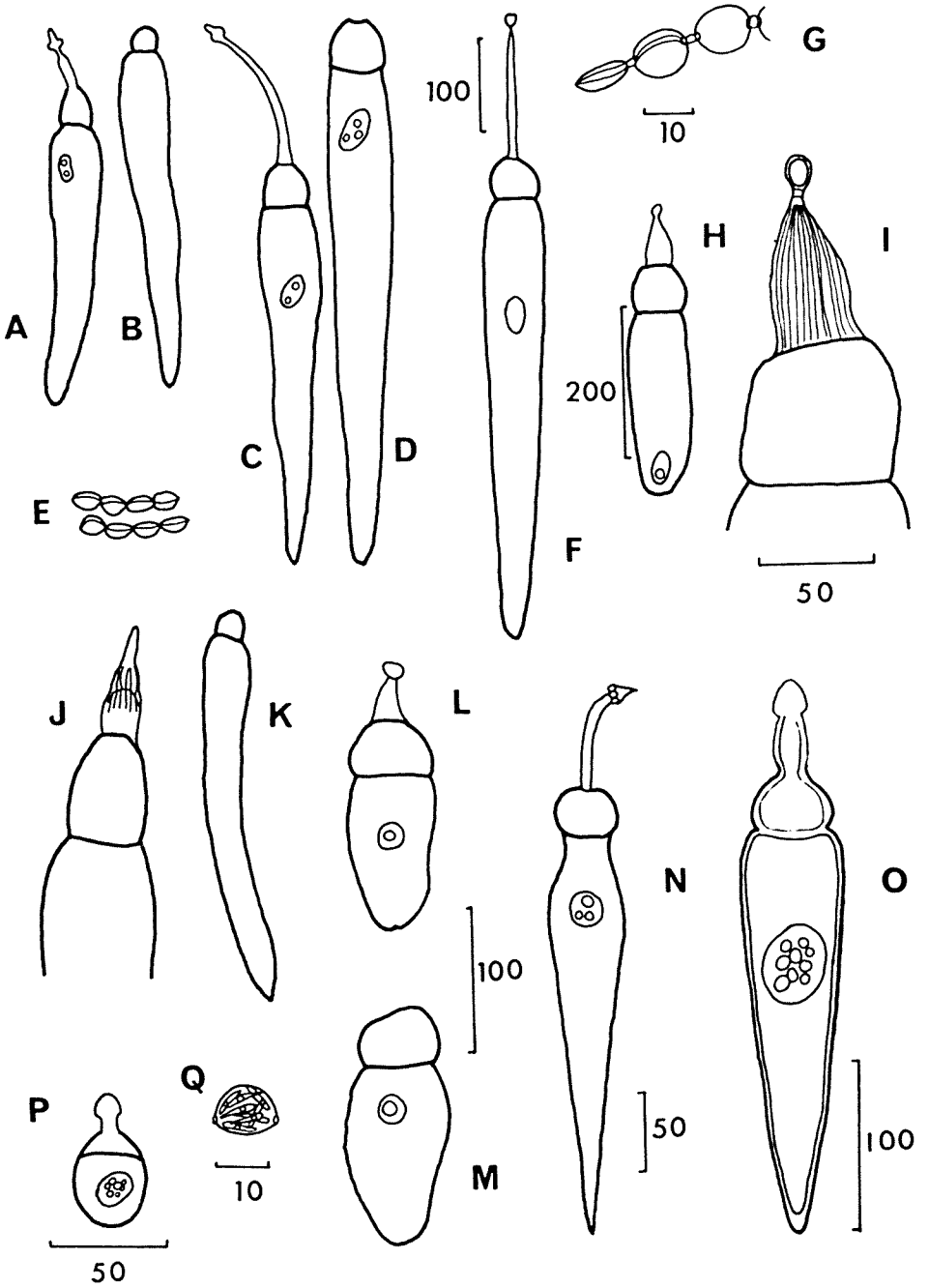
- Ellis, M.M., 1912, Zool. Anz., 39, p. 25
Rhizinia Hamm., 1838, p. 357, pro parte
Stylorhynchus Stein, 1848, p. 195
Sphaerocephalus A. Schneider, 1886, p. 100
Oocephalus A. Schneider, 1886, p. 101
Sphaerorhynchus Labbé, 1899, p. 32

L'épimérite, sphérique, conique, ovoïde ou trilobé, est porté par un col cylindrique ou tronconique. Le col est plus long que l'épimérite, au moins chez le céphalin âgé. Le genre est parasite de Coléoptère Ténébrionides et, rarement, de Coléoptères Mycétophagides et de Planipennes Myrméléonides.

Stylocephalus oblongatus (Hammerschmidt, 1838) Watson, 1916

Figure 1, A, B

- Hammerschmidt, K. E., 1838, Helminthologische Beytraege, Isis, (Oken), 5, p. 357
Rhizinia oblongata Hammerschmidt, 1838, p. 357
Gregarina oblongata Frantzius, 1846, p. 27
Sporodina oblongata Frantzius, 1848, p. 195
Stylorhynchus oblongatus Schneider, 1875, p. 569
Stylocephalus oblongatus Watson, 1916, p. 159



L'épimérite, en gland chez le jeune céphalin, se contracte ultérieurement en une papille plus ou moins acuminée dont la base élargie est pourvue d'inclusions denses. L'ensemble épimérite-col est environ deux fois plus long que le protomérite. Le col est tronconique, strié longitudinalement. Le céphalin peut atteindre 450 μ . Le sporadin, à protomérite globuleux et deutomérite allongé, terminé en pointe émoussée, peut atteindre 3 mm.

Le kyste, à paroi échinulée, a un diamètre de 250 à 480 μ .

La spore, brune, mesure 7 μ x 10 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides ; cependant l'infestation d'un Planipenne Myrméléonide (*Acanthaclisis baeticus* Rb) a été signalée dans les Pyrénées-Orientales, France, par Théodoridès et Ormières (1958).

Asida dejeani Sol., France, (Léger, 1904).

A. grisea F., Caesariée, Israël. (Théodoridès, 1955, A)

A. jurinei Sol., *A. sericea* Ol., Pyrénées-Orientales, France. (Théodoridès, 1955, D)

Dendarus messenius Brullé, Grèce. (Théodoridès, 1960, C)

D. piccus Oliv., (d'après Geus, 1969)

Heliopathes littoralis Esp., Pyrénées-Orientales, France, (Théodoridès, 1955, D)

H. prop. montivagus Muls. et Rey, (id.)

Himatismus villosus Haag, Shambat, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Microstitus semicostatus Muls. et Rey, Baléares, Espagne. (Théodoridès, 1961, A)

Opatrum alternatum Kust, Mont Parne, Grèce, (Théodoridès, 1960, C)

O. sabulosum L., environs de Paris, France, (Schneider, 1875), environs de Könisberg, Allemagne, (Wellmer, 1911), Pyrénées-Orientales, France, (Théodoridès, 1955, D), Indre-et-Loire, France, (Théodoridès, 1960, D)

Pedinus sp., *P. quadratus* Brullé, Mont Parne, Mont Pentélique, Grèce, (Théodoridès, 1960, C)

Phylan abbreviatus Ol., Pyrénées-Orientales, France, (Théodoridès, 1955, D)

P. gibbus F., Calvados, France, (Léger, 1904), Terschelling, Hollande, Fanö, Danemark, (Théodoridès, 1955, D)

Pimelia interjecta F., Logronos, Espagne, (Geus, 1969)

Pseudoblaps javana (Wied.), environs de Vientiane, Laos, (Théodoridès et Desportes, 1966)

Scleron orientale Fab., Tutti Island, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Setenis foveicollis Fairm., *S. semisulcata* Fairm, environs de Vientiane, Laos, (Théodoridès et Desportes, 1966)

Figure 1. *Stylocephalus oblongatus* : A. céphalin (d'après Schneider, 1875) ; B. sporadin (id). *Stylocephalus longicollis* : C. céphalin (d'après Schneider, 1875) ; D. sporadin (id) ; E. spores (id). *Stylocephalus ophioides* : F. céphalin (original) ; G. spores (id). *Stylocephalus hispanus* : H. céphalin (d'après Théodoridès et Jolivet, 1959) ; I. détail du céphalin (id). *Stylocephalus giganteus* : J. céphalin (d'après Ellis, 1912) ; K. sporadin (id). *Stylocephalus eledonae* : L. céphalin (d'après Geus, 1969) ; M. sporadin (id). *Stylocephalus indicus* : N. céphalin (d'après Misra, 1942). *Stylocephalus ingeri* : O. et P. céphalin (d'après Gibbs, 1946) ; Q. spore et sporozoïtes (id).

Sauf indications contraires les dimensions sont données en microns.

Stylocephalus longicollis (Stein, 1948) Watson, 1916 Figure 1, C, D, E

- Stein, F., 1848, Arch. Anat. Physiol. Med., p. 195
Gregarina sp. Gaede, 1815, p. 17
Gregarina sp. Rudolphi, 1819, p. 197
Stylorhynchus longicollis Stein, 1848, p. 195
Gregarina mortisagae Diesing, 1851, p. 12
Gregarina longicollis Lankester, 1863, p. 95
Stylorhynchus elongatus Wellmer, 1911, p. 141
Stylocephalus longicollis Watson, 1916, p. 159
Stylocephalus reticulatus Filipponi, 1949, p. 205
Stylocephalus mucronatus Filipponi, 1951, p. 247

Les très jeunes céphalins ont une forme en haltère ; leur épimérite, en bouton ovoïde, n'est pas à ce stade porté par un col nettement différencié. Celui-ci apparaît chez les céphalins plus âgés et peut atteindre 150 μ environ ; il est cylindrique ou très légèrement conique. L'épimérite des céphalins âgés est une petite papille trilobée. Le céphalin peut atteindre 1 mm. Le sporadin atteint 2 mm environ. Le kyste a un diamètre de 600 μ . La spore mesure 11 à 13 μ x 8 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

- Adesmia metallica*, Tunis, Tunisie, (Geus, 1969)
Blaps sp., Ifrane, Maroc¹ ; Hessarek, Kamal-Abad, Iran, (Théodoridès, 1961, B)
Blaps bifurcata Sol., Abou-Rawash, Égypte, (Théodoridès et Jolivet, 1963)
B. gibba Lap., Pavie, Italie, (Théodoridès, 1955, D)
B. gigas L., environs de Rome, Italie, (Filipponi, 1951)
B. lusitanica Herbst, Königsberg, Allemagne, (Wellmer, 1911), col de l'Ouillat, France, (Théodoridès, 1955, D)
B. mortisaga, L., environs de Paris, France. (Schneider, 1875)
B. mucronata Latr., environs de Rome, Italie, (Filipponi, 1951)
B. persica, Kamal-Abad, Akinlou, Iran, (Théodoridès, 1961, B)
B. pterotapha, Akinlou, Iran, (id.)
B. sulcata Cast., Israël, (Théodoridès, 1955, A)
Crypticus quisquilius L., Königsberg, Allemagne, (Wellmer, 1911)
Hoplarion (Atlasion) bedeli Escal.,
Morica planata Fabr., *Pimelia rugosa* Fab., var. *laevisulcata* Kr., Ifrane, Maroc.
Prionychinus ater, Fbr., Allemagne, (Geus, 1969)
Scaurus tristis, Oliv., Pyrénées-Orientales, France, (Léger, 1904)

Stylocephalus ophioides (Schneider, 1886) Figure 1, F, G

- Schneider, A., 1886, Tabl. Zool., I, p. 100
Sphaerocephalus ophioides Schneider, 1886, p. 100
Sphaerorhynchus ophioides Labbé, 1899, p. 32
Sphaerorhynchus chabaudi Tuzet et Théodoridès, 1951, p. 403
Sphaerorhynchus hamoni Tuzet et Théodoridès, 1951, p. 400

1. Lorsqu'aucune référence bibliographique n'est indiquée il s'agit de localités et d'hôtes nouveaux. Je remercie vivement les Docteurs P. Jolivet et J. Théodoridès d'avoir bien voulu me confier pour étude une importante collection de frottis préparés au Maroc en 1955.

Les formes jeunes ont un épimérite sphéruleux prolongé antérieurement par une pointe. Un col court le relie au protomérite. Le deutomérite a la même longueur que l'épimérite, le col et le protomérite réunis. Le col s'allonge ensuite pour atteindre de 35 à 210 μ , tandis que l'épimérite, en papille conique ou sphérique, mesure 10 μ de long environ. Le col est rétréci à sa jonction avec l'épimérite. Le céphalin peut atteindre une longueur totale de 1,3 mm. Le sporadin, sans caractères morphologiques particuliers, atteint 3 à 4 mm.

Céphalin et sporadin ont un noyau sphérique à nucléole central auquel est accolé un filament contourné de chromatine.

Le kyste a 500 μ de diamètre. La spore mesure 13 μ x 8 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Akis sp., Oran, Algérie, (Schneider, 1886)

A. acuminata Fabr., Carthagène, Espagne, (Théodoridès, 1960, C)

A. elegans Sol., Casablanca, Maroc, (Théodoridès, 1955, D)

A. elevata Sol., Tel Jerucham, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

A. punctata Thunb. (*A. baccarozzo* Sch.), Stretta di Patronimiono, France, (Tuzet et Théodoridès, 1951), Nîmes, Les Baux, France, (Théodoridès, 1955, D)

Cythogenia lucifuga Ad., Sarbolagh, Iran, (Théodoridès, 1961, B)

Morica javieri Luc., Safi, Maroc, (Théodoridès, 1955, D) Ifrane, Val d'Or, Moulay-Bousselham, Maroc.

Pimelia atlantis Sol. ssp. *frigidoides* Kock, *P. brisouti* Séna. ssp. *frigida* Escalora, *P. platynota* Fairm., Ifrane, Maroc

Stylocephalus hispanus (Schneider, 1886)

Figure 1, H. 1

Schneider, A., 1886, Tabl. Zool., I, p. 101

Oocephalus hispanus Schneider, 1886, p. 101

L'épimérite, petit et sphérique, d'un diamètre de 15 à 20 μ , est porté par col massif très tronçanique, mesurant au plus 70 μ . Le col est finement strié longitudinalement. Le protomérite est massif, aussi large que long ; le deutomérite est allongé, cylindrique, à extrémité postérieure arrondie. Le céphalin peut atteindre 1,5 mm et le sporadin, sans caractères morphologiques particuliers, 3 mm.

Kyste et spore sont inconnus.

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides et Erotylides

Morica sp., Coléoptères Ténébrionides, Espagne, (Schneider, 1886 ; Geus, 1969)

M. planata F., id, Ijoukak, Ifrane, Maroc, (Théodoridès, 1955, D) ; environs de Madrid, Espagne, (Geus, 1969), Val d'Or, Benmansour, Maroc

Megalodacne abnormalis Crotch, Coléoptères Erotylides, Malingogo, Congo, (Théodoridès et Jolivet, 1959)

Stylocephalus giganteus Ellis, 1912

Figure 1. J. K

Ellis, M.M., 1912, Zool. Anz., 39, p. 25

L'épimérite conique est porté par un col cylindrique strié longitudinalement et plus large que lui. Le céphalin peut atteindre 1 800 μ . Son protomérite, globuleux chez les plus grands spécimens, est hémisphérique chez le jeune céphalin. Le deutomérite est très allongé et se termine en pointe.

Le sporadin atteint 2,5 mm et mesure en moyenne 1,5 mm. Son épicyte est fin et souple ; l'endocyte est clair chez le jeune et devient sombre ensuite. La grégarine est très mobile.

Le kyste sphérique a un diamètre moyen de 450 μ . Sa surface est rugueuse. Le kyste, d'abord blanc, devient noir avant maturation.

La spore, subsphérique, noire, mesure 7 μ x 11 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Asida sp., *A. opaca* Say, Boulder, États-Unis, (Ellis, 1913)

Blaps sp., Iles Canaries, Espagne, (Geus, 1969)

Eleodes sp., Boulder, Denver, États-Unis, (Ellis, 1912, 1913) ; Amo, États-Unis, (Hall, 1912)

E. hispilabris, Amo, États-Unis, (Hall, 1912)

Eusattus sp., Boulder, États-Unis, (Ellis, 1913)

Stylocephalus eledonae Foerster, 1938

Figure 1. L. M

Foerster, H., 1938, Z.f. Parasitenk., 10, p. 173

L'espèce a un habitus voisin de celui de *S. hispanus*, mais elle est beaucoup plus petite. Le céphalin mesure en effet 200 μ au plus et le sporadin 300 μ . L'épimérite, ovoïde, est porté par un col massif tronconique, dont la grande base s'appuie sur le protomérite hémisphérique ou tronconique. Le deutomérite a sa plus grande largeur vers le tiers antérieur. Sa largeur décroît régulièrement ensuite et son extrémité postérieure est très arrondie.

Céphalin et sporadin ont un noyau sphérique à nucléole central.

Kyste et spore sont inconnus.

Hôtes et localités :

Eledona agaricola Hbst, *Pentaphyllus testaceus* Hel., Coléoptères Ténébrionides Allemagne, (Wellmer, 1911)

Mycetophagus atomarius, Coléoptères Mycétophagides, Allemagne, (Geus, 1969)

M. quadripustulatus, *M. piceus* F., Allemagne, (Wellmer, 1911).

Stylocephalus bahli Misra, 1941

Misra, P.L., 1941, Rec. Ind. Mus., 43, p. 43

L'épimérite, petit et conique, est porté par un long col rétractile portant une striation longitudinale. L'ensemble col-épimérite est deux fois et demi

plus long que le protomérite ; le deutomérite, lancéolé, se termine en pointe émoussée. Le céphalin atteint $1\ 054\ \mu \times 132\ \mu$. Le kyste, sphérique ou ovoïde a un diamètre de $208\ \mu$ en moyenne et peut mesurer $352\ \mu \times 80\ \mu \times 320\ \mu$. La spore noire ou très brune mesure $111\ \mu \times 7,5\ \mu$.

Hôte et localité :

Gonocephalum helopoides Frm., Lucknow, Inde

Stylocephalus indicus Misra, 1942

Figure 1. N

Misra, P.L., 1942, Rec. Ind. Mus., 44, p. 339.

L'épimérite a la forme d'un cône d'une dizaine de microns de haut porté par un long col cylindrique ayant plus de deux fois la longueur du protomérite. Celui-ci, subsphérique, porte des striations longitudinales myocytaires rétractiles. Le deutomérite est allongé, fusiforme, terminé en pointe aigue. Son entocyte est très dense. Les formes solitaires (céphalin ? sporadin ?) ont de 320 à $490\ \mu$ de long.

Le kyste sphérique a un diamètre de 150 à $182\ \mu$. Il est orné de papilles.

La spore brune mesure $7,5\ \mu \times 5,8\ \mu$.

Hôte et localité :

Opatroïdes (Penthicus) vicinis Frm., Coléoptères Ténébrionides, Lucknow, Inde.

Stylocephalus ingeri Gibbs, 1946

Figure 1. O, P, Q

Gibbs, A.J., 1946, Trans. Roy. Soc. S. Afr., 31, p. 169

L'épimérite conoïde est porté par un col d'abord fort court mais qui s'allonge ensuite jusqu'à atteindre 2 à 4 fois la longueur de l'épimérite. Le col cylindroïde est parfois légèrement renflé vers le milieu. Il est finement strié longitudinalement. La jonction col-épimérite présente parfois un anneau assez fortement chromophile. Le céphalin, d'abord globuleux, s'allonge et peut atteindre 350 à $560\ \mu$.

Le sporadin n'a pas de caractères particuliers. À la fin de sa croissance il est environ 35 fois plus long que large et peut dépasser 2 mm.

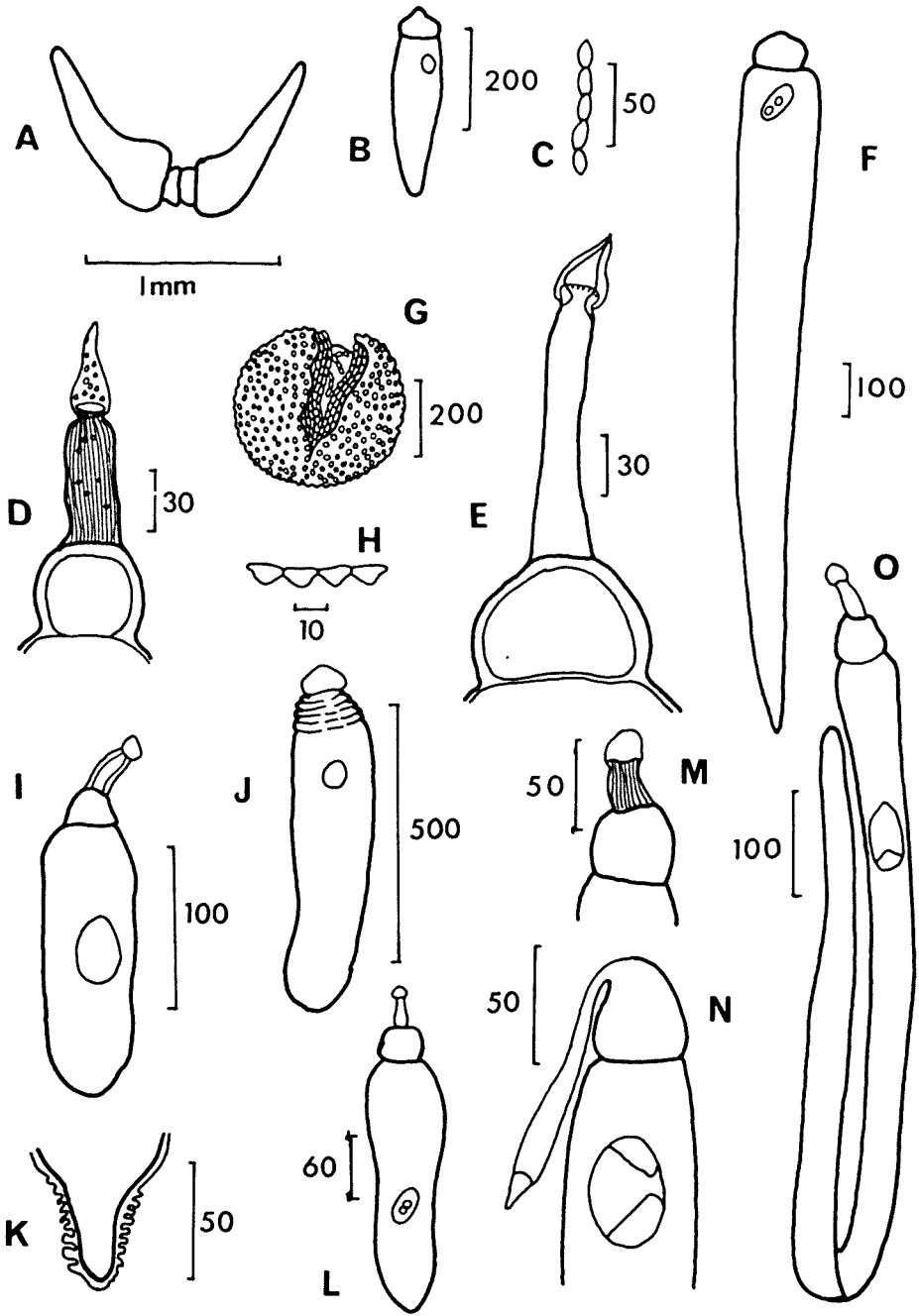
Le kyste sphérique a un diamètre de $220\ \mu$ environ.

La spore brunâtre mesure $10,5\ \mu \times 9\ \mu$.

Hôtes et localités

Gonocephalum arenarium, Coléoptères Ténébrionides, Région de Cape-Town, Afrique du Sud, (Gibbs, 1946)

G. simplex Fab., Burri, Tutti, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)



Stylocephalus gigas Filipponi, 1949

Figure 2. A. B. C

Filipponi, A., 1949, Riv. Parassitol. Rome, 10, p. 205

Céphalin et sporadin ont un protomérite large et court. Celui du sporadin porte souvent une protubérance antérieure, reste du col qui, chez le céphalin, est terminé par une épimérite en mucron. Le deutomérite a sa plus grande largeur vers le quart antérieur ; il s'amincit ensuite régulièrement pour se terminer en pointe émoussée. Le noyau ovale renferme plusieurs nucléoles. Le sporadin atteint 1 100 μ de long sur 350 de large.

Le kyste sphérique a un diamètre de 600 μ à 1 080 μ .

La spore mesure 16 μ x 8 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides

Blaps gigas L., environs de Rome, Italie, (Filipponi, 1949) ; Sète, Banyuls, France, (Théodoridès, 1955, D)

B. lethifera Marsh, *B. mucronata* Latr., France, (Théodoridès et Pierre, 1960)

Stylocephalus japonicus Hoshide, 1951

Figure 2. D. E. F. G. H

Hoshide, H., 1951, Yamaguchi Journ. Sc., 2, p. 93

Le col, cylindrique et allongé, est terminé par un épimérite en forme de flamme. L'ensemble col-épimérite a environ deux fois la longueur du protomérite. Celui-ci est en dôme. La constriction septale est très accusée. Le deutomérite cylindrique s'amincit postérieurement.

Le sporadin atteint 1270 μ de long et 110 μ de large.

Céphalin et sporadin sont d'un blanc laiteux ou brun pâle. Le noyau ovoïde a plusieurs nucléoles.

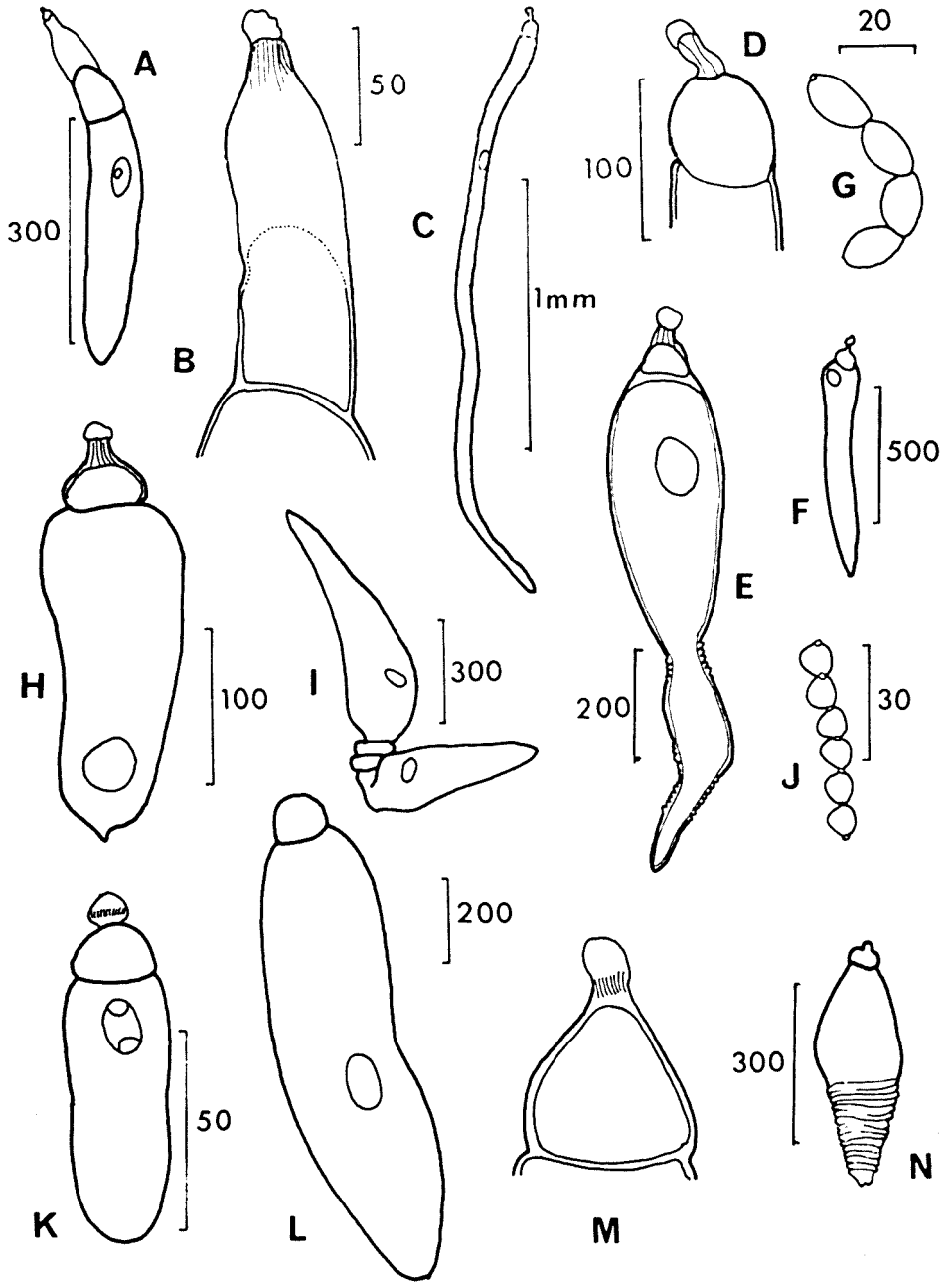
Le kyste sphérique a 400 μ de diamètre en moyenne. Sa surface est couverte de nombreuses petites papilles.

La spore brune ou noire, mesure 14 μ x 7 μ .

Hôtes et localité :

Gonocephalum pubens Marseul, Coléoptères Ténébrionides, *G. japanum* Motschulsky, Murozumi Hiteari, Japon.

Figure 2. *Stylocephalus gigas* : A. association (d'après Filipponi, 1949) ; B. sporadin (id) . C. spore (id). *Stylocephalus japonicus* : D et E. céphalins (d'après Hoshide, 1951) ; F. sporadin (id) ; G. kyste (id) ; H. spores (id). *Stylocephalus variabilis* : I. céphalin (d'après Théodoridès, 1961) ; J. sporadin (id) ; K. détail d'un sporadin (id). *Stylocephalus sedenis* : L. céphalin (d'après Hoshide, 1953). *Stylocephalus phalloides* : M, N, O. céphalins (d'après Théodoridès et Jolivet, 1959).



Stylocephalus variabilis Tuzet et Théodoridès, 1951 Figure 2. I, J, K

Tuzet, O. et Théodoridès, J., 1951, Ann. Parasit. hum. et comp. 26, 5-6, p. 394

Sphaerorhynchus stenosiæ Tuzet et Ormières, 1955, p. 5, 6.

L'épimérite sphérique est porté par un col court chez le jeune céphalin. Le col est parfois renflé en sphérule à la base et inséré dans une cupule antérieure du protomérite. Chez le céphalin âgé, le col est long et cylindrique. Il peut atteindre une cinquantaine de microns. Le céphalin atteint 200 μ environ.

Le sporadin, sans caractères particuliers, mesure au maximum 650 μ .

Céphalin et sporadin présentent souvent une annulation superficielle due à des plis épicytaires transversaux.

Le kyste sphérique ou légèrement ovoïde a une paroi ornée de petites protubérances. La sporulation, en chambre humide, a lieu 7 jours après l'expulsion du kyste par l'hôte.

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Asida sericea Ol., Banyuls, France, (Tuzet et Théodoridès, 1951)

Psammophanes raffrayi Lesne ; *P. rubrolineatus* Lesne, Nazareth, Éthiopie, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964)

Stenosis angustata Herbst, Sète, France, (Tuzet et Ormières, 1955)

Tentyria mucronata Sterv., Argelès-Plage, Le Canet, Palavas, France, (Tuzet et Théodoridès, 1951)

T. tessulata Tausch, Ab-Ali, Kamal-Abad, Akinlou, Iran, (Théodoridès, 1961, B)

Zophosis sulcata Klug., Khartoum, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Stylocephalus sedenis (Hoshide, 1953)

Figure 2, L

Hoshide, H., 1953, Bull. Fac. Educ. Yamaguchi Univ., 2, I, p. 75.

Sphaerorhynchus sedenis Hoshide, 1953, p. 75.

L'épimérite sphérique est porté par un long col cylindrique strié longitudinalement. L'ensemble col-épimérite a 30 à 50 μ et est un peu plus long que le protomérite. Celui-ci, sub-globuleux, est largement arrondi à l'apex et plus large vers le milieu. La constriction septale est profonde. Le deutomérite est allongé et cylindrique. Il se termine en pointe émoussée.

Le sporadin mesure 300 à 450 μ de long et 90 μ à 125 μ de large. L'entocyte est brun clair à noir. Kyste et spore sont inconnus.

Figure 3. *Stylocephalus eastoni* : A. céphalin (d'après Théodoridès et Jolivet, 1963 ; B. détail du céphalin (id). *Stylocephalus filiformis* : C. céphalin (d'après Théodoridès, 1959) ; D. détail du céphalin (id). *Stylocephalus pauliani* : E et F. céphalins (d'après Théodoridès, 1959) ; C. spores (id). *Stylocephalus micranteri* : H. céphalin (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964) ; I. association (id) ; J. spores (id). *Cystocephalus algerianus* : K. céphalin (original) ; L. sporadin (id). *Cystocephalus leydi* : M. céphalin (d'après Watson-Kamm, 1917). *Cystocephalus* sp : N. céphalin (d'après Théodoridès, 1961).

Hôte et localité :

Sedenis valgipes Mars., Coléoptères Ténébrionides, Narutoruma Obakata, Japon.

Stylocephalus phalloides Théodoridès, 1955

Figure 2. M. N. O

Théodoridès, J., 1955, Supp. Vie et Milieu, 4, p. 87

L'épimérite est en gland à bourrelet strié porté par un col de 100 μ en moyenne. Le col possède un protoplasme fibrillaire contractile. Le céphalin âgé peut atteindre 1,000 μ . La constriction septale est nette. Le deutomérite est aminci postérieurement. Son noyau est ellipsoïdal.

Le sporadin mesure de 400 à 1 000 μ . Kyste et spore sont inconnus.

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Blaps sp., Abadan, Iran, (Théodoridès, 1961, B), Rabat, Maroc.

B. requieni Sol., Taourit, Maroc, (Théodoridès, 1955, D)

Erodium puncticollis ecostatus Crotch, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

Gonocnemis sp., Kelonge, Congo, (Théodoridès et Jolivet, 1959)

Mesomorphus longulus Reiche, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

Quadrideres interioris Gebien, Ishango, Congo, (Théodoridès et Jolivet, 1959)

Stylocephalus eastoni Théodoridès, 1955

Figure 3. A. B

Théodoridès, J., 1955, Vie et Milieu, Supp. I, 4, p. 83

L'épimérite est un mucron finement ponctué, porté par un col large, tronconique, strié longitudinalement vers l'apex. L'ensemble col-épimérite atteint 170 μ . Il persiste longtemps : un céphalin de 2,5 mm a été observé. Le protomérite du céphalin est tronconique. La constriction septale est peu accusée. Le deutomérite se termine en pointe émoussée. Le sporadin n'a pas de caractères distinctifs. Le kyste et la spore sont inconnus.

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Blaps sp., Ifrane, Maroc

B. inflata All., environs d'El-Kemis, Maroc, (Théodoridès, 1955, D)

B. polyschresta Forsk., Abou-Rawash, Égypte, (Théodoridès et Jolivet, 1963)

Pimelia rugosa Fab. var. *laevisulcata* Kraatz, Ifrane, Maroc

Stylocephalus filiformis Théodoridès, 1959

Figure 3. C. D

Théodoridès, J., 1959, Mém. Inst. Scient. Madagascar, A, 13, p. 24.

Les grands céphalins peuvent atteindre 2 mm, leur largeur variant de 40 à 80 μ . L'espèce a, en conséquence, un aspect rubanné caractéristique. L'épimérite est en gland, ponctué, de 15 μ de large dans son plus grand axe. Il est porté par un col cylindrique contractile de 30 à 50 μ de long. Le protomérite ne dépasse pas 60 μ de long et est, en moyenne, 40 fois plus court que le deutomérite. Le noyau ovalaire ou, parfois, quadrangulaire, peut atteindre 60 μ x 25 μ .

Le sporadin, sans caractères morphologiques particuliers, a un deutomérite se terminant souvent en pointe. Kyste et spore sont inconnus.

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Gonocephalum sp., environs de Tananarive, Madagascar. (Théodoridès, 1959) ; Ishango, Kiavinyonge, May-Ya-Moto, Congo. (Théodoridès et Jolivet, 1959) ; Nazareth, Éthiopie. (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964)

G. controversum Grid, Wonji, Bishoftu, Nazareth, Éthiopie, (id)

G. planatum (Walk.), Sigirya, Ceylan. (Théodoridès, 1966)

G. prolixum inornatum Er., *G. simplex* Fab., mêmes localités que *G. controversum*

Stylocephalus pauliani Théodoridès, 1959

Figure 3. E. F. G

Théodoridès, J., 1959, Mém. Inst. Scient. Madagascar, A, 13, p. 18

L'épimérite, finement ponctué, conique ou sphérique, est porté par un col cylindrique. L'ensemble épimérite-col a une longueur voisine de celle du deutomérite. Le céphalin peut atteindre 1 mm et le sporadin 1 800 μ .

Le kyste, sphérique ou ovoïde, a un diamètre de 430 à 800 μ . Il est finement orné d'aéroles de contours variés. La spore mesure 17 μ x 12,5 μ .

Hôtes et localités : les hôtes sont des Coléoptères Ténébrionides.

Phrynocolus tenuesculptus Fairmaire, *P. ovipennis* Fairm., *Selinus abacoides* Fairm., Tuléar, Madagascar.

Stylocephalus conoides Desai, 1965

Desai, R.N., 1965, Naturwiss., 52, p. 146

Le sporadin mesure 1 326 μ x 143 μ . Le kyste sphérique a un diamètre de 476 μ . L'auteur ne donne pas de figures des stades végétatifs et du kyste. L'espèce a un nombre haploïde $n = 8$.

Hôte et localité :

Gonocephalum hoffmanseggi Stev, Coléoptères Ténébrionides, État de Mysore, Inde

Stylocephalus devdhari (Desai, 1965)

Desai, R.N., 1965, Naturwiss., 52, p. 649

Stylocephalus elongatus Desai, 1965 (préemployé, Wellmer, 1911)

Desai ne décrit pas les stades végétatifs et le kyste et n'en donne pas de figures. Il indique que l'espèce est grande et que les kystes, gamètes, spores et le mode de déhiscence sont typiques du genre *Stylocephalus*. L'espèce a un nombre haploïde $n = 9$.

Hôte et localité :

Gonocephalum hoffmanseggi Stev., Coléoptères Ténébrionides, État de Mysore, Inde

Stylocephalus mesomorphi Desai, 1966Desai, R.N., 1966, *Parasitology*, 56, p. 199

Le kyste sphérique a un diamètre de 310 μ environ. Sa paroi porte des papilles. L'espèce a un nombre haploïde $n = 4$. Le gamète mâle a environ 18 à 20 μ de long. Il a un prolongement céphalique contenant le noyau sphérique ; un flagelle, inséré sur le noyau, émerge à la partie postérieure. Des gamètes mâles anormaux, irréguliers ou piriformes, peu actifs ou immobiles, ont été observés. Les gamètes femelles, petits, sphériques ou ovoïdes, mesurent 6,5 μ x 6,0 μ . La spore brune a 10 μ de long. Elle contient 8 sporozoïtes mesurant en moyenne 5,3 μ x 2,6 μ .

Hôte et localité :

Gonocephalum hoffmanseggi Stev., Coléoptères Ténébrionides, État de Mysore, Inde*Stylocephalus micranterei* Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964

Figure 3. H. I. J

Théodoridès, J., Desportes, I., et Jolivet, P., 1964, *Ann. Parasit. hum. et comp.*, 39, I, p. II.

Le céphalin âgé atteint 1 100 μ de long sur 60 à 100 μ de large. L'épimérite globuleux est porté par un col légèrement tronconique, parfois strié longitudinalement.

Le sporadin a un protomérite trapézoïdal. Le kyste sphérique, d'un diamètre de 200 à 300 μ , est orné d'alvéoles circulaires. Le kyste âgé se pigmente de noir. La spore a 8 μ x 8 μ .

Hôte et localités :

Micranterus gerstaeckeri laevior Frm., lac Zwai, Nazareth, Éthiopie*Stylocephalus* sp.Théodoridès, J., 1960, *Ann. Parasit. hum. et comp.*, 35, 1-2, p. 10Grands sporadins de 1 400 à 1 800 μ .

Hôte et localité :

Blaps lusitanica Herbst, Coléoptères Ténébrionides, Antibes, France.*Stylocephalus* sp.Théodoridès, J., 1960, *Ann. Parasit. hum. et comp.*, 35, p. 762

Un sporadin a été observé.

Hôte et localité :

Blaps sulcata Cast. ssp. *brachyura* Küster, Carthagène, Espagne

Genre CYSTOCEPHALUS A. Schneider, 1886

Schneider, A., 1886, Tabl. Zool., I, p. 99.

Le genre est caractérisé par un épimérite globuleux, conique ou ovoïde, porté par un col court cylindrique. L'épimérite est en général plus large et plus long que le col. Les *Cystocephalus* sont parasites de Coléoptères Ténébrionides.

Cystocephalus algerianus A. Schneider, 1886

Figure K. L

Schneider, A., 1886, Tabl. Zool., I, p. 100.

Cystocephalus algerianus var. *mauritanica* Tuzet et Théodoridès, 1951, p. 404*Cystocephalus algerianus* var. *persica* Théodoridès, 1961, p. 32

L'épimérite est une papille sphérique ou conique volumineuse, atteignant parfois 40 μ de diamètre. Il est ponctué et présente parfois une ceinture de stries très fines dans la région la plus large. L'épimérite est porté par un col court, plus étroit et moins long que lui. Le col est parfois strié longitudinalement. Le protomérite est hémisphérique, à épicyte épais, surtout antérieurement. Le deutomérite est allongé, longuement ovoïde, à région postérieure arrondie ou parfois pointue. Postérieurement le deutomérite présente fréquemment des plis épicytaires transversaux. Le noyau, souvent étiré, contient un ou plusieurs nucléoles et de la chromatine disposée en ruban.

Le céphalin atteint 350 μ et le sporadin 3 à 4 mm.

Le kyste sphérique a un diamètre de 400 μ environ.

La spore, brune, mesure 10 μ x 8 à 10 μ .

Hôtes et localités :

Adesmia dilatata Klug. var. *drakei* Crotch, Wadin Rubin, Tel Jerucham, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

A. karelini, Ab-Ali, Kamal-Abad, Akinlou, Iran, (Théodoridès, 1961, B)

A. procera Mill., Eilon, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

Dailognata quadricollis Brullé, Jérusalem, Israël, (id)

Erodium emondi Sol. var. *laevis* Sol., Majorque, Ibiza, Espagne, (Théodoridès, 1961, A)

Mesomorphus longulus Reiche, Jérusalem, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

Morica javieri Luc., Maroc, (Théodoridès, 1954, A)

M. planata Fab., Ifrane, Maroc

Pachychila intermedia Haag, Salé, Maroc, (Théodoridès, 1954, A)

Pimelia sp., Oran, Algérie, (Schneider, 1886), entre Fez et Meknès, Maroc, (Théodoridès, 1954, A)

P. angulata F. ssp. *angulosa* Ol., Atar, Mauritanie, (Tuzet et Théodoridès, 1951)

P. angulata F. var. *syriaca* Sén., Wadi Rubin, Israël, (Théodoridès, 1955, A)

P. atlantis Sol. ssp. *frigidoïdes* Koch., Ifrane, Maroc

P. bipunctata F., Palavas, France, (Théodoridès, 1955, D)

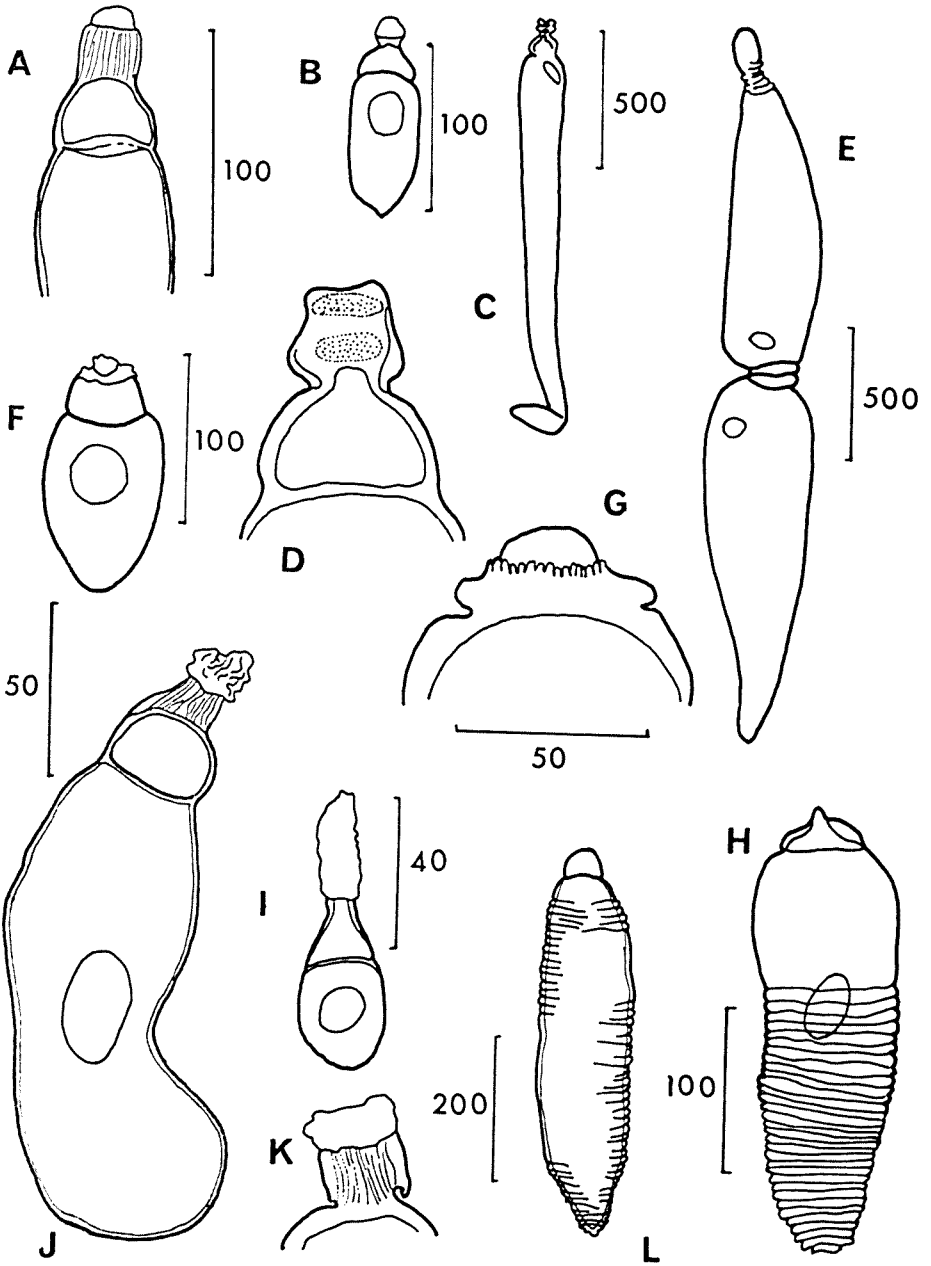
P. brisouti Sén. ssp. *frigida* Esc., Ifrane, Maroc

P. criba Sol., Majorque, Minorque, Espagne, (Théodoridès, 1961)

P. elevata Sén., Ibiza, Formentera, Espagne, (id)

P. fornicata suberis Koch, Rabat, Maroc, (Théodoridès, 1954, A)

P. platynota Fairm., Kénitra, Maroc



- P. rotundipennis* Kraatz, Kénitra, Val d'Or, Maroc
P. rugosa F., Marrakech, Ifrane, Maroc
P. rugosa var. *incostata* Esc., Taroudant, Maroc. (Théodoridès, 1954, A)
P. rugosa var. *laevisulcata* Kr., Mazagan, Maroc. (id)
P. tristis Haag var. *zaërensis*, Oued Beth, Maroc. (id)
P. tristis interseriata Koch, Taroudant, Maroc. (id)
Tenthyrina orbiculata subsulcata Reiche, Tel Jerucham, Israël. (id)
Tentyria mucronata Stev., Pyrénées-Orientales, France. (Tuzet et Théodoridès, 1951)
T. herculeana Reiche, Jérusalem, Israël. (Théodoridès, 1955, A)
Thriptera asphaltidis Reiche, Neguev, Israël. (id)
Zophosis du groupe *punctata* Brullé, (id)

Cystocephalus leidy (Watson-Kamm, 1917) Théodoridès, 1954

Figure 3. M

- Watson-Kamm, M., 1917, J. Parasitol. Urbana, 4, p. 40
Asterophora philica Leidy, 1889, p. 9, (proparte)
Leidyana leidy Watson-Kamm, 1917, p. 40
Cystocephalus leidy, Théodoridès, 1954, c. p. 596

L'épimérite est un bouton sphérique porté par un col très court et strié longitudinalement.

Le sporadin atteint 550 μ de long sur 110 μ de large. Kyste et spore sont inconnus.

Bien que le cycle de cette grégarine soit très incomplètement connu et qu'un doute demeure sur son appartenance au genre *Cystocephalus*, il est cependant préférable de l'intégrer à ce genre, car son épimérite interdit de la considérer comme une *Asterophora* et la position systématique de son hôte comme une *Leidyana*.

Hôte et localité :

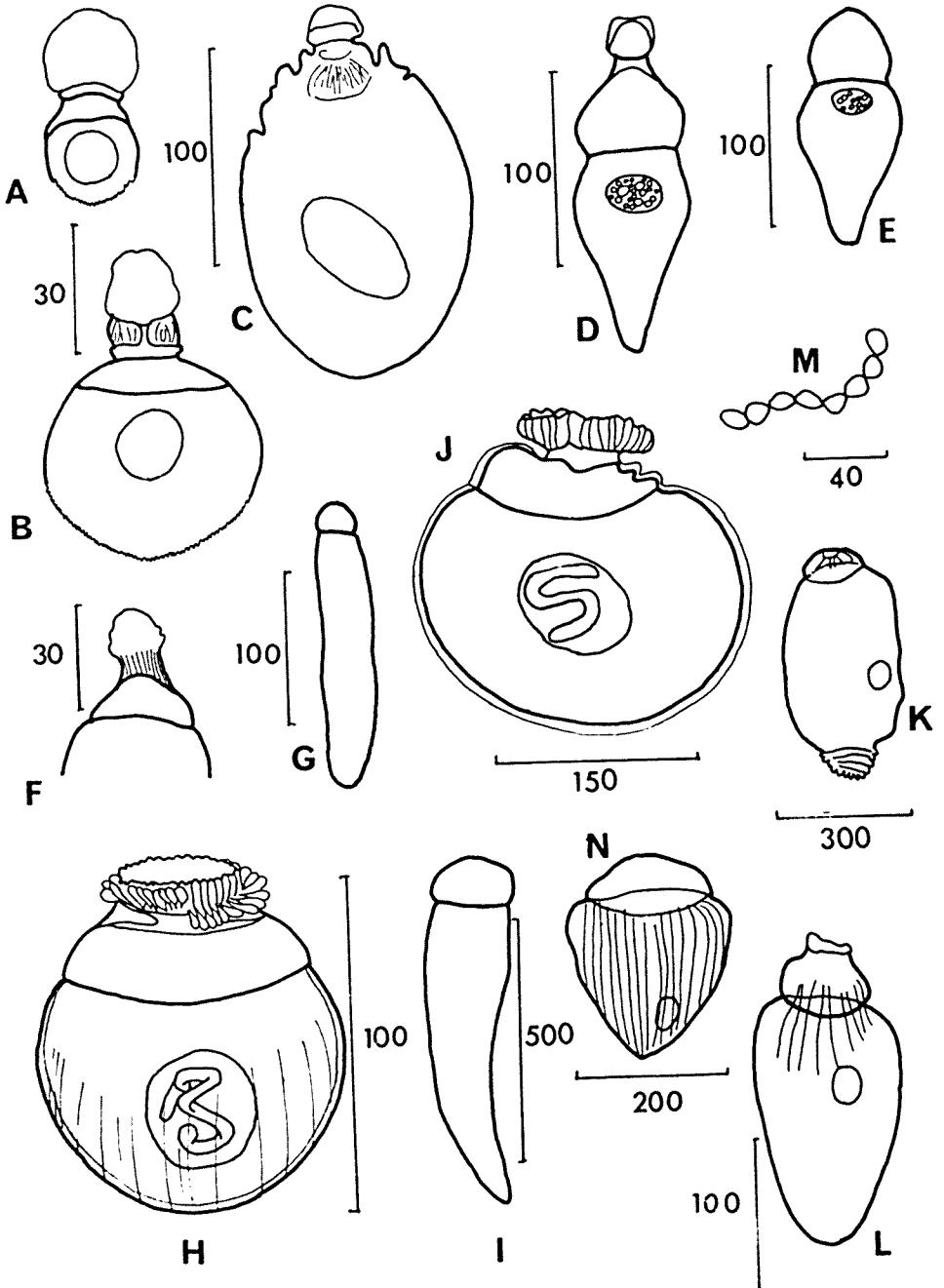
Nyctobates pennsylvanica de Geer, Coléoptères Ténébrionides, Urbana, États-Unis

Cystocephalus madagascariensis (Théodoridès, 1959) Figure 4. A à E

- Théodoridès, J., 1959, Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, Série A, 13, p. 29
Clavicephalus madagascariensis Théodoridès, 1959, p. 29

L'épimérite, de forme quadrangulaire ou ovoïde, est porté par un col finement strié, relativement long chez le jeune céphalin et plus réduit chez le céphalin âgé. Le centre de l'épimérite est différencié en une zone ponctuée. Le

Figure 4. *Cystocephalus madagascariensis* : A, B, C et D. céphalins (d'après Théodoridès, 1959) ; E. association (id). *Cystocephalus albrechti* : F. céphalin (d'après Théodoridès et Jolivet, 1963) ; G. détail du céphalin (id) ; H. sporadin (id). *Cystocephalus aethiopicus* : I et J. céphalins (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964) ; K. détail du céphalin (id) ; L. sporadin (id).



céphalin peut dépasser 1 300 μ et son noyau ovalaire peut atteindre 100 μ dans son grand axe. Le sporadin n'a pas de caractères distinctifs. Kyste et spore sont inconnus.

Hôte et localité :

Melanocratus sp., Coléoptères Ténébrionides, Tuléar, Madagascar

Cystocephalus albrechti Théodoridès et Jolivet, 1963 Figure 4, F, G, H

Théodoridès, J. et Jolivet, P., 1963, Ann. Parasit. hum. et comp., 38, I, p. 13

Le céphalin, de 100 à 150 μ environ, a un épimérite en volumineux bouton ponctué présentant parfois une quinzaine de petits lobes à la base.

Le sporadin peut dépasser 700 μ . Son protomérite est souvent réduit ; la région postérieure du deutomérite est souvent plissée. Kyste et spore sont inconnus.

Hôte et localité :

Trachyderma hispida Forsk., Abou-Rawash, Égypte

Cystocephalus aethiopicus Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964

Figure 4, I, J, K, L

Théodoridès, J., Desportes, I., Jolivet, P., 1964, Ann. Parasit. hum. et comp., 39, p. 18

Cystocephalus gabei Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964, p. 23

L'épimérite du jeune céphalin a l'aspect d'un bonnet allongé parsemé de granulations plus abondantes à la base qu'au sommet. Le col, d'abord très court, s'allonge ensuite et devient à peu près aussi long que l'épimérite.

Le sporadin est massif et présente fréquemment des plissements épicytaires. Il peut atteindre 700 μ . Le kyste est inconnu, la spore mesure environ 8 μ x 6 μ .

Hôtes et localités :

Phanerotoma sp., Sodoré, Éthiopie, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964)

Rhytínota praelonga, Awash, Éthiopie, (id)

Trachyderma hispida Forsk, Assab, Éthiopie, (id) ; Khartoum, Tutti, Burri, Shambat, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Figure 5. *Cystocephalus hollandei* : A et B. jeunes céphalins (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; C. céphalin (id). *Cystocephalus dromii* : D. céphalin (d'après Geus, 1969) ; E. sporadin (id). *Cystocephalus* sp. : F. céphalin (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; G. sporadin (id). *Lophocephalus insignis* : H. céphalin (d'après Watson, 1916) ; I. sporadin (d'après Geus, 1969). *Lophocephalus fernandezi* : J et L. céphalins (d'après Théodoridès, 1958) ; K. sporadin (id) ; M. spores (id). *Lophocephalus* sp. : N. sporadin (d'après Théodoridès, 1961).

Cystocephalus hollandei Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964

Figure 5. A. B. C

Le jeune céphalin (jusqu'à 80 μ de long) est globuleux. L'épimérite, en volumineux bouton d'abord arrondi, puis conique, est porté par un col court. Chez le céphalin plus âgé, le col, à épicyte finement strié, s'allonge graduellement. Le céphalin âgé (plus de 100 μ) a un épimérite flétri dont l'entocyte communique avec celui du protomérite. L'épicyte est strié; les stries forment de fins festons le long du deutomérite. Les autres stades sont inconnus. Cette espèce est peut-être synonyme de *C. aethiopicus*.

Hôtes et localités :

Oxycara sp., Khartoum, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Rhytinota praelonga Reiche, Assab, Éthiopie, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1964)

Cystocephalus dromii (Gues. 1969)

Figure 5. D. E

Geus, A., 1969, Das Tierwelt Deutschlands, 57, p. 509

Oocephalus dromii Geus, 1969, p. 509

L'épimérite globuleux est porté par un col tronconique très court. L'ensemble col-épimérite est plus court que le protomérite. Céphalin et sporadin ont un deutomérite élargi vers le tiers antérieur et se terminant en pointe assez aiguë. L'espèce est de petite taille, atteignant au plus 180 μ de long sur 100 μ de large.

Hôte et localité :

Dromius quadrinotatus, Lichtenfels, Allemagne

Cystocephalus sp.

Figure 3. N

Théodoridès, J., 1961, Ann. Parasit. hum. et comp., 36, 1-2, p. 30

Sporadin trapu à épicyte plissé dans la deuxième moitié du deutomérite et à entocyte très dense.

Hôte et localité :

Pimelia torquata Baudé, Sarbolagh, Iran

Cystocephalus sp.

Figure 5. F. G

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965, Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 160

L'épimérite, porté par un col court, est en gros bouton ponctué. Le céphalin atteint 200 μ . Le sporadin est sans caractères particuliers. Cette grégarine paraît voisine de *C. algerianus*.

Hôte et localité :

Mesostena angustata Fab., environs de Khartoum, Soudan

Genre LOPHOCEPHALUS Labbé, 1899

Labbé, A., 1889, Sporozoa, in Das Tierreich, 5, p. 31

Lophorhynchus A. Schneider, 1882, p. 435

Le genre est caractérisé par un épimérite en couronne crénelée ou en collerette parfois entouré à la base d'éléments plus ou moins vésiculeux. Le nucléole est en long boudin contourné.

Le genre est parasite de Coléoptères Ténébrionides de l'Ancien Monde.

Lophocephalus insignis (A. Schneider, 1882) Labbé, 1899 Figure 5. H. I

Schneider, A., 1882, Arch. Zool. Exp. Gén., 10, p. 435

Lophorhynchus insignis Schneider, 1882, p. 435

L'épimérite est complexe : il est formé d'une couronne à bord crénelé entourée à sa base d'appendices vésiculeux, au nombre de 3 à 4 dizaines. Le protomérite est large et court, à bords très arrondis. Le deutomérite est massif, subsphérique, chez le céphalin ; son épicyte est strié longitudinalement. Le noyau est sphérique et le nucléole est en long boudin spiralé. Le céphalin atteint 600 à 1 000 μ .

Le sporadin a un deutomérite généralement plus allongé que celui du céphalin. Sa plus grande largeur est au voisinage du septum ; il se rétrécit ensuite régulièrement pour se terminer en pointe émoussée ; ce segment a la forme d'un triangle isocèle à base étroite et côtés au moins trois fois plus longs.

Le kyste subsphérique est orné d'éminences aérolaires ; il mesure 430 μ x 330 μ . La spore, d'un noir intense, mesure 10 μ .

Hôtes et localités :

Helops quisquilius, Bamberg, Allemagne, (Geus, 1969)

H. striatus Fourc., Tours, France, (Schneider, 1882)

Lophocephalus fernandesi Théodoridès, 1958

Figure 5. J. K. L. M

Théodoridès, J., 1958, Ann. Sc. Nat. Zool., 11, p. 107

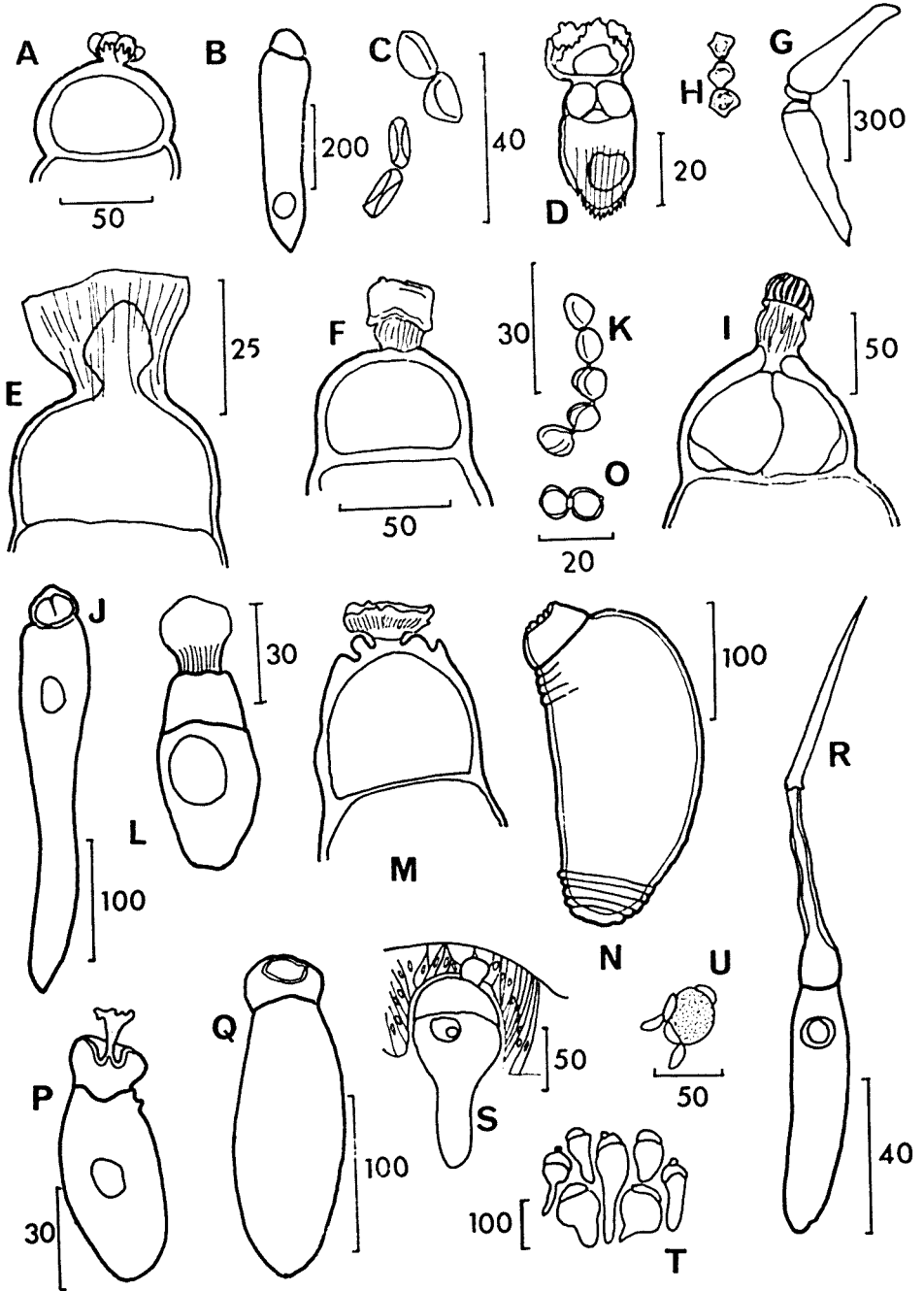
Le céphalin, de 40 à 200 μ , porte un épimérite en couronne, puis en collerette formée d'une dizaine à une trentaine de papilles serrées les unes contre les autres et aplaties à leur apex.

Le sporadin est de deux types : soit petit, globuleux, voire sphérique, de 90 à 250 μ , soit gros, allongé, à extrémité arrondie, de 350 à 500 μ . Parfois l'extrémité postérieure est annelée extérieurement.

Le kyste peut être sphérique, avec un diamètre de 350 μ , ou ovoïde, (400 μ x 350 μ) ; la surface du kyste est finement ornée. La spore mesure 10 μ x 8 μ .

Hôte et localité :

Hegeter amaroides Woll., *H. tristis* F., Santa Cruz de Ténérife, Canaries



Lophocephalus sp.

Figure 5. N

Théodoridès, J., 1961, Ann. Parasit. hum. et comp., 36, 1, 2, p. 29

Le sporadin, cordiforme, mesure 250μ de long sur 200μ de large ; le protomérite est arrondi ; le septum est net, l'épicyte épais et strié ; l'entocyte est plus dense dans le protomérite que dans le deutomérite. Le sporadin est parfois parasité (champignons ?).

Le kyste ovoïde mesure 400μ et est entouré d'une gangue de 50μ .

Hôte et localité :

Ocnera christophi Fst., Sarbolagh, Iran

Genre CAMPANACEPHALUS Théodoridès, 1955

Théodoridès, J., 1955, Bulletin de l'IFAN, 17, A, 3, p. 813

Le genre est caractérisé par un épimérite en bouton cannelé de nature épicytaire enfermant de fines digitations entocytaires. Le genre est parasite de Coléoptères Ténébrionides.

Campanacephalus villiersi Théodoridès, 1955

Figure 6. A. B. C

Théodoridès, J., 1955, Bulletin de l'IFAN, 17, A, 3, p. 813

L'épimérite est en bouton épicytaire cannelé (6 à 8 cannelures) renfermant de fines digitations entocytaires. Le bouton épicytaire semble très fragile. Le céphalin atteint 250μ . Le sporadin atteint 500μ .

Hôtes et localités :

Macropoda variolaris Olivier, Sénégal, (Théodoridès, 1955, B)

Gargilius sp., Mont Hoyo, route des grottes dans le Parc Albert, Congo, (Théodoridès et Jolivet, 1959)

Taraxides punctatus Fab. Semliki, Beni, Oysha, Campi-Ya-Miba, Ngite, Mutsora, Mwenda, Mabula, Mont Hoyo, Congo, (id)

Figure 6. *Campanacephalus villiersi* : A. céphalin (d'après Théodoridès et Jolivet, 1959 ; B. sporadin (id) ; C. spores (d'après Théodoridès, 1955). *Cystocephaloides prionothecae* : D. céphalin (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1963) ; G. association (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965 ; H. spore (id). *Stylocephaloides monodi* : I. céphalin (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; J. sporadin (id) ; K. spores (id). *Lophocephaloides thripteræ* : L et M. céphalins (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; N. sporadin (id). O. spores (id). *Lophocephaloides ardoini* : P. céphalin (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; Q. sporadin (id). *Xiphocephalus gladiator* : R. sporadin (d'après Théodoridès, 1963). *Lepismatophila ctenolepismae* : S. céphalin (d'après Lindsay, 1939) ; T. céphalins et sporadins (id) ; U. spores autour d'un reliquat cytoplasmique (id).

Genre CYSTOCEPHALOIDES Théodoridès et Jolivet, 1963

Théodoridès, J. et Jolivet, P., 1963, Ann. Parasit. hum. et comp. 38, 1, p. 16

Le genre est caractérisé par un épimérite complexe formé, chez le jeune céphalin, d'un bouton entouré d'une collerette épicytaire ayant l'aspect d'un manubrium de méduse. Cette collerette disparaît chez le céphalin âgé qui conserve un épimérite en bouton globuleux ou quadrangulaire. *Cystocephaloides* est parasite de Coléoptères Ténébrionides d'Égypte et du Soudan.

Cystocephaloides prionothecae Théodoridès et Jolivet, 1963

Figure 6. D. E. F. G. H

Théodoridès, J. et Jolivet, P., 1963, Ann. Parasit. hum. et comp. 38, 1, p. 16

Le céphalin atteint 400μ ; l'épimérite, en bouton conique, est entouré d'une collerette striée chez le jeune céphalin. Après la chute de la collerette, l'épimérite prend la forme d'un bouton quadrangulaire d'abord ouvert à son extrémité puis entièrement clos. Le sporadin atteint 590μ ; son entocyte est parfois très dense. La spore mesure $8 \mu \times 8 \mu$.

Hôte et localité :

Prionotheca coronata Ol., Abou Rawash, Égypte. (Théodoridès et Jolivet, 1963) Shembat, Tutti Island, Khartoum, Soudan, (Théodoridès, Desportes, Jolivet, 1965)

Genre STYLOCEPHALOIDES Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965, Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 149

L'épimérite, porté par un col cylindrique, est en bouton orné de côtes épicytaires qui persistent chez le céphalin âgé. Le protomérite du céphalin et du sporadin contient un axe mince longitudinal qui serait de nature épicytaire. *Stylocephaloides* est parasite de Coléoptères Ténébrionides du Soudan.

Stylocephaloides monodi Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965

Figure 6. I, J, K

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965, Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 150

Le jeune céphalin, de 25 à 40μ , est en toupie bicloisonnée; la partie antérieure, à côtes épicytaires, représente le proto-épimérite. Le céphalin âgé atteint $1\ 200 \mu$, dont 50 pour l'épimérite.

Le sporadin n'a pas de caractères particuliers, sinon la présence constante d'un axe protoméritique longitudinal; il atteint $1\ 400 \mu$.

La spore mesure $8 \mu \times 7 \mu$.

L'association et le kyste sont inconnus.

Hôtes et localités :

Adesmia antiqua Klug., Khartoum, Shembat, Tutti, Soudan

Pimelia grandis Klug., Khartoum, Soudan

Prionotheca coronata Ol., Tutti, Soudan

Genre LOPHOCEPHALOIDES Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965. Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 153

L'épimérite du jeune céphalin est en bouton volumineux. Chez le céphalin âgé il prend l'aspect d'une couronne florale plus ou moins flétrie. Le genre est parasite de Coléoptères Ténébrionides du Soudan.

Lophocephaloides thripteræ Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965

Figure 6, L. M. N. O

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965. Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 154

Le jeune céphalin (30 μ) est bisegmenté ; son proto-épimérite est en volumineux bouton arrondi. Le céphalin âgé (plusieurs centaines de microns) possède un épimérite en corolle flétrie. Le sporadin dépasse 500 μ . Céphalin et sporadin ont un épicyte finement strié. Le kyste, légèrement ovoïde, a un diamètre de 300 μ environ. La spore mesure 10 x 10 μ .

Hôte et localités :

Thriptera crinita Klug., Shembat, Khartoum, Soudan

Lophocephaloides ardoini Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965

Figure 6, P, Q

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965. Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 155

L'épimérite, peu différencié chez le jeune céphalin, se transforme ensuite en une corolle florale reliée au protomérite par un col court et évasé vers l'avant. L'endocyte du céphalin est densément ponctué de grains de paraglycogène. Le sporadin peut atteindre plusieurs centaines de microns. Association, kyste et spore sont inconnus.

Hôte et localités :

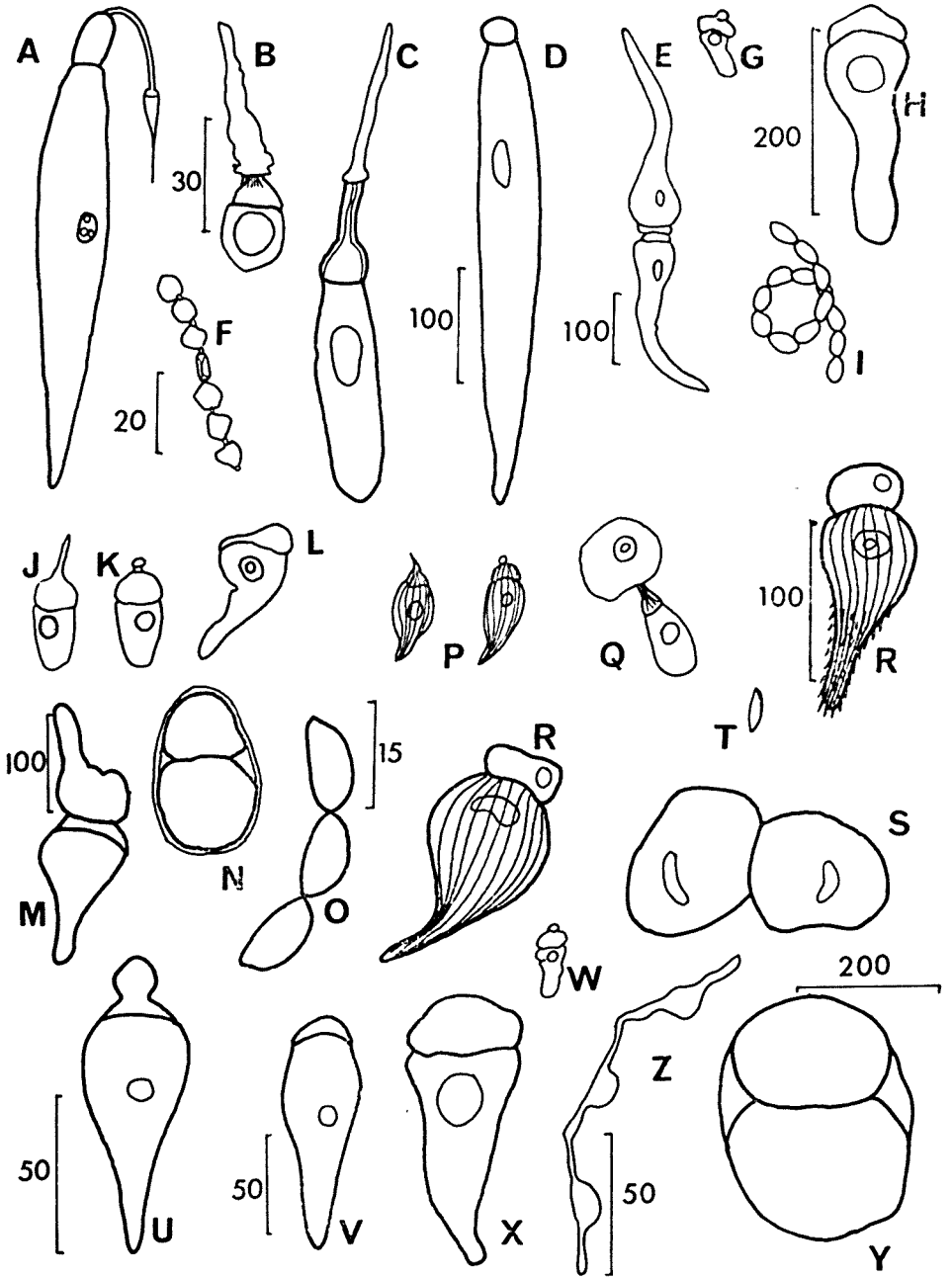
Pogonobasis raffrayi Haag, Burri, Khartoum, Soudan

Genre XIPHOCEPHALUS (Théodoridès, 1963)

Théodoridès, J., 1963, C. R. 88^e Congrès des Sociétés Savantes, 2, p. 679

Sous-Genre *Xiphocephalus* Théodoridès, 1963, p. 679

Genre *Stylocephalus* Ellis, 1912, p. 25, pro parte



Ce genre est caractérisé par un col filiforme portant un épimérite allongé, terminé en pointe aigüe ou émoussée. *Xiphocephalus* est parasite de Coléoptères Ténébrionides.

Xiphocephalus gladiator (Blanchard, 1905)

Figure 6. R

Blanchard, L. E., 1905. C. R. Ass. Franç., 33, p. 923

Stylorhynchus gladiator Blanchard, 1905, p. 923

Stylocephalus gladiator Watson, 1916, A, p. 161

Cette espèce est caractérisée par un épimérite exceptionnellement long et lancéolé ; l'ensemble col-épimérite peut être aussi long que le reste du corps. L'épimérite est formé d'une pointe xiphoïde effilée portée par un col filiforme ; il est généralement plus court que le col. Le céphalin atteint 400 μ .

Le sporadin atteint 700 μ . Sa région postérieure, de même que celle du céphalin, est parfois plissée transversalement. Le kyste, à surface ponctuée, a un diamètre de 280 μ . La spore est inconnue.

Hôte et localités :

Helenophorus collaris L., Nîmes, France, (Théodoridès, 1954, B) ; Grenoble, France, (Blanchard, 1905)

Xiphocephalus phaleriae (Tuzet et Ormières, 1955)

Figure 7. A

Tuzet, O. et Ormières, R., 1955, Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, Zool., 1, p. 56.

Stylocephalus phaleriae Tuzet et Ormières, 1955, p. 56

L'épimérite a la forme d'un fer de lance très effilé à son extrémité avec un bourrelet à la base. Il porte des stries linéaires faites de petites saillies épidermiques. Il est porté par un col très long, cylindrique. Le deutomérite est allongé ; son épicyte est épais. Le céphalin atteint 350 μ environ. Le kyste et

Figure 7. *Xiphocephalus phaleriae* : A. céphalin (d'après Tuzet et Ormières, 1955). *Xiphocephalus africanus* : B et C. céphalins, (d'après Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965) ; D. sporadin (id) ; E. association (id) ; F. spores (id). *Lepismatophila thermobiae* : G. céphalin (d'après Adams et Travis, 1935) ; H. sporadin (id) ; I. spores (id). *Lepismatophila parva* : J et K. céphalins (d'après Tuzet, Manier et Ormières, 1952) ; L. sporadin (id) ; M. association (id) ; N. syzygie (id) ; O. spores (id). *Lepismatophila campodea* : P. céphalins (d'après Tuzet, Manier et Ormières, 1952) ; Q. céphalin piqué dans une cellule-hôte (id) ; R. sporadins, dont l'un avec un revêtement postérieur de bactéries (id) ; S. association (id) ; T. spore (id). *Lepismatophila piliformis* : U. céphalin (d'après Geus, 1969) ; V. sporadin (id). *Colepismatophila watsonae* : W. céphalin (d'après Adams et Travis, 1935) ; X. sporadin (id) ; Y. kyste en formation (id) ; Z. spores (id).

la spore sont inconnus. Cette espèce paraît très voisine, sinon synonyme, de *X. gladiator*.

Hôte et localité :

Phaleria cadaverina F., Sète, France

Xiphocephalus africanus (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Figure 7, B, C, D, E, F

Théodoridès, J., Desportes, I. et Jolivet, P., 1965, Bulletin de l'IFAN, 27, A, 1, p. 146

Stylocephalus africanus Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965, p. 146

Le céphalin a un épimérite très allongé, en bonnet de nuit, porté par un col relativement court. La base du bonnet présente un rebord ponctué de gros grains de paraglycogène. Le sporadin atteint $600\ \mu$ et est très foncé en fin de croissance. Le kyste sphérique a un diamètre de $200\ \mu$. La spore mesure $10\ \mu \times 7\ \mu$.

Hôtes et localités :

Erodius granipennis Fairm. var. *maximus* Allard, Kénitra, Maroc

Pimelia grandis Klug., Tutti Island, Shembat, Khartoum, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

P. platynota Fairm., *P. rotundipennis* Kraatz, Kénitra, Maroc

Pogonobasis raffrayi Haag, subsp. nov., (Ardoïn, in litt.), Burri, Khartoum, Soudan, (Théodoridès, Desportes et Jolivet, 1965)

Prionotheca coronata Ol., Shembat, Tutti Island, Khartoum, Soudan, (id)

Thriptera crinita Klug., Khartoum, Shembat, Soudan, (id)

SOUS-FAMILLE LEPISMATOPHILINAE nov.

Possède les caractères de la famille ; parasites de Thysanoures et de Diploures ; épimérite simple, sans col, en stylet ou en sphère ; sporadin massif de petite taille atteignant rarement $500\ \mu$.

Clés des genres :

1. Spore sans prolongements filiformes *Lepismatophila*
2. Spore à prolongements filiformes *Colepismatophila*

Genre LEPISMATOPHILA Adams et Travis, 1935

Adams, J.A. et Travis, B.V., 1935, J. Parasit. Urbana, 21, p. 58

Stylocéphalides à épimérite en stylet régressant ensuite en bouton sphérique ; spore sans prolongements filiformes ; parasites de Thysanoures et de Diploures.

Lepismatophila thermobiae Adams et Travis, 1935 Figure 7. G. H. I
Adams, J.A. et Travis, B.V., 1935, J. Parasit. Urbana, 21, p. 58

Le céphalin a un épimérite globuleux ; il est fixé dans les coeca digestifs de l'hôte ; il atteint 335 μ .

Le sporadin a un protomérite aplati. Son deutomérite est triangulaire, à noyau sphérique. Le sporadin atteint environ 400 μ . Le kyste, d'abord blanc, devient noir à maturité. Il est ovoïde ou subsphérique et mesure, en moyenne, 300 μ x 215 μ . La spore, brune, mesure 13,6 μ x 6,8 μ .

Hôte et localité :

Thermobia domestica Pack, Thysanoures, Iowa, États-Unis.

Lepismatophila ctenolepismae Lindsay, 1939 Figure 6. S. T. U
Lindsay, E., 1939, Proc. Roy. Soc. Vict., 51, p. 100

Le céphalin a un épimérite sphérique ; le sporadin atteint 390 μ x 164 μ . Le kyste est sphérique (245 μ de diamètre) ou ovale (315 μ x 460 μ), sa paroi est noire, mesure 16 μ x 5 μ x 4 μ .

Hôte et localités :

Ctenolepisma longicaudata Esch., Thysanoures, Australie.

Lepismatophila parva Tuzet, Manier et Ormières, 1952 Figure 7. J à O
Tuzet, O., Manier, J.F., Ormières, R., 1952, Ann. Sc. Nat. Zool., 11ème sér., 14, p. 87

Le céphalin a un épimérite en stylet qui se différencie ensuite en bouton globuleux. Le sporadin est massif, à large protomérite. Le deutomérite de 170 μ x 70 μ porte généralement un prolongement caudal.

Le kyste ovoïde mesure 240 μ x 180 μ .

La spore, à paroi épaisse et sculptée, mesure 14 μ de long.

Hôte et localité :

Ctenolepisma lineata Esch., Thysanoures, Sète, France.

Lepismatophila campodea Tuzet, Manier et Ormières, 1952 Figure 7. P à T
Tuzet, O., Manier, J.F., Ormières, R., 1952, Ann. Sc. Nat. Zool., 11ème sér., 14, p. 87

L'épimérite, d'abord allongé, se transforme en une sphérule. Jusqu'à la syzygie, la grégarine reste généralement fichée dans une cellule épithéliale qu'elle entraîne dans la lumière intestinale. La grégarine ne dépasse pas 150 μ . Elle présente des myonèmes longitudinaux bien développés. Elle est souvent couverte

de bactéries filiformes dans sa région postérieure. Le kyste n'a pas été décrit ; la spore mesure 14μ .

Hôtes et localité :

Campodea augens, *C. monspessulana*, Diploures, Sète, France

Lepismatophila piliformis Rauchalles in litt.

Figure 7. U à V

D'après Geus, 1969, *Das Tierwelt Deutschlands*, 57, p. 517

L'épimérite est sphérique et le protomérite très aplati ; le deutomérite a sa plus grande largeur vers le tiers antérieur ; la largeur décroît ensuite régulièrement et il se termine en pointe émoussée. Le sporadin atteint 130μ environ. Kyste et spore sont inconnus. Cette espèce paraît très voisine, sinon synonyme, de *L. campodea*.

Hôte et localité :

Campodea staphylinus, Diploures, Erlangen, Bayreuth, Allemagne

Genre COLEPISMATOPHILA Adams et Travis, 1935

Adams, J.A. et Travis, B.V., 1935, *J. Parasit. Urbana*, 21, p. 58

L'épimérite est en simple bouton sphérique. La spore porte deux prolongements filiformes. Parasites de Thysanoures.

Colepismatophila watsonae Adams et Travis, 1935

Figure 7. W à Z

Adams, J.A. et Travis, B.V., 1935, *J. Parasit. Urbana*, 21, p. 5

L'épimérite est globuleux et sessile, le protomérite subsphérique et le deutomérite conoïde. La longueur totale ne dépasse pas 560μ environ. Le kyste ovoïde, d'abord blanc, devient noirâtre à maturité. Ses dimensions moyennes sont $360 \mu \times 232 \mu$. La spore, brune, a un corps central asymétrique mesurant $16,5 \mu \times 9,7 \mu$. Elle est pourvue de deux prolongements filamenteux mesurant $21,1 \mu$ de long et $1,5 \mu$ de large.

Hôte et localités :

Thermobia domestica (Pack), Thysanoures, Iowa, États-Unis, (Adams et Travis, 1935) ; Angleterre, (Crusz, 1957)

Stylocéphalides indéterminés

1. Sporadins d'assez petite taille chez *Hadrus carbonarius* Quen., Ténébrionide de Funchal, Madère, (Théodoridès, 1961, A, p. 287)
2. Sporadins non décrits chez *Opatrum hispida* Brullé, *Pimelia angulata* Fab., *P. theveti* Sén., Ténébrionides d'Abou-Rawash, Égypte, (Théodoridès et Jolivet, 1963)

Liste des hôtes et de leurs grégaires

DIPLOURES

<i>Campodea augens</i>	<i>Lepismatophila campodea</i>
<i>Campodea monspessulana</i>	<i>Lepismatophila campodea</i>
<i>Campodea staphylinus</i>	<i>Lepismatophila piliformis</i>

THYSANOURES

<i>Ctenolepisma lineata</i>	<i>Lepismatophila parva</i>
<i>Ctenolepisma longicaudata</i>	<i>Lepismatophila ctenolepismae</i>
<i>Thermobia domestica</i>	<i>Lepismatophila thermobiae</i>
	<i>Colepismatophila watsonae</i>

PLANIPENNES

<i>Acanthaclisis baeticus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
-------------------------------	---------------------------------

COLÉOPTÈRES ÉROTYLIDES

<i>Megalodacne abnormalis</i>	<i>Stylocephalus hispanus</i>
-------------------------------	-------------------------------

COLÉOPTÈRES MYCÉTOPHAGIDES

<i>Mycetophagus atomarius</i>	<i>Stylocephalus eledonae</i>
<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	<i>Stylocephalus eledonae</i>
<i>Mycetophagus piceus</i>	<i>Stylocephalus eledonae</i>

COLÉOPTÈRES TÉNÉBRIONIDES

<i>Adesmia antiqua</i>	<i>Stylocephaloides monodi</i>
<i>Adesmia dilatata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Adesmia karelini</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Adesmia metallica</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Adesmia procera</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Akis sp.</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Akis acuminata</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Akis elegans</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Akis elevata</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Akis punctata</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Asida sp.</i>	<i>Stylocephalus giganteus</i>
<i>Asida dejeani</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Asida grisea</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Asida jurinei</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Asida opaca</i>	<i>Stylocephalus giganteus</i>
<i>Asida sericea</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Blaps sp.</i>	<i>Stylocephalus eastoni</i>
	<i>Stylocephalus giganteus</i>
	<i>Stylocephalus longicollis</i>
	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Blaps bifurcata</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>

<i>Blaps gibba</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Blaps gigas</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
	<i>Stylocephalus gigas</i>
<i>Blaps inflata</i>	<i>Stylocephalus eastoni</i>
<i>Blaps lethifera</i>	<i>Stylocephalus gigas</i>
<i>Blaps lusitanica</i>	<i>Stylocephalus sp.</i>
	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Blaps mortisaga</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Blaps mucronata</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
	<i>Stylocephalus gigas</i>
<i>Blaps persica</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Blaps polychresta</i>	<i>Stylocephalus eastoni</i>
<i>Blaps pterotapha</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Blaps requieni</i>	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Blaps sulcata</i>	<i>Stylocephalus sp.</i>
	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Crypticus quisquilius</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Cythogenia lucifuga</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Dailognatha quadricollis</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Dendarus messenius</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>D. piceus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Dromius quadrinotatus</i>	<i>Cystocephalus dromii</i>
<i>Eledona agaricola</i>	<i>Stylocephalus eledonae</i>
<i>Eleodes sp.</i>	<i>Stylocephalus giganteus</i>
<i>Eleodes hispilabris</i>	<i>Stylocephalus giganteus</i>
<i>Erodius emondi</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Erodius granipennis</i>	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Erodius puncticollis</i>	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Eusattus sp.</i>	<i>Stylocephalus giganteus</i>
<i>Gargilius sp.</i>	<i>Campanacephalus villiersi</i>
<i>Gonocephalum sp.</i>	<i>Stylocephalus filiformis</i>
<i>Gonocephalum arenarium</i>	<i>Stylocephalus ingeri</i>
<i>Gonocephalum controversum</i>	<i>Stylocephalus filiformis</i>
<i>Gonocephalum helopoides</i>	<i>Stylocephalus bahli</i>
<i>Gonocephalum hoffmanseggi</i>	<i>Stylocephalus conoides</i>
	<i>Stylocephalus devdhari</i>
	<i>Stylocephalus mesomorphi</i>
<i>Gonocephalum japanum</i>	<i>Stylocephalus japonicus</i>
<i>Gonocephalum planatum</i>	<i>Stylocephalus filiformis</i>
<i>Gonocephalum prolixum</i>	<i>Stylocephalus filiformis</i>
<i>Gonocephalum pubens</i>	<i>Stylocephalus japonicus</i>
<i>Gonocephalum simplex</i>	<i>Stylocephalus ingeri</i>
	<i>Stylocephalus filiformis</i>
<i>Gonocnemis sp.</i>	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Hadrus carbonarius</i>	<i>Stylocéphalide indéter.</i>
<i>Hegeter amariodes</i>	<i>Lophocephalus fernandesi</i>
<i>Hegeter tristis</i>	<i>Lophocephalus fernandesi</i>
<i>Helenophorus collaris</i>	<i>Xiphocephalus gladiator</i>
<i>Heliopathes littoralis</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Heliopathes montivagus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Helops quisquilius</i>	<i>Lophocephalus insignis</i>
<i>Helops striatus</i>	<i>Lophocephalus insignis</i>
<i>Himatismus villosus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>

<i>Hoplarion bedeli</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
<i>Macropoda variolaris</i>	<i>Campanacephalus villiersi</i>
<i>Melanocratus sp.</i>	<i>Cystocephalus madagascariensis</i>
<i>Mesomorphus longulus</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Mesostena angustata</i>	<i>Cystocephalus sp.</i>
<i>Micranterus gerstaeckeri</i>	<i>Stylocephalus micranteri</i>
<i>Microstitus semicostatus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Morica sp.</i>	<i>Stylocephalus hispanus</i>
<i>Morica favieri</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Morica planata</i>	<i>Stylocephalus longicollis</i>
	<i>Stylocephalus hispanus</i>
	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Nyctobates pennsylvanica</i>	<i>Cystocephalus leidy</i>
<i>Ocnera christophi</i>	<i>Lophocephalus sp.</i>
<i>Opatroides vicinis</i>	<i>Stylocephalus indicus</i>
<i>Opatrum alternatum</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Opatrum hispida</i>	<i>Stylocephalide indéter.</i>
<i>Opatrum sabulosum</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Oxycara sp.</i>	<i>Cystocephalus hollandei</i>
<i>Pachychila intermedia</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pedinus sp.</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Pedinus quadratus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Pentaphyllus testaceus</i>	<i>Stylocephalus eledonae</i>
<i>Phaleria cadaverina</i>	<i>Xiphocephalus phaleriae</i>
<i>Phanerotama sp.</i>	<i>Cystocephalus aethiopicus</i>
<i>Phrynocolus tenuesculptus</i>	<i>Stylocephalus pauliani</i>
<i>Phrynocolus ovipennis</i>	<i>Stylocephalus pauliani</i>
<i>Phylan abbreviatus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Phylan gibbus</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Pimelia sp.</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia angulata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Stylocéphalide indéter.</i>
<i>Pimelia atlantis</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia bipunctata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia brisouti</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Stylocephalus ophioides</i>
<i>Pimelia criba</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia elevata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia fornicata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pimelia grandis</i>	<i>Stylocephaloïdes monodi</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Pimelia interjecta</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Pimelia platynota</i>	<i>Stylocephalus ophioides</i>
	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Pimelia rotundipennis</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Pimelia rugosa</i>	<i>Stylocephalus eastoni</i>
	<i>Stylocephalus longicollis</i>
	<i>Cystocephalus algerianus</i>

<i>Pimelia theveneti</i>	Stylocéphalide indéter.
<i>Pimelia torquata</i>	<i>Cystocephalus</i> sp.
<i>Pimelia tristis</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Pogonobasis raffrayi</i>	<i>Lophocephaloides ardoini</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Prionotheca coronata</i>	<i>Cystocephaloides prionothecae</i>
	<i>Stylocephaloides monodi</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Prionychinus ater</i>	<i>Stylocephallus longicollis</i>
<i>Psammophanes raffrayi</i>	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Psammophanes rubrolineatus</i>	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Pseudoblaps javana</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Quadrideres interioris</i>	<i>Stylocephalus phalloides</i>
<i>Rhytinota praelonga</i>	<i>Cystocephalus aethiopicus</i>
	<i>Cystocephalus hollandei</i>
<i>Scaurus tristis</i>	<i>Stylocephallus longicollis</i>
<i>Scleron orientale</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Sedenis valgipes</i>	<i>Stylocephalus sedenis</i>
<i>Setenis foveicollis</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Setenis semisulcata</i>	<i>Stylocephalus oblongatus</i>
<i>Selinus abacoides</i>	<i>Stylocephalus pauliani</i>
<i>Stenosis angustata</i>	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Taraxides punctatus</i>	<i>Campanacephalus villiersi</i>
<i>Tentyria herculeana</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Tentyria mucronata</i>	<i>Stylocephalus variabilis</i>
<i>Tentyria tessulata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Tenthyrina orbiculata</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Thriptera asphaltidis</i>	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Thriptera crinita</i>	<i>Lophocephaloides thripterae</i>
	<i>Xiphocephalus africanus</i>
<i>Trachyderma hispida</i>	<i>Cystocephalus albrechti</i>
	<i>Cystocephalus aethiopicus</i>
<i>Zophosis</i> sp.	<i>Cystocephalus algerianus</i>
<i>Zophosis sulcata</i>	<i>Stylocephalus variabilis</i>

Références

- ADAMS, J. A. and B. V. TRAVIS, 1935. Two new species of gregarine protozoa from the fire-brat *Thermobia domestica* Pack. (*Thysanura*). *J. Parasit. Urbana*, **21**: 56-59.
- BLANCHARD, L. F., 1905. Deux Grégarines nouvelles parasites de Ténébrionides des Maures. *C. r. Ass. fr.*, **33**: 923-928.
- CRUSZ, H., 1957. Gregarines Protozoa of Silverfish (Insecta, Thysanura) from Ceylon and England with recognition of a new genus. *J. Parasit. Lankester*, **43**: 90-92.
- DESAI, R. N., 1965, A. Tetraploidy in a Cephaline Gregarine *Stylocephalus conoides* Devdhar. *Naturwissenschaften*, **52**: 146-147.
- DESAI, R. N., 1965, B. Chromosome cycle in the Gregarine *Stylocephalus elongatus* Devdhar. *Naturwissenschaften*, **52**: 649-650.
- DESAI, R. N., 1966. Chromosome cycle in the Gregarine *Stylocephalus mesomorphi* Dev. *Parasitology*, **56**: 199-208.

- DEVDHAR, M. J., 1962. Studies on Gregarines of Arthropods of Mysore State. Thèse de PhD non publiée, Karnatak Sc. Coll.
- DIESING, K. M., 1851. Systema Helminthicum, *Vindobonae, W. Braumüller*, **2**, 6, Vienne, 591 p.
- ELLIS, M. M., 1912. A new species of Polycystid Gregarine from the United States. *Zool. Anz.*, **39**: 25-27.
- ELLIS, M. M., 1913. A descriptive list of the Cephaline Gregarines of the New-World. *Trans. Am. microsc. Soc.*, **32**: 259-296.
- FILIPPONI, A., 1949. Studi sugli Stylocephalidae (Sporozoa). I. Due nuovi Stilocefalidi parassiti di *Blaps gigas* L. *Riv. di Parassit. Rome*, **10**: 205-229.
- FILIPPONI, A., 1951. Studi sugli Stylocephalidae (Sporozoa). IV. Descrizione di un nuovo Stilocefalide (*Stylocephalus mucronatus* n. sp.) con le diagnosi di *Stylocephalus gigas* e *S. reticulatus*. *Re. Ist. sup. Sanita*, **14**: 247-258.
- FOERSTER, H., 1938. Gregarinen in Schlesischen Insekten. *Z. ParasitKde*, **10**: 157-209.
- FRANTZIUS, A., 1846. Observationes quaedam de Gregarinis : *Dissertatio inauguralis. Alma litterarum Universitat Friderica Guilelma. Berolini typis Gustavi Schade, Berlin*, 35 p., 1 pl.
- FRANTZIUS, A., 1848. Einege nachtragliche Bemerkungen über Gregarinen. *Arch. Naturgesch.*, **14**(1): 188-196, 1 pl.
- GAEDE, H. M., 1815. Beytraege zur Anatomie der Insekten. Hamburg-Altona.
- GEUS, A., 1969. Die Tierwelt Deutschlands, **57**, *Sporentierchen, Sporozoa, Die Gregarinen*; *Gustav Fischer Verlag, Iena*, 608 p.
- GIBBS, A. J., 1946. *Stylocephalus ingeri* sp. n. a cephaline Gregarine found in the gut of *Gonocephalum arenarium* (Col.). *Trans. R. Soc. S. Afr.*, **31**: 169-180.
- HALL, M. C., 1912. The Parasite Fauna of Colorado. *Colo. Coll. Publs Sci. Ser.*, **12** (10) : 329-384.
- HAMMERSCHMIDT, K. E., 1838. Helminthologische Beytraege. *Isis (Oken)*, **5**: 351-358.
- HOSHIDE, H., 1951. Studies on the Gregarines from the Coleoptera in Japan. I. *J. Sci., Yamaguchi*, **2**: 93-106.
- HOSHIDE, H., 1953. Studies on the Gregarines from the Coleoptera in Japan. II. *Bull. Fac. Educ., Yamaguchi Univ.*, **2** (1) : 70-81.
- LABBÉ, A., 1899. Sporozoa, in *Das Tierreich*, **5**, R. Friedländer und Sohn, Berlin, 20 : 180 p.
- LANKESTER, E. R., 1863. On our present knowledge of the Gregarinidae, with descriptions of three new species belonging to that class. *Q. Jl microsc. Soc.*, **3**: 83-96.
- LÉGER, L., 1904. La reproduction sexuée chez les *Stylorhynchus*. *Arch. Protistenk.*, **3**: 303-357.
- LEIDY, J., 1889. On several Gregarines and a singular mode of conjugation of one of them. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, **41**: 9-11.
- LINDSAY, E., 1939. Two new Gregarines from *Ctenolepisma longicaudata*, with notes on forms in other Silverfish. *Proc. R. Soc. Vict. N. S.*, **51**: 99-111.
- MISRA, P. L., 1941. Observations on a new Gregarine *Stylocephalus bahli* sp. n. from the alimentary canal of an indian beetle, *Gonocephalum helopoides*. *Rec. Indian Mus. Calcutta*, **43**: 43-72.
- MISRA, P. L., 1942. A new Gregarine *Stylocephalus indicus* n. sp. from a beetle. *Rec. Indian Mus. Calcutta*, **44**: 339-340.
- SCHNEIDER, A., 1875. Contribution à l'histoire des Grégarines des Invertébrés de Paris et de Roscoff. *Archs Zool. exp. gén.*, **4**: 493-604, 8 pl.

- SCHNEIDER, A., 1882. Seconde contribution à l'histoire des Grégarines. *Archs Zool. exp. gén.*, **10**: 423-450.
- SCHNEIDER, A., 1884. Sur le développement de *Stylorhynchus longicollis*. *Archs Zool. exp. gén.*, **2**: 1-36.
- SCHNEIDER, A., 1886. Grégarines nouvelles ou peu connues. *Tabl. Zool.*, 90-103.
- STEIN, F., 1848. Über die Natur der Gregarinen. *Arch. Anat. Physiol. Med.*, 1848 : 182-223.
- THÉODORIDÈS, J., 1954, A. Morphologie, hôtes et répartition géographique de *Cystocephalus algerianus* Schneider var. *mauritanica* Tuzet et Théodoridès. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **79**: 452-458.
- THÉODORIDÈS, J., 1954, B. Description complémentaire de *Stylocephalus gladiator* Blanchard, 1905. *Annl's Parasit. hum. comp.*, **29**: 33-36.
- THÉODORIDÈS, J., 1954, C. *Leidyana leidy* Watson Kamm 1917 est un *Cystocephalus* (Eugregarina, Stylocephalidae). *Annl's Parasit. hum. comp.*, **29**: 596-97.
- THÉODORIDÈS, J., 1955, A. Grégarines parasites de Coléoptères Ténébrionides d'Israël. *Annl's Parasit. hum. comp.*, **30**: 161-173.
- THÉODORIDÈS, J., 1955, B. *Campanacephalus villiersi* n. gen. n. sp. (Eugregarina, Stylocephalidae) parasite de *Macropoda variolaris* O1. (Col. Tenebrionidae). *Bulletin de l'IFAN*, **17**, A, (3) : 813-817.
- THÉODORIDÈS, J., 1955, C. Grégarines de Coléoptères du Maroc. *Archs Inst. Pasteur, Maroc*, **5** (1) : 3-14.
- THÉODORIDÈS, J., 1955, D. Contribution à l'étude des parasites et phorétiques de Coléoptères terrestres. *Vie Milieu*, **1**, Supp. 4, 310 p.
- THÉODORIDÈS, J., 1958. Deux nouvelles Eugrégarines parasites des *Hegeter* (Coleoptera Tenebrionidae) des Iles Canaries : *Gregarina joliveni* n. sp. (Gregarinidae) et *Lophocephalus fernandezii* n. sp. (Stylocephalidae). *Annl's Sci. nat. Zool.*, 11ème sér., 105-110, 1 pl.
- THÉODORIDÈS, J., 1959. Eugrégarines parasites de Coléoptères Ténébrionides de Madagascar. *Mém. Inst. scient. Madagascar*, **A**, **13**: 9-31.
- THÉODORIDÈS, J., 1960, A. Quelques Eugrégarines parasites d'Arthropodes terrestres des Alpes-Maritimes. *Annl's Parasit. hum. comp.*, **35** (1-2) : 5-14.
- THÉODORIDÈS, J., 1960, B. Quelques parasites de Coléoptères Ténébrionides d'Espagne. *Annl's Parasit. hum. comp.*, **35**: 762-763.
- THÉODORIDÈS, J., 1960, C. Quelques Arthropodes de Grèce et leurs parasites. *Vie Milieu*, **11** (2) : 322-323.
- THÉODORIDÈS, J., 1960, D. Parasites et phorétiques de Coléoptères et Myriapodes de Richelieu (Indre-et-Loire). *Annl's Parasit. hum. comp.*, **35** (4) : 488-503.
- THÉODORIDÈS, J., 1961, A. Remarques biogéographiques sur quelques parasites de Coléoptères insulaires. *Colloques int. Cent. natn Rech. scient.*, **94**. Le peuplement des îles méditerranéennes et le problème de l'insularité, Banyuls sur mer, 1959, 283-290.
- THÉODORIDÈS, J., 1961, B. Sporozoaires (Grégarines et Coccidies) parasites d'Arthropodes d'Iran. *Annl's Parasit. hum. comp.*, **36** (1-2) : 17-38.
- THÉODORIDÈS, J., 1963, A. À propos du genre *Stylocephalus* Ellis 1912 (Eugregarina Stylocephalidae). *C. r. 88ème Congr. Socs Sav.*, **11**, Gauthier-Villars, 1964, 679-682.
- THÉODORIDÈS, J., 1963, B. Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales, **8**, Sporozoaires et Cnidosporidies. *Vie Milieu*, Supp. **14** (4) : 36 p.
- THÉODORIDÈS, J., 1966. Sur la répartition géographique de *Stylocephalus filiformis* Théod. 1959 (Eugregarina Stylocephalidae). *Vie Milieu*, **17** (2C) : 843-844.

- THÉODORIDÈS, J. et I. DESPORTES, 1966. Quelques Grégarines de Coléoptères du Laos. *Protistologica*, **2** (2) : 53-58.
- THÉODORIDÈS, J., I. DESPORTES et P. JOLIVET, 1964. Grégarines parasites de Coléoptères d'Éthiopie. *Annls Parasit. hum. comp.*, **39** (1) : 1-31.
- THÉODORIDÈS, J., I. DESPORTES et P. JOLIVET, 1965. Grégarines parasites de Coléoptères Ténébrionides de la région de Khartoum (République du Soudan). *Bulletin de l'IFAN*, **27**, A, 1 : 139-164.
- THÉODORIDÈS, J. et P. JOLIVET, 1959. Eugrégarines parasites de Coléoptères. *Explor. Parc natn. Albert*, **2**, 8, 95 p., 5 pl., 1 carte (Institut des Parcs nationaux du Congo belge).
- THÉODORIDÈS, J. et P. JOLIVET, 1963. Quelques Eugrégarines Stylocephalides parasites de Coléoptères Ténébrionides d'Égypte. *Annls Parasit. hum. comp.*, **38** (1) : 11-21.
- THÉODORIDÈS, J. et R. ORMIÈRES, 1958. Quelques Eugrégarines parasites d'Arthropodes de la région de Banyuls. *Vie Milieu*, **9** (4) : 310-324.
- THÉODORIDÈS, J. et F. PIERRE, 1960. Grégarines Stylocéphalides et leurs Coléoptères Ténébrionides (Spécificité et répartition des parasites chez leurs hôtes.) *Act. 11ème Congr. int. Ent. Vienne*, 1960, **1**: 568-571.
- TUZET, O., J. F. MANIER et R. ORMIÈRES, 1952. Deux nouvelles espèces de Grégarines du genre *Lepismatophila* parasites de l'intestin de *Ctenolepisma lineata* Esch. et de *Cam-podea augens* Silvestri. *Annls Sci. nat. Zool.*, 11ème sér., **16**: 89-93.
- TUZET, O. et R. ORMIÈRES, 1955. Sur quelques Grégarines parasites de Ténébrionides. *Recl Trav. Fac. Sci. Montpellier, Zool.*, **1**: 57-64.
- TUZET, O. et R. ORMIÈRES, 1956. Sur quelques Grégarines de la région de Sète. *Annls Parasit. hum. comp.*, **31**: 317-330.
- TUZET, O. et J. THÉODORIDÈS, 1951. Grégarines nouvelles de Coléoptères Ténébrionides. *Annls Parasit. hum. comp.*, **26**: 394-406.
- WATSON, M. E., 1916, A. Studies on Gregarines, including descriptions of twenty one new species and a synopsis of the Eugregarines records from the Myriapoda, Coleoptera and Orthoptera. *Illinois biol. Monogr. Urbana* (2), **3**: 211-468.
- WATSON, M. E., 1916, B. Observations on Polycystid Gregarines from Arthropoda. *J. Parasit. Urbana*, **3**: 65-75.
- WATSON-KAMM, M. E., 1917. Notes on Known Gregarines. *J. Parasit. Urbana*, **4**: 40-43.

CORRÉLATION ENTRE LE COEFFICIENT DE FORME ET LE TAUX DE CROISSANCE DE L'ÉPINETTE NOIRE

M. BOUDOUX et J.D. GAGNON

*Laboratoire de Recherches forestières
Ministère des Pêches et des Forêts, Québec.*

Résumé

Le coefficient de forme de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) à maturité et croissant sur des stations de qualité différente de la région boréale du Québec a été déterminé. Les résultats de l'étude, effectuée sur 83 épinettes noires ont démontré que le coefficient de forme absolu, — tel que défini par Riniker —, augmentait avec le taux de croissance de l'arbre exprimé par sa hauteur à 50 ans.

En vue d'une application pratique de nos résultats, nous avons établi l'équation suivante : $\hat{Y} = .32310 + .003257X$ (\hat{Y} = le coefficient de forme prédit, X = le taux de croissance).

Abstract

The tree form factor of mature black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) growing on different site classes of the Quebec Boreal Forest Region has been determined. Results of a study on 83 black spruce indicated that the Riniker's absolute form factor increases with tree growth expressed by its height at 50 years.

To facilitate the practical application of the results, we have established the following equation : $\hat{Y} = .32310 + .003257X$, where \hat{Y} = the absolute form factor, and X = the rate of growth.

Introduction

Le but de cette étude était de connaître l'influence du taux de croissance (individual tree index) de l'épinette noire de la région boréale du Québec, section Bla (Rowe, 1959) sur son coefficient de forme absolu (rapport entre le volume de l'arbre à partir de son diamètre à hauteur de poitrine (d.h.p.) et celui d'un cylindre correspondant).

À la suite sans doute du conflit d'opinions d'envergure entre les professeurs Karpov (1951) et Voropanov (1954) sur la relation entre le coefficient de forme et l'indice de station écologique (site index), de nombreuses études ont été publiées sur le sujet et des formules ont été développées en vue d'évaluer le volume exact de l'arbre en fonction du milieu. Dans ces études, tantôt

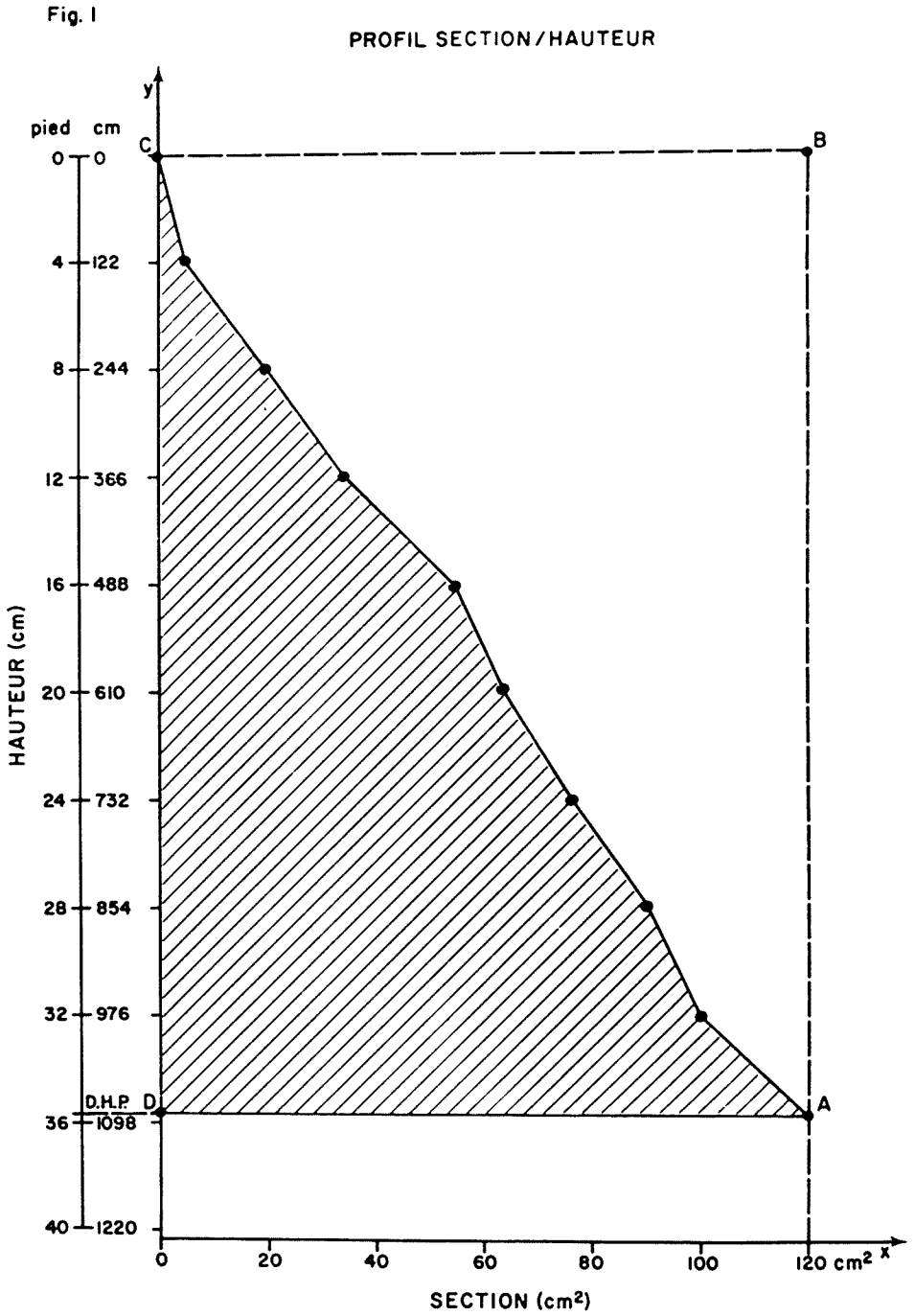


FIG. 1. Modèle du profil d'un arbre donnant la relation entre sa hauteur à partir du d.h.p. et sa section correspondante.

l'accent est mis sur l'évaluation du taux de croissance (Honer, 1965 ; Heger, 1968 ; Evert, 1970), tantôt sur les techniques d'évaluation de la forme et du volume de l'arbre (Smith et Breadon, 1964 ; Stiell et von Althen, 1964 ; Berry, 1965 ; Newman, 1967 ; Bonnor, 1968).

Comme la plupart de ces études ont trait à des plantations et que celles se rapportant à un peuplement naturel ayant atteint sa maturité ne sont pas directement reliées à l'épinette noire, il nous a semblé utile de déterminer la relation entre le taux de croissance et le coefficient de forme de cette essence croissant en milieu naturel.

Matériel et méthodes

Dans des forêts à maturité, 83 épinettes noires, de la portion dominante et codominante de peuplements distribués en 14 endroits différents d'une région climatique donnée, ont été abattues. La hauteur totale, le diamètre au d.h.p. et à la souche ainsi que l'âge ayant été déterminés, chaque arbre a été sectionné en billes de quatre pieds et une tronce d'un pouce d'épaisseur fut prélevée à la base de chaque bille et amenée en laboratoire.

Au laboratoire, sur des axes perpendiculaires de chacune des troncs, on a déterminé à l'aide d'un binoculaire, l'accroissement sur le rayon par périodes de cinq ans, et la superficie exacte de sa section. Le rayon moyen de la tronce fut également déterminé. On a pu alors tracer pour chaque arbre un profil (fig. 1) donnant la relation entre la hauteur de l'arbre à partir du d.h.p. et sa section correspondante (Hush, 1956 ; Brace et Magar, 1968 ; Heger, 1968). Le volume de chaque arbre, représenté par la surface hachurée ACD de la figure 1, ainsi que le volume d'un cylindre correspondant représenté par la surface rectangulaire CDAB ont alors été déterminés. Le rapport de la surface hachurée sur celle rectangulaire n'est autre que le coefficient de forme absolu de Riniker (Spurr, 1952).

Chaque arbre a été considéré comme unité d'échantillonnage et son indice de fertilité à 50 ans (fig. 2) a été déterminé à l'aide des courbes de fertilité de Linteau (1959) pour l'épinette noire du Québec.

Résultats

La relation entre l'indice de fertilité de chaque arbre à 50 ans et son coefficient de forme apparaît à la figure 2 sous la forme de l'équation linéaire $\hat{Y} = a_0 + a_1X$ où \hat{Y} représente le coefficient de forme prédit et X l'indice de fertilité observé. Cette équation prend les valeurs suivantes :

$$\hat{Y} = .32310 + .00325 X$$

avec un coefficient de corrélation de .750 pour 83 déterminations.

Ce coefficient de corrélation s'est avéré significativement différent de zéro à plus de 99%.

Nous avons aussi défini l'intervalle de confiance de la droite de régression par les deux paraboles Y_s et Y_i (fig. 2).

Les deux paraboles U_s et U_i définissent un intervalle de confiance (au seuil de .05) pour tout nouveau point pris au hasard.

Discussion

Les segments qui unissent les différents points mesurés sur la tige de l'arbre sont des droites et n'épousent pas nécessairement le profil de l'arbre (fig. 1). Conséquemment, si l'on intègre la surface comprise entre les deux

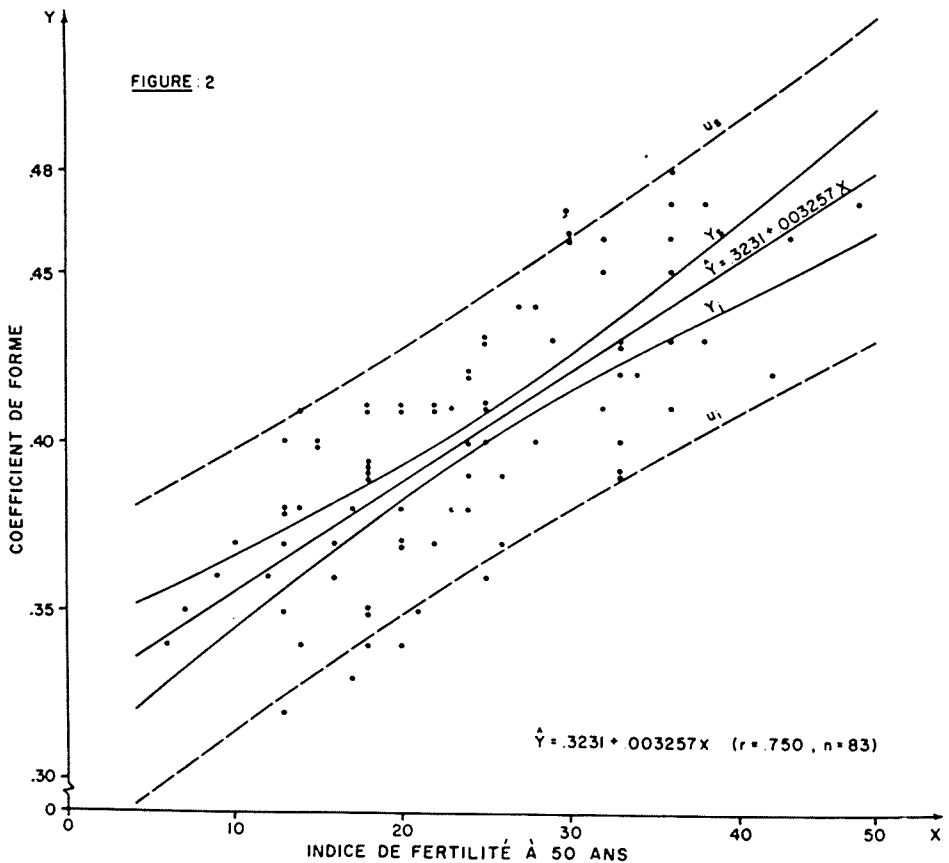


FIG. 2. Relation entre l'indice de site de chaque arbre et son coefficient de forme.

axes ADC et la ligne brisée, on obtient le volume approximatif de l'arbre. Cette approximation, cependant, est très valable. En effet, d'après Bonnor (1968) l'interpolation par des segments de droite entre les points mesurés ne diminue que de très peu la précision dans la détermination du volume de l'arbre. De plus, la longueur des segments de la droite étudiée par Bonnor (1968) était beaucoup plus grande que celle des segments de notre arbre modèle. En effet, l'arbre présenté à la figure 1 ne dépassait pas 5 pouces de diamètre et nous y avons étudié 9 sections alors que celui de Bonnor (1968) atteignait 8 pouces de diamètre pour 5 sections étudiées. Il s'ensuit donc que, nonobstant la différence d'essences étudiées (Behre, 1924), notre approximation du volume se rapproche de très près du volume exact de l'arbre.

S'il est vrai que la variation du coefficient de forme est partiellement liée à des facteurs d'ordre génétique (Behre, 1923) et sylvicole (Berry, 1965) il n'en reste pas moins qu'une fraction importante de cette variation est attribuable aux conditions de milieu, surtout à la qualité de station (Coile, 1948 ; Roe, 1967). De plus, Ray (1958) exprime l'avis que, dans le cas des forêts climatiques ou qui approchent ce stade, le rapport hauteur/diamètre (approximation incomplète du coefficient de forme) correspond de façon constante à la qualité de station. L'analyse statistique du volume exact de l'arbre modèle (fig. 1) répétée pour chacun des 82 autres arbres échantillonnés et représentée graphiquement à la figure 2, montre bien que le coefficient de forme est relié d'une manière significative à la qualité de station exprimée par le taux de croissance des arbres qui la composent.

Si le coefficient de forme constitue un estimateur valable de la qualité d'un site, il ne faut pas négliger l'intérêt qu'il présente lors des opérations de cubage. En effet, la relation $V = k.G.H.$ (V = le volume de l'arbre ; k = son coefficient exact de forme ; G = sa surface terrière ; et H = sa hauteur) donne, d'après Evert (1968, 1969) et Lescaffette (1951), non pas une approximation mais bien la valeur exacte du volume recherché. L'estimation du coefficient moyen de forme pour un peuplement est donc de première importance.

Il importe de souligner que d'autres paramètres tels le défilement, la décroissance métrique sur le diamètre et surtout le quotient de forme sont d'usage courant. Ces paramètres, bien qu'assez intéressants en eux-mêmes, ne sont guère utiles au praticien d'après Hush (1963) et Pardé (1963). En effet, le quotient de forme le plus communément employé pour déterminer le volume à l'acre d'un peuplement, ne donne qu'une approximation du volume de l'arbre puisqu'il est basé uniquement sur le défilement théorique de la moitié inférieure de l'arbre et ne tient pas compte du profil de la partie supérieure de l'arbre. Tandis que le coefficient de forme lui, intègre le profil complet de l'arbre à partir de son diamètre à hauteur de poitrine.

Conclusion

De cette étude sur la relation entre le coefficient de forme et le taux de croissance, il résulte que :

1. Une corrélation positive et très étroite existe entre le coefficient de forme de l'épinette noire et son taux de croissance en conséquence la qualité de son milieu.
2. Le coefficient de forme est d'intérêt pratique puisqu'il permet une très bonne estimation du volume total d'un peuplement en appliquant la relation $V = \hat{k}.G.H.$ où V représente le volume, \hat{k} une estimation du coefficient de forme à partir de la qualité de station exprimée par l'indice de fertilité à 50 ans de la portion dominante et codominante du peuplement, G la surface terrière moyenne, H la hauteur moyenne du peuplement.

Remerciements

Nous désirons exprimer notre vive gratitude à Monsieur Félix Evert, de l'Institut d'aménagement forestier du Service canadien des forêts, pour ses conseils judicieux lors de la révision du manuscrit.

Références

- BEHRE, G. H., 1923. Preliminary notes on studies of tree form. *J. For.*, **21**: 507-511.
- BEHRE, C. E., 1924. Is taper curves based on form quotient independent of species and size? *J. For.*, **22**: 282-290.
- BERRY, A. B., 1965. Effect of heavy thinning on the stem form of plantation-grown red pine. *Publs Dep. For. Can.*, **1126**.
- BONNOR, G. M., 1968. Interpolation errors on some stem profiles. *For. Chron.*, **44** (5) : 24-25.
- BRACE, L. G. and K. M. MAGAR, 1968. Automated computation and plotting of stem analysis data. *Publ. For. Brch Can.*, **1209**.
- COILE, T. S., 1948. Relation of soil characteristics to site-index. *Bull. Sch. For. Duke Univ.*, **13**.
- EVERT, F., 1968. Form height and volume per square foot of basal area. *J. For.*, **4**: 358-359.
- EVERT, F., 1969. Use of form factor in tree-volume estimation. *J. For.*, **1**: 126-128.
- EVERT, F., 1970. Black spruce growth and yield at various densities in the Ontario clay belt. *For. Sci.*, **16** (2) : 183-195.
- HEGER, L., 1968. A method of construction site-index curves from stem analyses. *For. Chron.*, **44** (4) : 11-15.
- HONER, T. G., 1965. A new total cubic foot volume function. *For. Chron.*, **41** (4) : 476-493.
- HUSH, B., 1956. Use of age at dbh as a variable in the site index concept. *J. For.*, **54**: 340.

- HUSH, B., 1963. Forest mensuration and statistics. The Ronald Press Co., New York.
- KARPOV, P. V., 1951. Tablica summ plostchadei secenii i zapazov nasazdenii na I ga pri polnote 1.0 *Les. Khoz.*, 4 (5) : 67-75, May 1951, 99.8 L 5622.
- LESCAFFETTE, J., 1951. Une propriété des arbres et des peuplements : la surface génératrice. *Bull. Soc. for. Franche-Comté*, 25: 712-725.
- LINTEAU, A., 1959. Forest site classification of the northeastern coniferous section boreal forest region, Quebec. *Bull. For. Res. Div. Can.*, 118.
- NEWHAM, R. M., 1967. A modification to the combined-variable formula for computing tree volumes. *J. For.*, 65 (10) : 719-720.
- PARDÉ, J., 1963. Dendrométrie. Éditions de l'École Nationale des Eaux & Forêts, Nancy.
- RAY, R. G., 1958. Types de stations, croissance et rendement dans la forêt expérimentale du Lac Edouard, Québec. Can. Ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Direction des forêts, Div. Rech. sylvicoles, *Mémoire tech.* n° 27.
- ROE, A. L., 1967. Productivity indicators in western larch forest. U. S. For. Serv. Res. *Note Intermt. For. Range Exp. Sta.* n°. Int-59.
- ROWE, J. S., 1959. Forest regions of Canada. *Bull. Dept. Northern Affairs and National Resources Can.*, 123.
- SMITH, J. H. G. and R. E. BREADON, 1964. Combined variable equations and volume-basal area ratios for total cubic feet volumes of the commercial trees of B. C. *For. Chron.*, 40: 258-261.
- SPURR, S. H., 1952. Forest inventory. The Ronald Press Co., N. Y.
- STIELL, W. M. and F. W. VON ALTHEN, 1964. Revised taper curves and volume tables for plantation red pine. *Publ. Dep. For. Can.*, 1075.
- VOROPANOV, P. V., 1954. Estcho raz o tablice summ plostchadei secenii i zapazov nasazdenii na I ga pri polnote 1,0. *Les. Khoz.*, 7 (2) : 17-26. Feb. 1954. 99.8 L 5622.

OBSERVATIONS ON THE *BETULA CAERULEA* COMPLEX

W. H. BRITAIN and W. F. GRANT

*The Morgan Arboretum and the Genetics Laboratory, Macdonald Campus
of McGill University, Ste-Anne de Bellevue, Québec*

Résumé

Une étude morphologique utilisant les indices d'hybride, les diagrammes de dispersion et les graphiques polygonaux sur des spécimens de "Bouleaux bleus" (*Betula caerulea* Blanch. et *B. caerulea-grandis* Blanch. = \times *B. caerulea*) provenant de la région du type au Vermont, confirme que ces bouleaux sont des hybrides et/ou des introgressants entre *B. cordifolia* Regel et *B. populifolia* Marsh. Une uniformité considérablement plus grande dans la forme du polygone (représentant les caractéristiques morphologiques) des individus \times *B. caerulea* du Vermont que dans celle représentant les individus de Valcartier (Québec) et de l'île Grand Manan (Nouveau-Brunswick) suggère que la population du Vermont est plus ancienne et plus stable que celle de ces dernières localités. Cependant, il existe des différences notables entre la morphologie de ces trois populations.

Abstract

A morphological study employing hybrid indices, scatter diagrams, and polygonal graphs on specimens of "Blue Birches" (*Betula caerulea* Blanch. and *B. caerulea-grandis* Blanch. = \times *B. caerulea*) collected from the type area in Vermont confirms these birch to be hybrids and/or introgressants between *B. cordifolia* Regel and *B. populifolia* Marsh. The considerable more uniformity in polygon shape (representing morphological characteristics) of the \times *B. caerulea* individuals of Vermont, suggest that this population is an older more stable one than both those of Valcartier, Québec, and Grand Manan Island, New Brunswick. Certain interlocality differences were also noted.

Introduction

The "Blue Birches", *B. caerulea* Blanch. and *B. caerulea-grandis* Blanch. have both been considered to be hybrids between *B. cordifolia* Regel and *B. populifolia* Marsh. (Brittain and Grant, 1969 ; Guerriero *et al.*, 1970). It seemed appropriate to study in detail specimens from the type locality in southern Vermont where Blanchard early in this century found these taxa in abundance (Blanchard, 1904a, b). This area which was once devoted largely to agriculture is now given over to a considerable extent to skiing and other recreational activities. By means of a computer analysis it has been possible

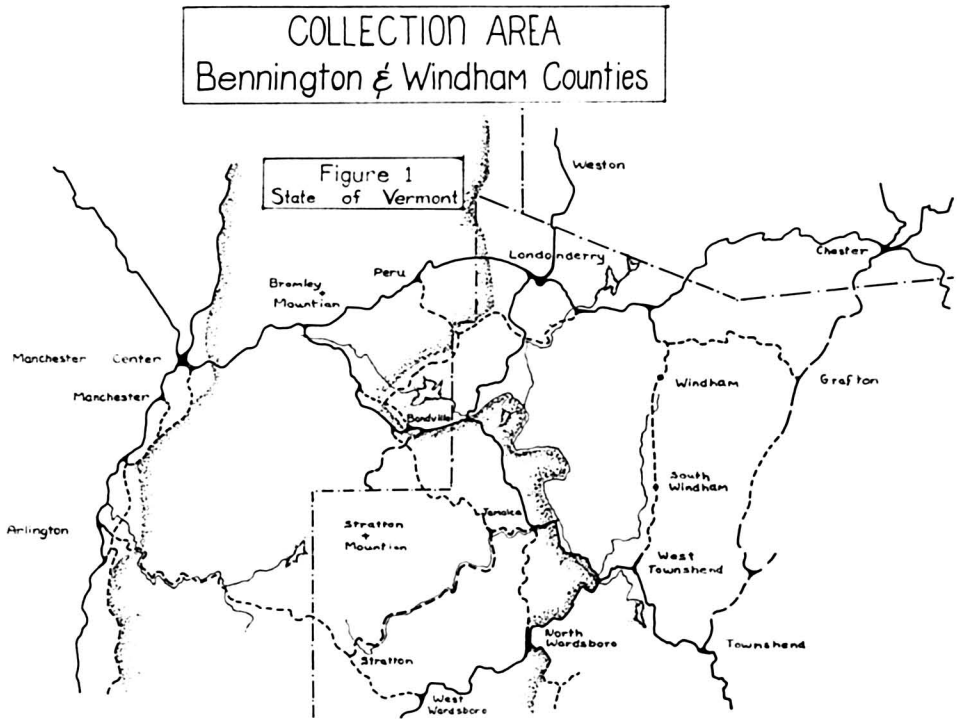


FIGURE 1. Collection area in Bennington and Windham counties, Vermont.

to compare measurements for individual characters of this Vermont collection for each species with those from the Canadian sites previously reported at Grand Manan Island, New Brunswick, and Valcartier, Québec.

Materials and Methods

A careful survey of the area in southern Vermont where Blanchard had found his blue birches was made in the summer of 1967 and continued in 1968, both which were very poor seed years. Specimens with mature fruit were collected for 47 accessions in Bennington and Windham counties (Figure 1). The type localities for both *B. caerulea-grandis* and *B. caerulea* are in Windham county — near Stratton for the former and near Windham for the latter (see Brittain and Grant, 1967).

For each specimen measurements of the following characters were made : 1) leaf attenuation factor, (a/m ratio), 2) number of serrations per side of leaf, 3) number of veins per side of leaf, 4) length of the mature female catkin, 5) length of the bract, 6) length and 7) width of the achene, 8) length/width ratio of the achene, 9) length of style and 10) length of stomatal guard cells. In addition, the surface of the achene body and underside of the leaf were

visually recorded for each specimen as glabrous or hispidulous. Five mature leaves were chosen at random on each specimen for use in measuring the morphological characters of the leaves. Ten guard cells were measured from each of five leaves making a total of fifty measurements for each individual. Five mature female catkins were measured for the determination of catkin length for each accession. For the determination of bract length, length and width of achene, length/width ratio, and style length, ten individuals were measured for each accession. Outlines of the leaves, bracts, and achenes were drawn to scale for each specimen with the aid of a drawing apparatus.

TABLE I

Measurements for the morphological characteristics of birch species from Vermont. Mean and standard error are given for each character with range in brackets. A comparison is made between the same species from Valcartier, Québec, and Grand Manan Island, New Brunswick.

Character	<i>B. papyrifera</i>	<i>B. populifolia</i>	<i>B. caerulea</i>	<i>B. cordifolia</i>
Catkin length (cm)	3.63±0.17a;e;w* (2.68-5.26)	2.14±0.12b;f;x (1.67-2.68)	3.27±0.14a;r;e;y (2.52-3.75)	4.58±0.22c;s;g;w (3.62-5.68)
Bract length (mm)	4.86±0.28ac;eg;w (3.65-7.81)	3.12±0.18b;f;x (2.54-4.20)	4.67±0.16a;c;wy (3.70-5.90)	5.75±0.19c;g;y (4.47-6.70)
Achene length (mm)	1.85±0.09a;e;w (1.46-2.82)	1.41±0.06b;f;x (1.16-1.64)	1.86±0.05a;s;e;y (1.45-2.11)	2.35±0.10c;g;y (1.60-2.66)
Achene width (mm)	1.24±0.05a;e;w (1.00-1.65)	0.89±0.11b;f;x (0.70-1.68)	1.00±0.03b;s;g;w (0.79-1.20)	1.43±0.05a;e;y (1.20-1.78)
Achene length/width ratio	1.49±0.05a;e;w (1.25-1.71)	1.85±0.09bc;f;xy (1.58-2.30)	1.88±0.05b;f;x (1.52-2.38)	1.67±0.03c;r;e;y (1.47-1.80)
Style length (mm)	1.03±0.08a;r;s;e;w (0.72-1.68)	1.02±0.06a;s;e;x (0.86-1.17)	1.53±0.06b;r;s;f;wx (0.94-1.93)	1.76±0.07b;r;s;f;y (1.37-2.15)
Leaf <i>a/m</i> ratio	0.88±0.03a;e;w (0.66-1.10)	1.44±0.05b;f;x (1.21-1.59)	1.22±0.03c;g;y (1.02-1.44)	0.89±0.03a;e;wx (0.78-1.08)
No. of serrations	34.42±1.88a;e;w (24.0-46.0)	40.21±2.61ab;eg;wx (29.3-54.4)	49.66±2.04b;r;f;x (34.2-62.8)	49.58±2.82b;fg;x (29.3-64.0)
Pairs of lateral veins	8.12±0.26ab;r;e;w (6.4-9.6)	7.71±0.30a;f;w (6.0-9.0)	8.84±0.17b;r;g;wx (8.0-10.0)	8.99±0.22b;g;x (8.0-10.0)
Guard cell length (μ)	38.93±1.42a;e;w (30.11-45.32)	35.80±0.78a;r;f;wx (31.98-39.65)	31.87±0.46b;f;x (28.81-34.14)	31.13±0.71b;s;f;wx (25.36-35.50)
No. of specimens examined	13	8	15	11

- * a,b,c: Mean values between species are significant at 0.01 level except when means are followed by the same letter; see text.
- r: Indicates mean differs significantly from the mean of the Grand Manan population for this character at the 0.01 level.
- s: Indicates mean differs significantly from the mean of the Valcartier population for this character at the 0.01 level.
- e,f,g: Mean values between species between Vermont and Valcartier populations are significant at 0.01 level except when means are followed by the same letter.
- w,x,y: Mean values between species between Vermont and Valcartier populations are significant at 0.01 level except when means are followed by the same letter.

TABLE II

Characters and index values used in scoring hybrid index for
B. populifolia, *B. caerulea* and *B. cordifolia*.

1. <i>Catkin length</i> (cm)	< 2.47 = 0
	2.48 - 3.86 = 1
	> 3.87 = 2
2. <i>Bract length</i> (mm)	< 3.64 = 0
	3.65 - 5.12 = 1
	> 5.13 = 2
3. <i>Achene length</i> (mm)	< 1.57 = 0
	1.58 - 2.03 = 1
	> 2.04 = 2
4. <i>Achene width</i> (mm)	< 1.20 = 0
	1.21 - 1.27 = 1
	> 1.28 = 2
5. <i>Style length</i> (mm)	< 1.20 = 0
	1.21 - 1.52 = 1
	> 1.53 = 2
6. <i>Leaf a/m ratio</i>	< 0.98 = 2
	0.99 - 1.31 = 1
	> 1.32 = 0
7. <i>Leaf serrations</i>	< 41.77 = 0
	41.78 - 47.61 = 1
	> 47.62 = 2
8. <i>Lateral leaf veins</i>	< 7.56 = 0
	7.57 - 8.26 = 1
	> 8.27 = 2

In order to help determine the relationships of the taxa under study, hybrid indices, pictorialized scatter diagrams, and polygonal graphs were constructed. Certain details of these procedures have been given in Brittain and Grant (1969).

Hybrid index. The characters used and the hybrid index values assigned to them are listed in Table II. The values were arbitrarily obtained by subtracting the standard deviation from the mean for the parent with the highest mean value and adding the standard deviation to the mean for the parent with the lowest mean value. The resulting figures were used for the range of the intermediate values and assigned a hybrid index value of one. For example, the mean catkin length for *B. cordifolia* (the putative parent with the highest mean) was 4.58 and the standard deviation was 0.72 ($4.58 - 0.72 = 3.86$ and the mean catkin length for *B. populifolia* (the putative parent with

the lowest mean) was $2.14 (2.14 + 0.33) = 2.47$. A hybrid index of zero represented values lower than 2.47, whereas a hybrid index of two represented values higher than 3.86 (see Table II).

Bar graphs were constructed plotting hybrid index values against the frequency with which they occurred in the population. A visual indication of the absence, or presence, of hybridization, the degree of hybridization, the direction in which hybridization and backcrossing is occurring between species, may be obtained from this procedure.

Pictorialized scatter diagrams. The measurements for two birch characters was plotted for each specimen in a two-dimensional field. Each circle plotted represents one specimen. The circles were then modified to include the analysis of additional characters simultaneously by means of appending lines at different positions. The association of several characters and the effect of hybridization on this association may be observed if hybridization has occurred.

Polygonal graphs. The polygonal graph is a circle with as many radii as characters under consideration. The units on each radius represent the measurements of one character. Each accession number is represented by the mean measurements for the characters being plotted. Since each measurement is plotted along a different radius, when all the points representing the measurements of one individual are plotted and joined together, a polygon is formed. This permits the visual comparison of members of a population on the basis of several characters at the same time. Polygonal graphs based on eight characters were prepared for each plant of *B. cordifolia*, *B. caerulea* and *B. populifolia*. The assigned values for the characters are the same as those used previously and are given on the eight radii in the key to the polygons (Figure 14, Britain and Grant, 1969).

In statistical analyses which were carried out, the standard deviation of the individual mean to the mean of the species was calculated for the morphological characters given in Table I. The mean values for each species were subjected to a *t* test employing an IBM computer to determine if the means were significantly different.

Observations and Discussion

An examination of the area where Blanchard (1904a,b) found his blue birches revealed the fact the whole ecological picture had radically changed since Blanchard made his collections. Most of Blanchard's collections were made in "pasture" — doubtless the rough permanent pastures characteristic of the type of agriculture practices in that day and ideally suited to the intrusion of birches. Today these pastures no longer exist and the names of the former owners as given on Blanchard's herbarium specimens are unknown to present

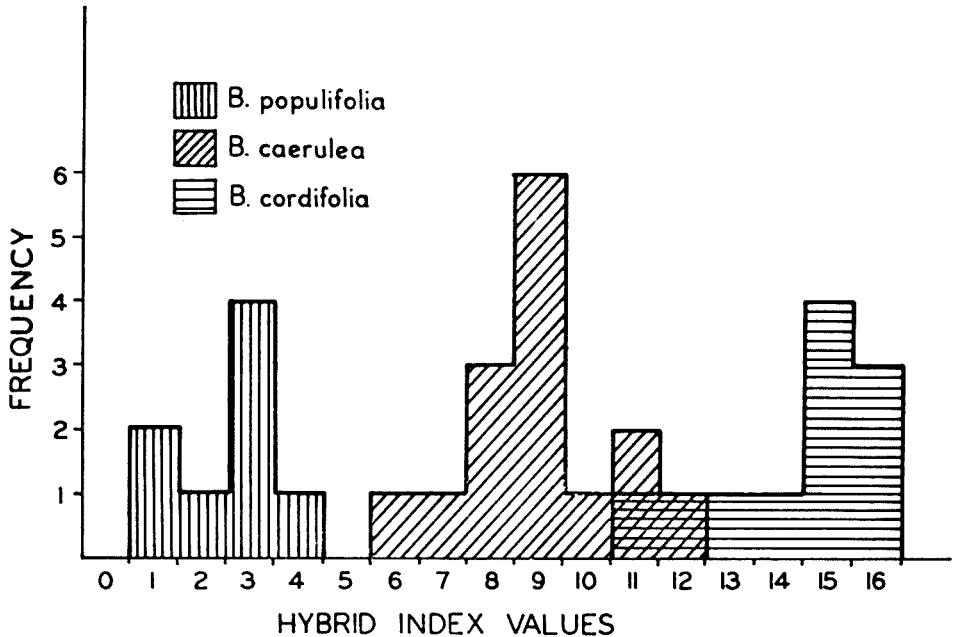


FIGURE 2. Frequency of hybrid index values of *B. populifolia*, \times *B. caerulea*, and *B. cordifolia*.

inhabitants. The pastures have been taken over by a dense growth of conifers and other trees, though birch species are found, but mainly along the highways.

Leaves and fruit characters have been drawn for each accession number but space does not permit them to be illustrated here. The means and standard errors for measurements of the morphological characters are given in Table I. The results of the *t* tests have been indicated by appending letters to the means. Those species for which the means do not differ significantly from one another are followed by the same letter. For example, the means of the catkin length for *B. papyrifera*, *B. populifolia*, *B. caerulea*, and *B. cordifolia* are followed by the letters a, b, a, and c, respectively. This signifies that the difference in catkin length between *B. papyrifera* and *B. caerulea* is not significant; other combinations are significant. It may be seen that each species differs significantly from two of the four species for the characters catkin length, achene length and leaf *a/m* ratio.

The letter r has been placed behind the mean when the particular character for a species differs significantly from the mean value found for that character in the Grand Manan population and s for a species that differs significantly from the mean value found for that character in the Valcartier population. For example, the mean for style length of *B. papyrifera* from the Vermont population

differed significantly from both that of the Grand Manan and Valcartier populations.

An interspecific comparison between measurements for the Vermont population with those of both the Grand Manan and Valcartier populations has been made by adding the letters e, f, and g (for Grand Manan) and w, x and y (for Valcartier) after the means. Those species for which the means do not differ significantly between localities are followed by the same letter. For example, the difference in mean catkin length between *B. papyrifera* and *B. caerulea* in the Vermont and Grand Manan populations is not significant ; other combinations are significant. Likewise, the difference in mean catkin length between *B. papyrifera* and *B. cordifolia* in the Vermont and Valcartier populations is not significant ; other combinations are significant.

In Figure 2, the hybrid index values for each specimen of *B. populifolia*, *B. caerulea* and *B. cordifolia* have been illustrated by means of a bar graph for eight measured characters. The hybrid index of a typical specimen of *B. populifolia* ranged from 1 to 4, whereas that of *B. cordifolia* ranged from 11 to 16. These two taxa are clearly distinct from one another by the criteria employed. In the case of *B. caerulea*, the hybrid index values ranged from 6 to 12. The values for the majority of the specimens of *B. caerulea* clearly fall intermediate to those of *B. populifolia* and *B. cordifolia*. However, there is some introgression in the direction of both parents.

In a *t* test comparing measurements of a herbarium specimen of *B. caerulea* collected by Blanchard (B-6 ; Windham, Vermont, August 1, 1903) and one of *B. caerulea-grandis* (B-18 ; same location, July 17, 1903 ; Brittain and Grant, 1967) with measurements of specimens of these taxa collected in Vermont, the characters of Blanchard's *B. caerulea* did not differ significantly (0.05 level) from those of the Vermont specimens with the exception of style length which differed significantly at the 0.01 level. In the case of Blanchard's *B. caerulea-grandis*, none of the characters differed significantly (at 0.05 level) from the Vermont specimens. The greater style length found in our Vermont specimens would indicate that there had been backcrossing with *B. cordifolia*.

A pictorialized scatter diagram was drawn with the characters of bract length and leaf *a/m* ratio as coordinates (Figure 3). Measurements for each individual were plotted on the graph. As may be seen in this scatter diagram specimens of *B. populifolia* are clearly separate from those of *B. cordifolia* and also in the other characters represented by line appendages.

Betula caerulea bridges the gap between *B. cordifolia* and *B. populifolia* although a few individuals of *B. caerulea* are within the range of both *B. cordifolia* and *B. populifolia*. These individuals have hybrid index values closer to one parent, for example, numbers 851 and 640 with hybrid index values of 11 and

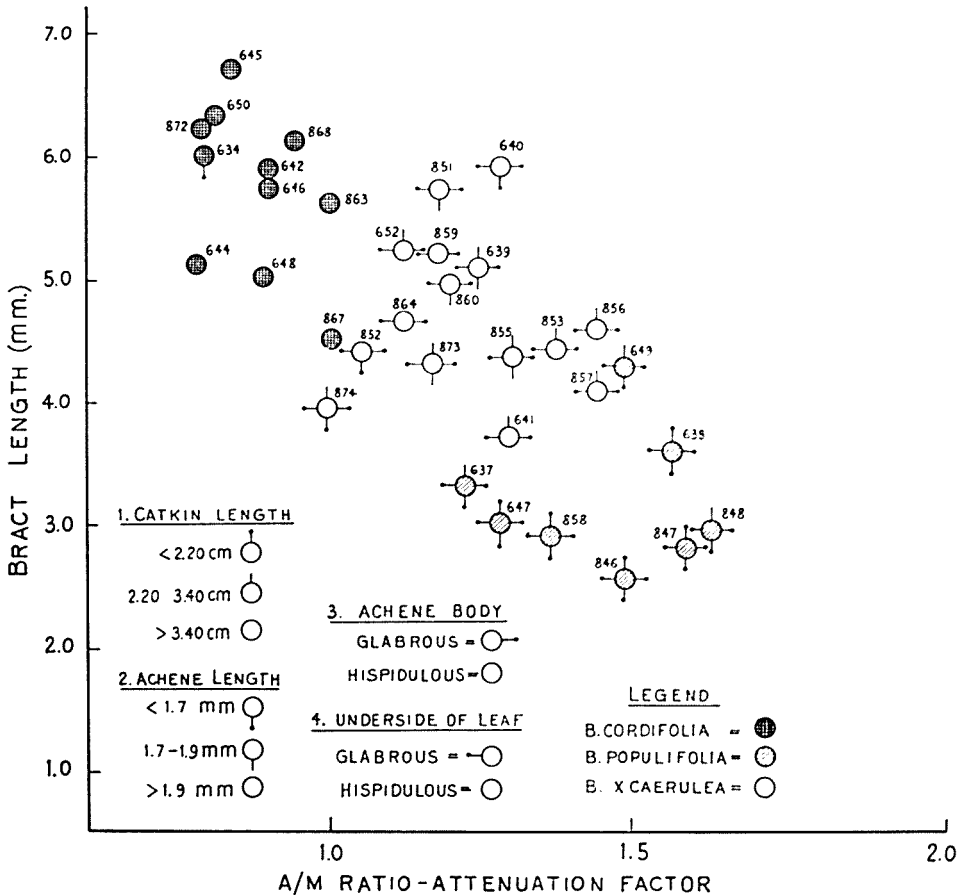


FIGURE 3. Pictorial scatter diagram of *B. populifolia*, \times *B. caerulea* and *B. cordifolia*.

12, respectively, and number 641 with a hybrid index value of 7. Such individuals possibly represent introgressants.

Representative polygonal graphs are shown in Figure 4. The polygons have been arranged to give a visual image of the morphological variation between individuals. The first two rows of polygons are of *B. cordifolia* and the last row is of *B. populifolia*. The polygons of the center two rows are those of *B. caerulea*. It is readily apparent that the polygons of *B. cordifolia* and *B. populifolia* are quite distinct from one another, whereas in the case of *B. caerulea* polygon shape is more intermediate between *B. cordifolia* and *B. populifolia*. In contrast to the Valcartier population of *B. caerulea* in which there was a very obvious complete gradation in polygon shapes between *B. cordifolia* and *B. populifolia* (see Figure 15, Brittain and Grant, 1969), in this Vermont population the polygons are considerably more uniform in size,

lacking an extreme gradation, which might infer that this population is an older more stable one than both those of Valcartier, Québec, and Grand Manan Island, New Brunswick.

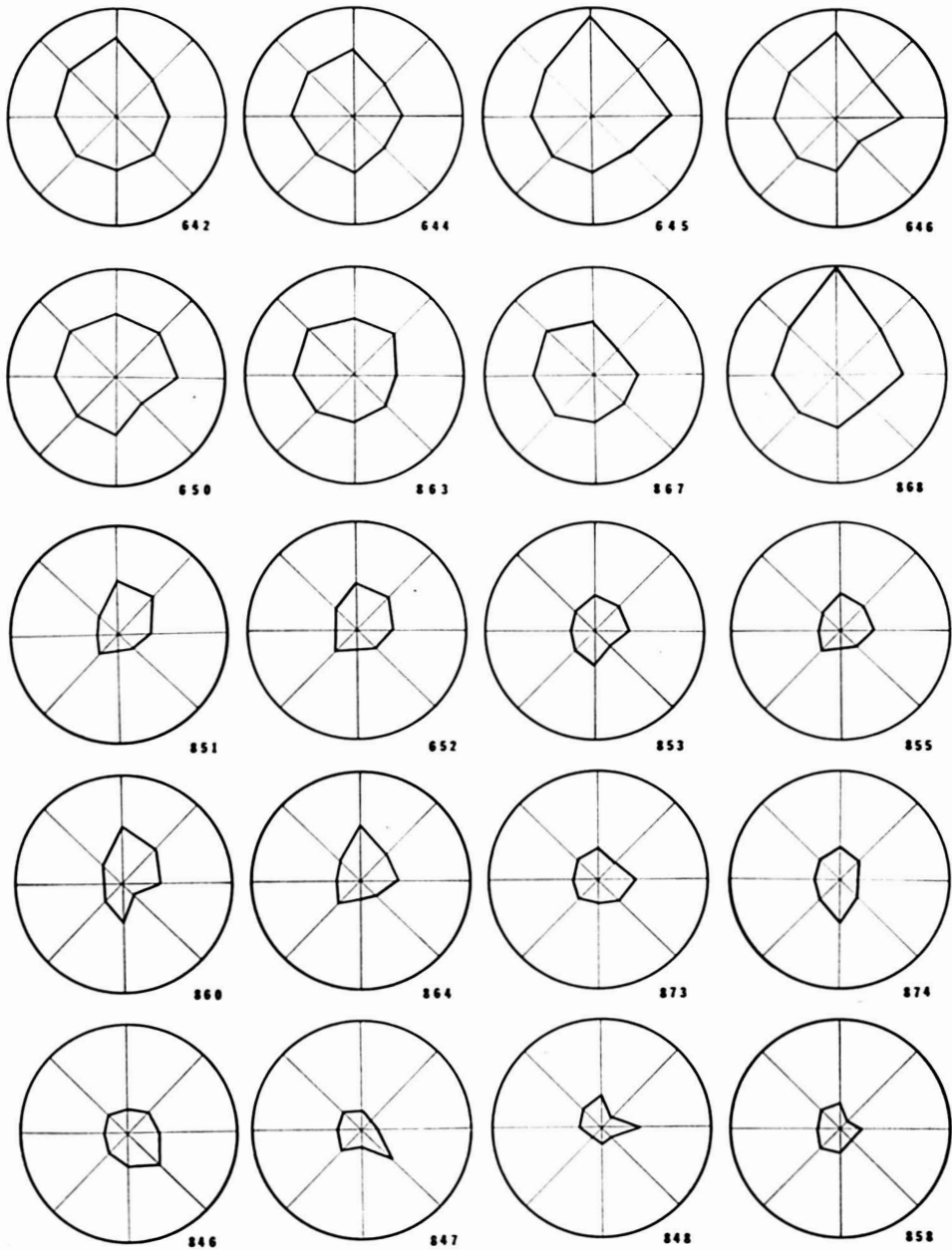


FIGURE 4. Polygonal graphs of *B. cordifolia*, top two rows, \times *B. caerulea*, center two rows, and *B. populifolia*, bottom row. The polygons were selected to show the range of variation within each species.

Acknowledgments

This study was made possible by a grant to Dr. W. H. Brittain from the National Research Council of Canada which is gratefully acknowledged. Certain aspects of the research have been supported by a grant to Dr. W. F. Grant from the Canada Department of Fisheries and Forestry.

References

- BLANCHARD, W. H., 1904a. New white birches. *Betula*, 1 (1): 1.
- BLANCHARD, W. H., 1904b. A new white birch. *Betula*, 1 (2): 1-2.
- BRITTAİN, W. H. and W. F. GRANT, 1967. Observations on Canadian birch (*Betula*) collections at the Morgan Arboretum. IV. *B. caerulea-grandis* hybrids. *Can. Field-Naturalist*, 81: 116-127.
- BRITTAİN, W. H. and W. F. GRANT, 1969. Observations on Canadian birch (*Betula*) collections at the Morgan Arboretum. VIII. *Betula* from Grand Manan Island, New Brunswick. *Can. Field-Naturalist*, 83: 361-383.
- GUERRIERO, A. G., W. F. GRANT and W. H. BRITTAİN, 1970. Interspecific hybridization between *Betula cordifolia* and *B. populifolia* at Valcartier, Quebec. *Can. J. Bot.* 48: in press.

INFLUENCE DE LA DURÉE D'ACCLIMATATION THERMIQUE SUR LA
DURÉE DE SURVIE AUX HAUTES TEMPÉRATURES, CHEZ
NIPHARGUS LONGICAUDATUS (AMPHIPODE,
GAMMARIDÉ DES EAUX SOUTERRAINES)

JACQUES MATHIEU

*Section de biologie animale et zoologie de la
Faculté des sciences de Lyon, Service de biologie souterraine
Lyon, France.*

Résumé

L'influence de la durée d'acclimatation sur la durée de survie aux températures élevées est étudiée sur deux populations de *Niphargus* : 1) épigés, acclimatés à 6, 19 et 21°C, et testés à 27 et 28°C ; 2) hypogés, acclimatés à 11 et 19°C, et testés à 25°C. Le temps d'établissement de l'acclimatation est fonction de la température d'acclimatation. La durée de survie augmente en fonction de la durée d'acclimatation aux températures supérieures à celle de l'élevage ; elle diminue dans le cas contraire.

Abstract

The influence of the duration of acclimatization on the survival time to high temperatures was investigated on two populations of *Niphargus* : 1) an epigeous population acclimatized to 6, 19 and 21°C, and exposed to 27 and 28°C ; 2) an hypogeous population acclimatized to 11 and 19°C and exposed to 25°C. The attainment of acclimatization is a function of the acclimatization temperature. At temperatures higher than that at which the animals were reared, the survival time increases with the duration of acclimatization. In the reverse conditions, it decreases.

Introduction

Un travail précédent (Mathieu, 1968) a montré que la valeur des températures létales de deux souches de *Niphargus longicaudatus* est étroitement liée à une acclimatation thermique expérimentale préalable. Cette acclimatation à des températures de plus en plus élevées a pour conséquence une augmentation de la durée de survie, entraînant un recul des limites létales. Selon Precht et coll. (1955), pour déterminer l'influence de la température, on doit conserver les animaux, avant l'expérience, dans des conditions thermiques constantes et connues pendant une période assez longue, de façon à éliminer l'influence des conditions climatiques naturelles antérieures. C'est pourquoi ces Amphipodes

TABLEAU I

Moyennes des durées de survie (en heures et minutes) aux hautes températures en fonction de la durée d'acclimation (en heures et en jours) aux différentes températures. Chaque valeur est accompagnée de son intervalle de sécurité (en minutes et en heures : h). T = témoins.

Durée d'acclimation	T	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	24h	3j	7j	14j	21j	28°C	Durée de survie à
Temp. d'acclimation															
19°C	2h42 ± 19	2h09 ± 16	2h46 ± 16	2h56 ± 22	3h20 ± 32	3h53 ± 30	4h15 ± 32	3h16 ± 33	4h34 ± 33	4h50 ± 37	4h35 ± 43	6h30 ± 57	8h ± 1h10		
21°C		2h04 ± 20	3h27 ± 22	3h49 ± 28	3h ± 24	4h13 ± 29	4h15 ± 48	3h28 ± 23	3h52 ± 34						
19°C	6h24 ± 51	6h12 ± 40	6h18 ± 1h04	7h20 ± 40	8h15 ± 50	7h27 ± 55	8h15 ± 60	8h12 ± 54	9h09 ± 51	12h ± 3h	12h40 ± 2h	13h30 ± 2h30	14h20 ± 2h10	27°C	

étaient acclimatés durant 15 jours aux différentes températures. Il devenait alors important de déterminer avec quelle rapidité les individus s'adaptent aux nouvelles conditions d'acclimatation et combien de temps était requis à chaque température pour affecter la durée de survie aux hautes températures.

Matériel et méthodes

Les *Niphargus longicaudatus* de cette étude proviennent de deux biotopes différents. L'un est superficiel (Chalamont, Ain), l'autre hypogé (grotte du Pont des Aniers, à Villars de Lans, Isère) (Ginet et Mathieu, 1968).

Immédiatement après leur récolte, les individus épigés sont placés à 11°C et les hypogés à 6°C (températures proches de la moyenne de celle de leur biotope respectif), en pièces climatisées et obscures ; cet élevage thermiquement contrôlé dure environ deux mois. Vient ensuite la phase d'acclimatation proprement dite. Des lots d'individus originaires de Chalamont sont alors placés soit à 6, soit à 19, soit encore à 21°C, pendant un temps déterminé qui sera précisé par la suite ; les animaux provenant de la grotte sont placés soit à 11, soit à 19°C. La durée de survie aux hautes températures, étudiée à l'obscurité, est observée immédiatement après cette phase d'acclimatation. Ces dernières températures sont de 27 et 28°C pour les animaux épigés, et de 25°C pour les hypogés. Le choix de ces différentes températures a été établi en fonction des résultats précédemment obtenus concernant les températures létales (26° pour les animaux épigés et 22,5°C pour les hypogés) (Ginet et Mathieu, 1968).

Dans chaque cas, la précision obtenue sur le maintien de la température est de 1/20 ème de degré C.

Pour chacune des conditions expérimentales précitées (durée d'acclimatation, hautes températures), des lots d'animaux témoins (T) sont également testés. Ces témoins sont maintenus, avant l'expérience, à 11°C (Chalamont) et à 6°C (Pont des Aniers).

Pour chaque durée d'acclimatation et pour chaque température élevée, 20 animaux de Chalamont sont mis en expérience, alors que 10 hypogés seulement sont utilisés.

Résultats

L'analyse statistique (test d'homogénéité) des valeurs de la durée de survie des témoins (obtenue en même temps que celle concernant la durée d'acclimatation des autres lots expérimentés) n'a pas permis de trouver de différences significatives. C'est pourquoi la valeur moyenne obtenue a été placée au début des courbes. Ces résultats sont valables pour les deux souches étudiées.

ANIMAUX ÉPIGÉS

L'étude du temps d'établissement de l'acclimatation a été faite pour 3 températures : 6, 19 et 21°C. La durée de survie est observée à 27 et 28°C dans chaque cas.

Acclimatation aux températures supérieures à celle de l'élevage

Afin de ne pas surcharger les courbes, les valeurs des durées de survie, accompagnées de leur erreur-standard sont consignées dans le tableau I.

Survie à la température de 28°C

Deux températures d'acclimatation ont été testées. L'une à 21° pendant des durées allant de 3 heures à 24 heures, l'autre à 19°, de 3 heures à 21 jours (figure 1, A et B).

L'allure générale des courbes représentant les valeurs moyennes de la durée de survie en fonction du temps montre très nettement une augmentation de cette survie lorsque la durée d'acclimatation augmente elle aussi. Quelques points caractéristiques ressortent de l'étude des résultats.

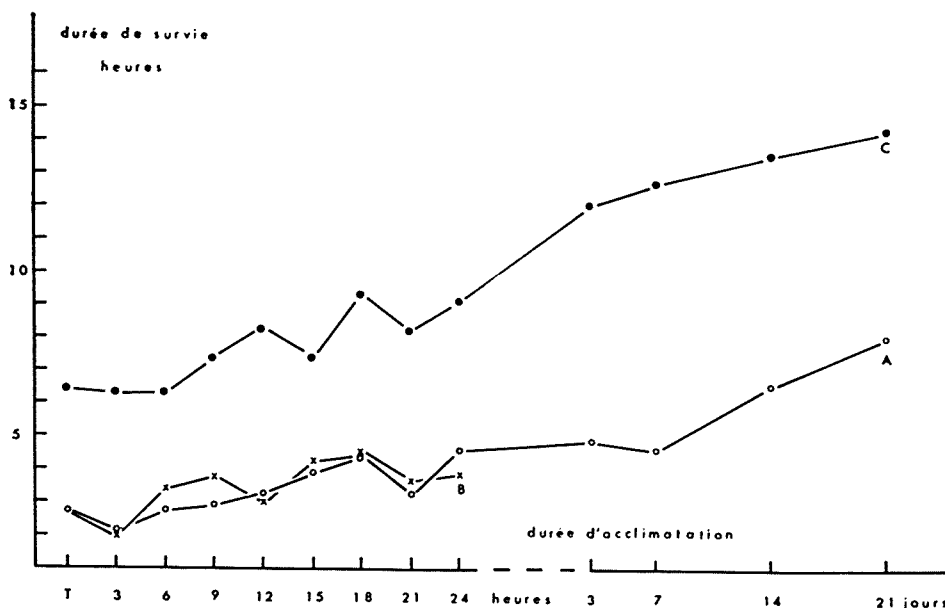


FIGURE 1. *Niphargus épigés* (Chalamont). Moyenne de durée de survie en fonction de la durée d'acclimatation. A : acclimatation à 19°C, durée de survie observée à 28°C; B : acclimatation à 21°C, durée de survie observée à 28°C; C : acclimatation à 19°C, durée de survie observée à 27°C. Chaque point correspond à la moyenne de la durée de survie de 20 individus.

En premier lieu, on note une diminution de la durée de survie pour 0 et 3 heures, et ceci quelle qu'en soit la température. À partir de 3 heures et jusqu'à 9 heures d'acclimatation, on constate une augmentation de la durée de survie d'autant plus rapide que les animaux ont été acclimatés à une température plus élevée. Pendant ce laps de temps, il a été possible de mettre en évidence une interaction « température/temps d'acclimatation ». Par la suite, les animaux semblent réagir de la même façon et, jusqu'à 24 heures, les moyennes de durées de survie pour les deux acclimations ne sont plus différentes.

En deuxième lieu, on remarque que les valeurs moyennes de durée de survie pour l'acclimatation à 21° sont significativement différentes de celles des témoins, à partir d'une exposition de 6 heures (exception faite pour 12 heures) ; celles pour l'acclimatation à 19° ne le sont qu'à partir de 15 heures d'exposition. À partir de ce délai, toutes les valeurs sont supérieures à celles des témoins.

En dernier lieu, après avoir observé l'augmentation croissante de la durée de survie à partir des premières heures d'acclimatation, on note que pour 21 jours (acclimatation à 19°C), cette moyenne est environ 3 fois supérieure à celle des témoins.

Survie à la température de 27°C

La courbe représentant les valeurs moyennes de la durée de survie d'animaux testés à 27°, et acclimatés à 19°, montre une grande similitude avec les courbes précédentes (figure 1, C). Jusqu'à 6 heures d'exposition, ces valeurs diffèrent peu de celle des témoins. Par la suite, la durée de survie s'allonge progressivement, et, à partir de 18 heures, les valeurs moyennes deviennent statistiquement différentes de celles des témoins. Après 21 jours d'acclimatation, on note également que la moyenne de durée de survie est pratiquement 3 fois plus grande que celle des témoins.

D'autres résultats ont été obtenus lors d'acclimatation à 21°, mais, étant extrêmement variables, ils n'ont pu faire l'objet d'une exploitation raisonnable. En effet, dans de telles conditions expérimentales, le contrôle du temps de mortalité ne peut se faire de façon précise à cause de la lenteur du processus. Il est tout de même possible de mentionner les résultats à titre indicatif (tableau II).

Il est remarquable de constater que chacune de ces valeurs est significativement différente de celles obtenues pour une acclimatation à 19°C après un temps déterminé.

Il est évident que les résultats obtenus à partir de 3 jours d'acclimatation à 19°C sont sujets aux mêmes critiques. Néanmoins, il est intéressant de les

consigner sur la courbe, de façon à observer l'évolution du phénomène dans son aspect général.

TABLEAU II

Moyenne de durée de survie de lots de 20 animaux testés à 27°C, en fonction de la durée d'acclimation à 21°C. Chaque valeur est accompagnée de son intervalle de sécurité.

Moyenne de durée de survie	Durée d'acclimation (heures)					
	Témoins	3	6	15	21	24
6h.24 ± 51 mn	9h.51 ± 1h.20	14h.34 ± 4h.34	11h.27 ± 1h.28	9h.11 ± 1h.10	11h. ± 1h.23	

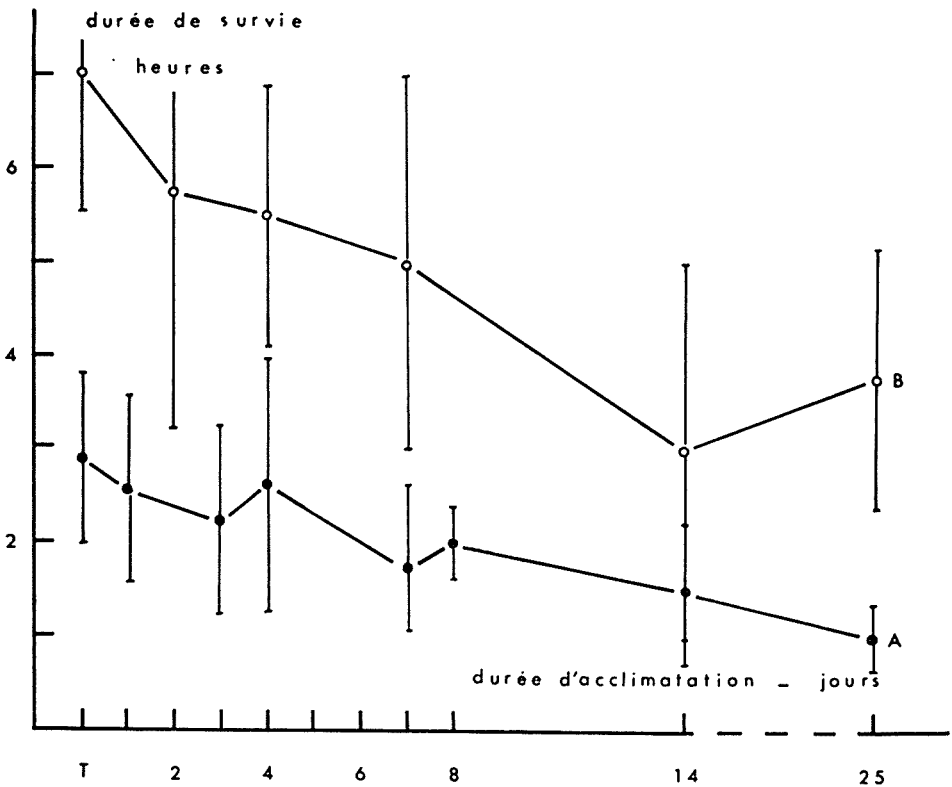


FIGURE 2. *Niphargus épigés* (Chalamont). Moyenne de la durée de survie en fonction de la durée d'acclimation à 6°C : A : durée de survie observée à 28°C ; B : durée de survie observée à 27°C.

Acclimatation à 6°C

À l'inverse des résultats précédents, la durée de survie d'animaux acclimatés à une température *inférieure* à celle de l'élevage *diminue* lorsque la durée d'acclimatation augmente (figure 2, A et B). Pour chacune des températures élevées (27 et 28°), les valeurs moyennes ne sont statistiquement différentes de celle des témoins qu'après un délai de 7 jours d'acclimatation. Après 25 jours à 6°C, la durée de survie a diminué de moitié.

ANIMAUX HYOGÉS

La recherche du temps d'établissement de l'acclimatation a été faite avec deux températures d'acclimatation : 11 et 19°C. Étant donné le peu d'animaux récoltés dans la grotte, il ne m'a été possible d'étudier leur durée de survie que par l'intermédiaire d'une température de 25°C.

Pour les deux acclimations, les valeurs des moyennes de survie sont toutes supérieures à celles des témoins (figure 3, A et B). Pour l'acclimatation à 11°C, seuls les résultats obtenus pour des expositions de deux jours au minimum, sont significatifs. Pour celle à 19°C, toutes les valeurs sont supérieures et significativement différentes de celle des témoins.

Discussion et conclusions

Le nombre des travaux relatifs à l'acclimatation thermique est considérable, mais peu concernent l'influence du *temps d'acclimatation* sur la durée de survie. De plus, le critère choisi est en général la température létale. Il est toutefois possible de faire un rapprochement entre les deux (la dernière étant dépendante de l'autre) pour considérer l'évolution générale du phénomène.

Dans le présent travail, les *Niphargus*, quelle que soit leur origine, réagissent après une exposition à des températures supérieures à celle de l'élevage, elle-même voisine de celle de leurs biotopes originels, par un allongement de leur durée de survie aux hautes températures ; cet allongement est d'autant plus important que l'action des températures d'acclimatation est plus longue (les différences observées entre les deux souches sont essentiellement relatives aux valeurs absolues). Cette première constatation correspond aux observations faites par différents auteurs. Entre autres, Doudoroff (1942) montre qu'un petit poisson (*Girella nigricans*) augmente rapidement sa résistance à la chaleur après une hausse de température. Chez *Astacus pallipes*, l'acclimatation thermique est atteinte durant les premières 24 heures et semble être complète après 10 jours d'exposition à certaines températures expérimentales (Bowler, 1963). Il a été montré, sur *Artemia* (Grainger, 1955, in Bowler, 1963), sur *Gillichthys mirabilis* (Summer et Doudoroff, 1938), qu'il existe une adaptation graduelle après une période initiale rapide. Mais les durées d'acclimatation entre 0 et 24

heures sont très peu représentées. Il semble bien que les Crustacés *Niphargus*, typiquement adaptés aux eaux souterraines réagissent de la même façon ; mais les deux phases sont nettement moins marquées que dans les exemples précédents : en effet, l'augmentation de leur durée de survie apparait beaucoup plus graduelle. Bien sûr, les premières manifestations sont rapides (à partir de 15 heures d'acclimatation, les individus de Chalamont présentent des valeurs supérieures et significativement différentes de celle des témoins), mais il faut attendre 21 jours pour que la durée de survie se trouve être 3 fois supérieure à celle des témoins. À partir de ces constatations, il apparait difficile de savoir

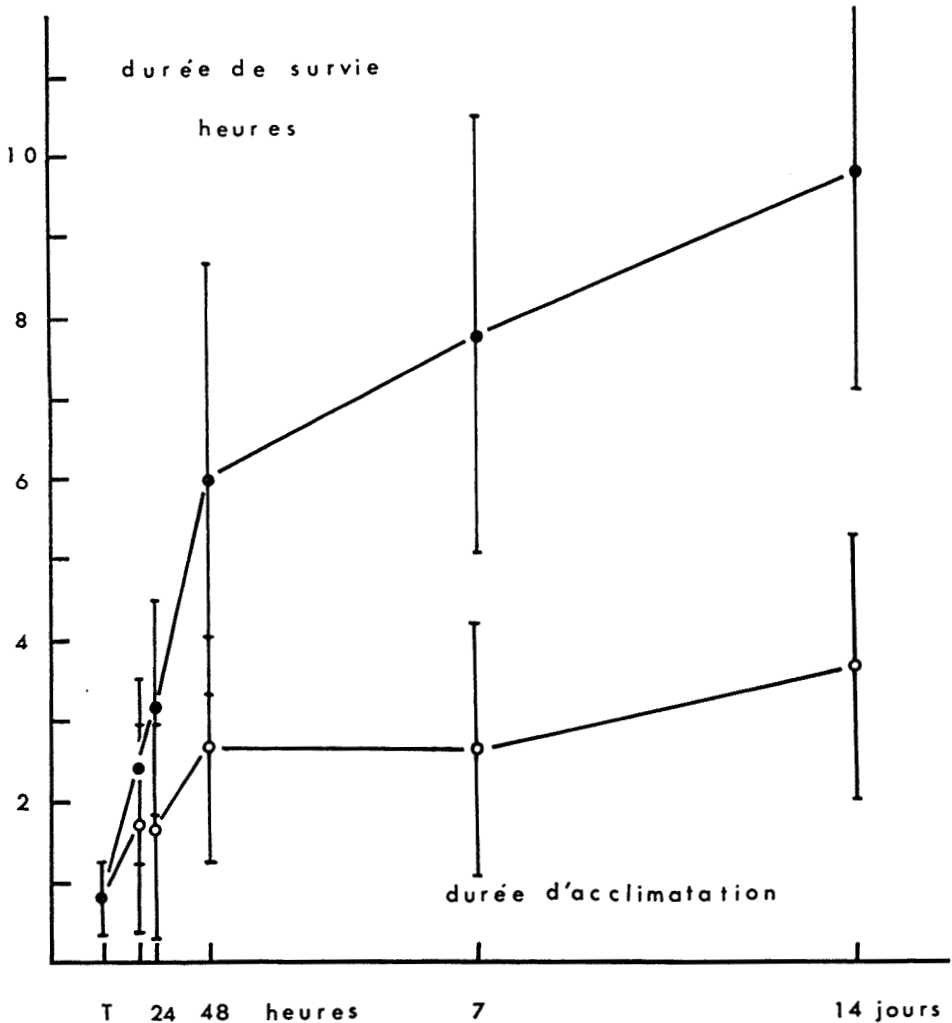


FIGURE 3. *Niphargus hypogés* (grotte du Pont-des-Aniers). Durée de survie à 25°C en fonction de la durée d'acclimatation à 11°C (A) et à 19°C (B). Chaque point correspond à la moyenne de la durée de survie de 10 individus.

à quel moment un animal est réellement acclimaté ; il convient d'attendre une stabilisation des valeurs. On peut toutefois admettre avec McLeese (1956) et Bowler (1963) que l'acclimatation pourrait être complète après une dizaine de jours.

Il est néanmoins intéressant d'analyser les résultats obtenus pendant les premières 24 heures (animaux testés à 28°C). On a pu constater une diminution de la durée de survie de 0 à 3 heures d'acclimatation. L'action conjuguée de la température d'acclimatation d'une part, et de la haute température d'autre part, pendant un laps de temps aussi court, a pu faire que les animaux, subissant un choc thermique trop grand, n'ont pas eu le temps de s'acclimater et sont morts plus rapidement. Après ces 3 heures d'acclimatation, on peut mettre en évidence une interaction entre la température et le temps d'acclimatation, jusqu'à 9 heures d'exposition. L'action combinée de l'acclimatation à 21°C et d'une température expérimentale de 28°C entraîne une augmentation plus rapide de la durée de survie. Il est évidemment plus difficile d'émettre des hypothèses concernant la mise en jeu des processus physiologiques entraînant ce résultat, d'autant plus qu'à partir de 9 heures, ces derniers ne présentent aucune différence entre les deux acclimations.

Trois phases ressortent donc, durant les premières 24 heures, pour cette expérimentation : 1) diminution de la durée de survie, 2) interaction entre température et temps d'acclimatation, 3) résultats identiques pour les deux acclimations.

Le fait de placer *Niphargus* à une température inférieure à celle de l'élevage entraîne une diminution du temps de survie d'autant plus importante que la durée d'acclimatation est plus longue. Ces résultats correspondent à ceux trouvés par Doudoroff (1942) et Spoor (1955). Mais cette acclimatation « froide » est beaucoup plus lente que la précédente. Il faut en effet attendre 7 jours pour que les valeurs soient différentes de celles des témoins.

Brett, en 1956, a observé que des espèces de poissons disposent d'une marge d'acclimatation supérieure à celle correspondant aux extrêmes des températures du milieu où ils vivent normalement. Il en déduit que la température létale ne joue pas un rôle déterminant dans la répartition géographique de ces animaux, et que cette résistance leur permet de faire des incursions, pour un temps limité, dans la zone des températures létales. Il est évident que dans ce cas, l'acclimatation thermique joue un rôle considérable, aussi bien dans la survie proprement dite que dans le phénomène de reproduction.

Or, les *Niphargus* ne subissent naturellement que de faibles variations thermiques (Ginet et Mathieu, 1968) ; ceux des grottes ne sont pratiquement pas soumis à ces oscillations. De plus, certaines observations ont permis de montrer qu'un échauffement ou un refroidissement brusque de l'eau du biotope entraî-

nent un phénomène de migration vers la profondeur (Angelier, 1953). Ces Crustacés ont donc la possibilité de se soustraire rapidement à des conditions climatiques défavorables. On peut en déduire, en accord avec Brett, que la température létale, certainement jamais atteinte dans le milieu naturel de *Niphargus*, joue un rôle négligeable dans sa répartition écologique normale. De plus, malgré leurs possibilités intrinsèques d'acclimatation, démontrées par l'expérience, ces animaux fuient rapidement lors de variations thermiques trop élevées pour retrouver des biotopes leur convenant au point de vue thermique. On peut alors envisager que, dans la nature, ils n'ont que rarement la possibilité de mettre en oeuvre leurs potentialités d'acclimatation et que ce dernier phénomène joue également un rôle peu important. C'est pourquoi il apparaît intéressant de poursuivre l'étude de l'acclimatation thermique chez des animaux qui ne subissent naturellement pas l'action de la lumière ni l'action de températures oscillantes importantes. Ces deux conditions pouvant, à leur sujet, être tenues comme constantes, il sera certainement possible de mieux distinguer les principaux phénomènes régissant en général cet important facteur qu'est l'acclimatation thermique.

Références

- ANGELIER, E., 1953. Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés. *Archs Zool. exp. gén.* **90**: 37-161.
- BOWLER, K., 1963. A study of the factors involved in acclimatization to temperature and death at high temperature in *Astacus pallipes*. *J. cell. comp. Physiol.*, **62**: 119-132.
- BRETT, J. R., 1956. Some principles in the thermal requirements of fishes. *Q. Rev. Biol.* **31**: 2.
- DOUDOROFF, F., 1942. The resistance and acclimatization of marine fishes to temperature changes. I. Experiments with *Girella nigricans* (Ayres). *Biol. Bull.*, **83**: 219-244.
- GINET, R. et J. MATHIEU, 1968. Comparaison des températures létales supérieures de *Niphargus longicaudatus* (Crust. Amphipodes) hypogés et épigés. *Annls Spéleol.*, **23**: 425-440.
- GRAINGER, J. N. R., 1955. Temperature acclimatization in Crustacea. *Ph. D. Thesis*. London Univ.
- MATHIEU, J., 1968. Température létale et acclimatation thermique chez *Niphargus longicaudatus* (Amphipode, Gammaridé). *Bull. Soc. zool. Fr.*, **93**: 4, 595-603.
- MCLEESE, D. W., 1956. Effects of temperature, salinity and oxygen on the survival of the lobster. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **13**: 2, 247-272.
- PRECHT, H., J. CHRISTOPHERSEN und N. HENSEL, 1955. *Temperatur und Leben*. Springer, Berlin, 514 pp.
- SPOOR, W. A., 1955. Loss and gain of heat tolerance by the Crayfish. *Biol. Bull. Wood's Hole*, **108**: 77-87.
- SUMMER, B. and F. DOUDOROFF, 1938. Some experiments upon temperature acclimatization and respiratory metabolism in Fishes. *Biol. Bull.*, **74**: 403-429.

QUELQUES LEVURES ASSOCIÉES À DES LARVES XYLOPHAGES DE COLÉOPTÈRES BUPRESTIDES DU CANADA

MARIE-CLAIRE PIGNAL

*Laboratoire de biologie végétale, Section Levures associée au C.N.R.S.,
Faculté des sciences de Lyon, 69-Villeurbanne, France.*

Résumé

Un certain nombre de souches de levures (Champignons Ascomycètes) ont été isolées à partir de larves xylophages de Coléoptères Buprestides infestant des arbres forestiers dans le Québec et l'Ontario. Ces levures, qui étaient accompagnées de microorganismes divers, sont identifiées ; leur répartition est examinée et on constate qu'elles constituent un élément important de la microflore des larves.

Abstract

Several strains of yeasts (*Fungi Ascomycetes*) were isolated, with various micro-organisms, from Buprestid xylophagous larvae inhabiting in forest-trees in Québec and Ontario. They were identified ; their repartition was studied, and it is shown that they are an important element of larvae microflora.

Introduction

Au cours des quatre dernières années, nous avons eu la possibilité d'étudier la flore levurienne associée à des larves Buprestides infestant diverses essences forestières dans les provinces centrales du Canada (Québec et Ontario). Ce travail nous a semblé d'autant plus intéressant que nous n'avons retrouvé, dans la littérature, aucune donnée sur les levures de ce groupe d'insectes. Buchner (1965) mentionne la présence, chez divers Buprestides et notamment chez *Chalcophora mariana* L., de caeca intestinaux, mais ils contiendraient, selon lui, des bactéries.

Matériel et méthodes

Les larves se trouvaient sous l'écorce de pruches de l'Est (*Tsuga canadensis* (L.) Carr.) et en profondeur dans des souches ramollies de pins blancs (*Pinus strobus* L.) morts trois ans plus tôt (tableau 1). Elles ont été récoltées, placées dans des fioles stériles et expédiées en France par avion. La détermination générique ou spécifique (comme la récolte) a été faite par le Dr Paul Benoit du Laboratoire de Recherches forestières à Québec, Ministère des

TABLEAU I

Provenance des larves examinées

Lot n°	Nombre de larves	Nom	Récolte		
			Date	Localité	
I	7	<i>Dicerca divaricata</i> ou <i>Melanophila fulvoguttata</i>	08.65	Mattawa (Ont.)	<i>Tsuga canadensis</i>
II	1	id.	08.65	Mattawa (Ont.)	<i>Betula papyrifera</i>
III	30	id.	10.66	env. Québec	<i>Tsuga canadensis</i>
IV	13	<i>Chalcophora virginiensis</i>	03.68	env. Montréal	<i>Pinus strobus</i>

Pêches et Forêts du Canada ; elle ne pouvait être effectuée que d'après l'évolution d'élevages témoins plusieurs mois après, ce qui explique d'une part que nous n'ayons pas travaillé constamment sur la même espèce et d'autre part que nous ne puissions donner avec certitude le nom de plusieurs lots dans lesquels étaient probablement mélangées plusieurs espèces.

Pour les méthodes d'isolement des micro-organismes, nous renvoyons le lecteur à une publication précédente (Pignal, 1968). Les larves des premiers lots étaient de petite taille et furent simplement écrasées dans un milieu de culture, après désinfection externe. Celles de 1968, suffisamment grosses, furent ouvertes de façon stérile ; dans la plupart des cas, nous avons effectué, à partir d'un rinçage du tube digestif prélevé, des analyses directes par filtration sur membrane permettant le dénombrement des micro-organismes. Nous avons utilisé pour cela un appareil de filtration COLI 5 et des membranes en cellulose Co5 dont les pores ont un diamètre moyen de 500 $m\mu$ (Labo-Moderne, Paris). Après filtration, les membranes étaient déposées sur un milieu gélosé à l'extrait de touraillons. Cet extrait est préparé de la façon suivante : on fait bouillir 50g de touraillons (résidus séchés de malt, sans valeur commerciale) dans 1 l d'eau, on filtre et on ajoute à la décoction 20 g de glucose massé ; le pH est voisin de 5 et ce milieu qui convient très bien à la plupart des levures est utilisé, gélosé, pour les isolements et l'entretien des cultures.

Les souches de levures isolées ont été étudiées et déterminées selon les méthodes classiques (Wickerham, 1951 ; Lodder et Kreger-van-Rij, 1952 et Boidin *et al.*, 1964).

Résultats

OBSERVATIONS ET ISOLEMENTS

Le tableau II résume les observations que nous avons faites. Sur les 51 larves examinées, 33 contenaient des micro-organismes et 23 d'entre elles hébergeaient des levures dont nous avons isolé 60 souches. Après étude, nous avons rattaché ces levures aux espèces sporogènes *Hansenula capsulata* (isolée 4 fois) et *Debaryomyces vanriji* (3 fois), et asporogènes *Cryptococcus laurentii* ou *flavus* (6 fois), *C. skinneri* (1 fois), *C. cf. melibiosum* (1 fois), *Torulopsis nitratophila* (1 fois), *T. molischiana* (1 fois), *Candida obtusa* var. *oregonensis* (12 fois), *C. shehatae* (6 fois) et *C. humicola* (1 fois).

REMARQUES TAXONOMIQUES SUR LES ESPÈCES DE LEVURES ISOLÉES

1) *Hansenula capsulata* Wickerham. Nos quatre souches n'utilisent souvent que tardivement le mélézitose et elles ont une tendance plus ou moins marquée à assimiler le saccharose. Celles isolées en 1968 n'ont pas sporulé, mais elles présentent par ailleurs tous les caractères de l'espèce. Cette espèce

TABLEAU II

Observations et isollements de micro-organismes pour chacune des larves.

Lot no	Vitalité de la larve	Traitement effectué	Types de micro-organismes observés	Levures isolées
I	morte ?		<i>Penicillium</i>	
	morte ?		<i>Penicillium</i>	
	vivante		champignon filamenteux + bactérie	
	morte ?		champignon filamenteux	
	vivante	désinf.	champignon filamenteux	
	vivante	désinf. écrasée	champignon filamenteux + levure	<i>H. capsulata</i>
II III	vivante	désinf. écrasée	rien	
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	morte		rien	
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	morte ?	désinf. écrasée	<i>Penicillium</i>	
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	morte	désinf. écrasée	rien	
	morte	désinf. écrasée	rien	
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	morte ?	désinf. écrasée	rien	
	morte ?	désinf. écrasée	bactéries + levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	morte ?	désinf. écrasée	rien	
	vivante	rinçage ext.	rien	
	vivante	désinf. écrasée	levure	<i>H. capsulata</i>
	vivante	désinf.	champignon filamenteux	
vivante	rinçage ext.	levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>	
vivante	désinf. écrasée	rien		
vivante	rinçage ext.	<i>Penicillium ?</i>		
vivante	désinf. écrasée	rien		
vivante	désinf. écrasée	rien		

TABLEAU II (suite)

Observations et isolements de micro-organismes pour chacune des larves.

Lot n°	Vitalité de la larve	Traitement effectué	Types de micro-organismes observés	Levures isolées
III	viv. blessée	désinf. écrasée	levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>
	vivante	désinf. écrasée	levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>
	vivante ?		levure	<i>C. skinneri</i>
	vivante	écrasée	champignon filamenteux	
	vivante	désinf. écrasée	rien	
	vivante ?	désinf.	rien	
	vivante	désinf.	levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>
	morte ?	désinf.	rien	
	morte	désinf.	levure	<i>C. laurentii</i> ou <i>flavus</i>
	vivante	désinf.	rien	
	vivante ?	désinf.	rien	
	morte ?	désinf.	rien	
	morte ?	désinf.	champignon filamenteux	
IV	morte ?	désinf.	rien	
	morte ?	désinf.	levure	<i>C. humicola</i>
	morte ?	désinf.	<i>Penicillium</i> + levure	<i>C. oregonensis</i>
	morte		levures	<i>D. vanriji</i>
	nécrosée			<i>C. oregonensis</i>
	vivante	cf. tabl. IV	<i>Penicillium</i> ? + bactéries + levure	<i>C. oregonensis</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactéries + champignon filamenteux + levure	<i>C. oregonensis</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactéries + champignons filamenteux + levures	<i>C. shehatae</i>
				<i>C. oregonensis</i>
				<i>T. nitratophila</i>
			<i>D. vanriji</i>	
			<i>H. capsulata</i>	

TABLEAU II (suite)

Observations et isolements de micro-organismes pour chacune des larves.

Lot n°	Vitalité de la larve	Traitement effectué	Types de micro-organismes observés	Levures isolées
IV	vivante	cf. tabl. IV	bactérie + levures	<i>C. oregonensis</i> <i>D. vanriji</i>
	vivante	cf. tabl. IV	<i>Penicillium</i> + levures	<i>C. oregonensis</i> <i>H. capsulata</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactéries + <i>Penicillium</i> + levures	<i>C. oregonensis</i> <i>C. shehatae</i> <i>C. cf. melibiosum</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactéries + champignon filamenteux + levure	<i>C. oregonensis</i>
	vivante	cf. tabl. IV	levures	<i>C. shehatae</i> <i>C. oregonensis</i> <i>T. molischiana</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactérie + levure	<i>C. shehatae</i>
	vivante	cf. tabl. IV	levures	<i>C. oregonensis</i> <i>C. shehatae</i>
	vivante	cf. tabl. IV	bactérie + levures	<i>C. oregonensis</i> <i>C. shehatae</i>

a été fréquemment isolée de galeries de larves en Amérique du Nord (Wickham, 1951 ; Callaham et Shifrine, 1960 ; Phaff et do Carmo-Sousa, 1962).

2) *Debaryomyces vanriji* (Van der Walt et Tscheuschner) Abadie *et al.* Nos quatre souches assimilent lentement le lactose et fermentent irrégulièrement et souvent tardivement le glucose ; certaines n'utilisent pas le rhamnose. À ces différences physiologiques près, elles sont tout à fait caractéristiques de *D. vanriji*, notamment par la morphologie de l'asque et des spores et la présence d'un beau voile mycodermique. Une souche de cette espèce avait été isolée de l'exsudation d'un chêne en U.R.S.S. (Kreger-van Rij, 1964).

3) *Cryptococcus laurentii* (Kufferath) Skinner. Ces levures, qui donnent une culture coulante, plus ou moins translucide, dépourvue de pseudomycélium, et qui ne fermentent aucun sucre et utilisent assez bien l'inositol, sont des *Cryptococcus* au sens de Lodder et Kreger-van Rij (1952), de Phaff et Spencer (1966) et de Fell et Phaff (1967). Comme elles assimilent beaucoup de substances carbonées (notamment galactose, maltose, saccharose et lactose), il s'agit vraisemblablement de *C. laurentii*, ou peut-être de *C. flavus* (Saito) Phaff et Fell puisque la production de composés amyloïdes en milieu convenable n'a pas été indiscutablement mise en évidence ; cependant l'érythritol n'est pas utilisé et nous devons émettre quelques réserves sur la précision de cette identification.

4) *Cryptococcus skinneri* Phaff et do Carmo-Sousa. Les caractères de notre isolement présentent une concordance très satisfaisante avec ceux de cette espèce dont la souche-type provient de déjections d'insecte non identifié prélevées sous l'écorce d'un *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. en Amérique du Nord (Phaff et do Carmo-Sousa, 1962).

5) *Cryptococcus melibiosum* (Shifrine et Phaff) Fell et Phaff. Il nous est difficile de classer avec certitude cette souche qui présente des caractères intermédiaires entre ceux de *C. melibiosum* et ceux de *C. dimennae* et diffère parfois de l'un et de l'autre. L'utilisation de l'inositol, caractéristique du genre (Phaff et Spencer, 1966 et Fell et Phaff, 1967), est assez tardive, comme pour la souche-type de *C. melibiosum*. C'est finalement à cette espèce que nous sommes tentée de l'identifier, avec certaines réserves cependant. La souche-type de cette espèce a été isolée d'un insecte xylophage (*Dendroctonus* sp.) en Amérique du Nord (Shifrine et Phaff, 1956).

6) *Torulopsis nitratophila* Shifrine et Phaff. Notre souche ne présente que des différences minimes avec cette espèce, dont la souche-type a été isolée d'un insecte xylophage (*Dendroctonus monticolae* Hopk.) en Amérique du Nord (Shifrine et Phaff 1956).

7) *Torulopsis molischiana* (Zikes) Lodder. Notre souche correspond parfaitement à la description donnée par Lodder et Kreger-van Rij (1952) de cette espèce dont la souche originelle provenait d'écorce tannante.

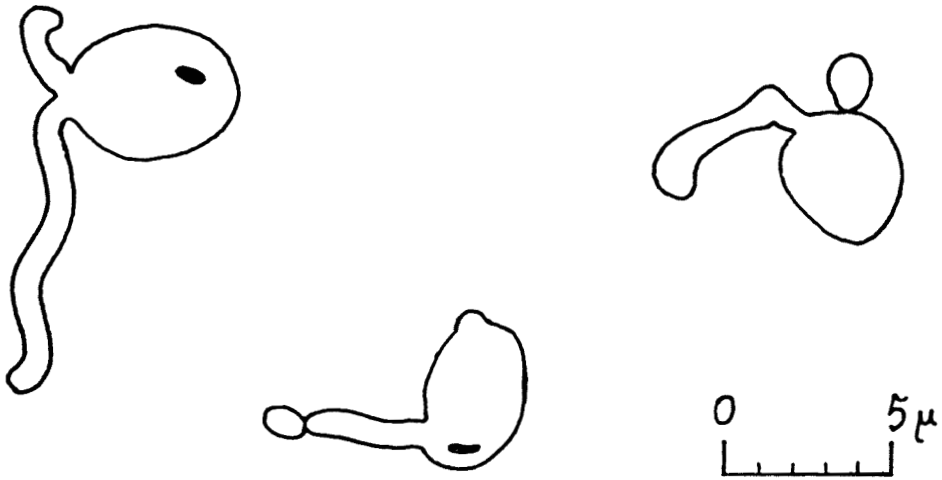


FIG. 1 *Candida shehatae* souche i405 — Cellules avec prolongements en forme de tube d'une culture âgée de 1 mois sur milieu de sporulation de Adams.

8) *Candida obtusa* var. *oregonensis* (Phaff et do Carmo-Sousa) Montrocher. Il y a quelques différences entre les nombreuses souches que nous avons isolées (intensité et rapidité de la fermentation du glucose, fermentation ou non du maltose, développement du voile, assimilation du ribose, du sorbose...). Mais toutes sont certainement à rattacher à la grande espèce *C. obtusa* (Dietrichson) Van Uden et do Carmo-Sousa, prise au sens large (Montrocher, 1967), et c'est de la variété *oregonensis* qu'elles se rapprochent le plus, malgré parfois de légères réserves (assimilation rapide du ribose, utilisation de la sarcosine et de l'uracile...). Nous avons, dans quelques cas, observé des cellules munies de prolongements en forme de tube plus ou moins long et peut-être des figures de copulation; cependant nous n'avons jamais pu identifier avec certitude d'asques et de spores. La souche-type de cette variété avait été isolée de déjections d'insectes (*Scolytus tsugae* Sw?) dans *Tsuga heterophylla* en Amérique du Nord.

9) *Candida shehatae* Buckley et Van Uden. La seule différence nette que présentent la plupart de nos nombreuses souches avec cette espèce (connue comme étant associée à des insectes xylophages en divers points du globe, Buckley et Van Uden, 1967) porte sur la fermentation du maltose (négative); en outre, l'assimilation du mélézitose est tardive. Une des souches a montré sur milieu de sporulation de Adams (fig. 1) des cellules munies de prolongements en forme de tube rappelant étrangement celles que nous avons décrites chez *Pichia stipitis* (Pignal, 1967) et celles de *Pichia scolyti* (Phaff et Yoneyama, 1961); par ailleurs, elle tend à assimiler, tardivement, rhamnose, mélibiose et raffinose. Nous l'avons donc comparée à ces deux espèces sporogènes, bien qu'elle-même ne sporulât point. Malgré de grandes ressemblances phy-

siologiques, les assimilations du rhamnose, du mélibiose et du raffinose sont vraiment très faibles et nous n'y avons pas retrouvé le vrai mycélium ni l'aspect des cultures de *P. scolyti*. La comparaison avec *P. stipitis* fut encore beaucoup plus satisfaisante et, outre un aspect légèrement différent de la culture, la seule divergence importante est l'assimilation du rhamnose, à tel point que nous fûmes tout d'abord tentée de la considérer simplement comme une souche non sporulante de *P. stipitis*. Cette ressemblance pose la question des rapports entre *C. shehatae* et *P. stipitis*. Si l'on compare les descriptions de ces deux espèces, la seule différence nette est l'assimilation du rhamnose et l'on peut se demander si *C. shehatae* ne doit pas être regardée comme une forme imparfaite de *P. stipitis*.

10) *Candida humicola* (Daszewska) Diddens et Lodder. Les caractères de notre souche concordent de façon très satisfaisante avec ceux de cette espèce qui semble extrêmement répandue.

TABLEAU III

Répartition des micro-organismes dans les différents lots de larves examinés.

Lot n°	Nombre de larves		
	examinées	hébergeant des	
		micro-organismes	levures
I	7	6	1
II	1	0	0
III	30	14	9
IV	13	13	13
Total	51	33	23

RÉPARTITION DES MICRO-ORGANISMES

Comme le montre le tableau III, il faut distinguer, quant à l'abondance de la microflore, les trois premiers lots d'une part, et le quatrième d'autre part.

Les larves examinées en 1965 et 1966 étaient pauvres en micro-organismes, n'en contenaient souvent qu'un seul type et les levures isolées de chaque larve n'appartiennent qu'à une seule espèce (*Hansenula capsulata*, *Cryptococcus laurentii*, *C. skinneri* ou *Candida humicola*).

TABLEAU IV

Micro-organismes présents dans les différentes parties de chaque larve du lot n° IV.

	Bactéries de type				<i>Penicillium</i>	Champ. filament. noircissant	<i>H. capsulata</i>	<i>D. vanriji</i>	<i>C. melibiosum</i>	<i>T. nitratophila</i>	<i>T. molischiana</i>	<i>C. oregonensis</i>	<i>C. shehatae</i>
	A	B	C	?									
larve rinçage	2.10 ⁷	10000			+?							+	
tube digestif parties externes rinçage		860		+		+						700 1500 +	
tube digestif parties externes rinçage déjections		4000 +++				+	+	+		400		+++	2000 +
larve rinçage		80						+				4000	
tube digestif parties externes rinçage déjections		5000			+? +				1000			+	15000 + +
larve rinçage		8000	4000			8000						50000 +	
tube digestif parties externes rinçage											+		+++ + +?

Par contre, les larves de *Chalcophora virginensis* Drury contenaient une microflore beaucoup plus riche et beaucoup plus variée. Il n'est pas rare de rencontrer, dans une larve donnée, deux ou trois espèces de levures, associées à des champignons filamenteux et plusieurs types de bactéries. L'éventail des espèces de levures hébergées par *Chalcophora virginensis* est très large (sept espèces), bien que ces espèces (ou au moins deux d'entre elles : *Candida shehatae* et *C. obtusa* var. *oregonensis*) se retrouvent régulièrement chez la plupart des larves examinées.

On peut se demander à quoi est due cette différence. Puisque le lot n° IV a été récolté en mars alors que les trois autres l'ont été à la fin de l'été ou en automne, on peut penser à une influence saisonnière. Cependant, il n'est pas certain que l'hiver rigoureux qui n'est pas encore terminé au mois de mars puisse favoriser le développement de la microflore. Nous serions plutôt tentée d'y voir l'influence spécifique de l'hôte ; il serait intéressant, pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, de faire d'autres analyses de *Chalcophora virginensis* à différentes saisons.

Dans le cas des trois premiers lots, les levures sont trop rares pour qu'on puisse tirer des conclusions sur les liens spécifiques entre levure et insecte. Remarquons toutefois la relative abondance des *Cryptococcus* (*laurentii* ou *flavus* en particulier) dans les larves du lot n° III.

Par contre le lot n° IV devrait nous donner des renseignements d'autant plus intéressants que nous avons pu compter les individus appartenant aux différents types de micro-organismes. Toutes les larves contenaient des levures, et 23% d'entre elles ont donné des levures seules. D'après les dénombrements effectués et rapportés dans le tableau IV, même là où les levures sont accompagnées de bactéries, dans 72% des cas elles dominent numériquement ; peut-être faut-il voir dans ce résultat une influence du milieu employé pour l'isolement, qui pourrait, par son pH, être particulièrement favorable aux levures. La comparaison des microflores provenant des différentes parties d'une larve (tube digestif, reste du corps après ablation du tube digestif, rinçage externe avant désinfection à l'alcool, déjections, . . .) ne permet aucune généralisation : on peut trouver, dans les diverses parties d'un animal donné, soit les mêmes levures, soit une population totalement différente. On ne peut pas non plus dire que telle espèce de levure semble plutôt interne aux larves, telle autre externe : dans trois des échantillons examinés, *C. shehatae* se trouve uniquement dans le tube digestif, mais dans trois autres, on l'isole également des parties externes ; *C. obtusa* var. *oregonensis* ne se trouve jamais dans le tube digestif exclusivement. Dans deux cas, nous avons noté que la même levure (*C. shehatae*) se trouve à la fois dans le tube digestif et dans les déjections du même individu.

Les levures dominant chez *Chalcophora virginensis* sont *C. obtusa* var. *oregonensis* que nous avons isolée de 92% des larves examinées, puis *C. she-*

hatae (46%). Bien qu'il arrive dans plusieurs cas que l'une d'entre elles soit seule présente, elles ne semblent pas s'exclure mutuellement car, dans 38,5% des cas, on les trouve toutes deux en même temps, une fois même à l'intérieur du tube digestif. Enfin dans le tractus digestif de 36% des larves, il y a cohabitation de diverses espèces de levures.

Conclusion

Cette étude montre que les levures sont un élément non négligeable de la microflore des larves xylophages Buprestides auxquelles nous sommes intéressée ; dans beaucoup de cas, même, elles semblent nettement prédominantes.

Il faut remarquer l'abondance des *Candida*, essentiellement *C. obtusa* var. *oregonensis* et *C. shehatae*, et, à un degré moindre, des *Cryptococcus* (qui montrent une grande variété).

Parmi les espèces représentées, certaines avaient été auparavant signalées comme pouvant se trouver, d'une façon ou d'une autre, associées aux végétaux ligneux : *D. vanriji* (exsudation de chêne), *T. molischiana* (écorce tannante, eau résiduaire de scierie) et même *C. laurentii* (*Quercus kelloggii* Newb., sol de forêt, . . .) et *C. humicola* (exsudation d'if) ainsi que *H. capsulata* et *C. shehatae*. Mais surtout, nous l'avons souligné, la plupart ont pu être considérées comme se trouvant plus ou moins exclusivement chez des insectes : *C. obtusa* var. *oregonensis*, *C. shehatae*, *H. capsulata*, *C. skinneri*, *C. melibiosum* et *T. nitratophila*. Toutefois, dans tous les cas où les auteurs avaient donné des précisions sur l'identification de l'hôte, on constate qu'il s'agissait de Cérambycides ou d'Ipides. C'est la première fois, à notre connaissance, que ces levures sont signalées chez des Buprestides.

D'un point de vue géographique enfin, beaucoup des espèces de levures isolées au cours de ce travail semblent, pour l'instant, localisées au Nouveau-Monde et plus précisément à l'Amérique du Nord.

Remerciements

Nos plus vifs remerciements vont à Monsieur Paul Benoit, du Service canadien des Forêts, grâce à qui cette étude a pu être envisagée et réalisée, puisque c'est lui qui nous a, avec tant d'amabilité et de compétence, procuré le matériel.

Nous voulons également remercier Monsieur J. Boidin, professeur à la Faculté des sciences de Lyon (France), des conseils qu'il nous a donnés pour la réalisation de ce travail, et Madame M.C. Berton de sa précieuse collaboration technique.

Références

- BOIDIN, J., M.C. PIGNAL, Y. LEHODEY, A. VEY et F. ABADIE, 1964. Le genre *Pichia* sensu lato (Première contribution). *Bull. Soc. mycol. Fr.*, **80**: 396-438.
- BUCHNER, P., 1965. Endosymbiosis of animals with plant micro-organisms (Revised English Version). John Wiley and Sons, Inc., New-York. 909 p.
- BUCKLEY, H.R. and N. VAN UDEN, 1967. *Candida shehatae* sp.n., a yeast associated with wood-destroying insects. *Mycopath. Mycol. appl.*, **32**: 297-301.
- CALLAHAM, R. and M. SHIFRINE, 1960. The yeasts associated with bark-beetles. *For. Sci.*, **6**: 146-154.
- FELL, J.W. and H.J. PHAFF, 1967. Three new yeasts: *Cryptococcus dimenna*, *Cryptococcus hutzingii* and *Cryptococcus lactativorus* spp.n. . *Antonie van Leeuwenhoek*, **33**: 464-472.
- KREGER-VAN RIJ, N.J.W., 1964. A taxonomic study of the yeast genera *Endomycopsis*, *Pichia* and *Debaryomyces*. Thèse, Leiden. 194 p.
- LODDER, J. and N.J.W. KREGER-VAN RIJ, 1952. The yeasts, a taxonomic study. North-Holland Publish. Comp., Amsterdam. 713 p.
- MONTROCHER, R., 1967. Quelques nouvelles espèces et variétés du genre *Candida* (Levures asporogènes). *Revue Mycol.*, **32**: 69-92.
- PHAFF, H.J. and L. DO CARMO-SOUSA, 1962. Four new species of yeast isolated from insect frass in bark of *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sargent. *Antonie van Leeuwenhoek*, **28**: 193-207.
- PHAFF, H.J. and J.F.T. SPENCER, 1966 (paru en 1969). Improved parameters in the separation of species in the genera *Rhodotorula* and *Cryptococcus*. Proc. 2nd Symposium on Yeasts, Bratislava juillet 1966 : 59-65.
- PHAFF, H.J. and M. YONEYAMA, 1961. *Endomycopsis scolyti*, a new heterothallic species of yeast. *Antonie van Leeuwenhoek*, **27**: 196-202.
- PIGNAL, M.C., 1967. Une nouvelle espèce de levure isolée de larves d'insectes : *Pichia stipitis*. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **36**: 163-168.
- PIGNAL, M.C., 1968. Quelques levures associées à des insectes xylophages de la République Centrafricaine. *Cahiers de La Maboké*, **6**: 5-15.
- SHIFRINE, M. and H.J. PHAFF, 1956. The association of yeasts with certain bark beetles. *Mycologia*, **48**: 41-55.
- WICKERHAM, L.J., 1951. Taxonomy of yeasts. *Tech. Bull. U.S. Dep. Agric.*, **1029**: 56 p.

INFLUENCE DU POTASSIUM SUR LES ACIDES ORGANIQUES DU FRUIT DE LA TOMATE ¹

M. J. TRUDEL ² et J. L. OZBUN

Department of Vegetable Crops, Cornell University, Ithaca, N.Y.

Résumé

Nous avons déterminé l'influence de la nutrition potassique sur le pH, l'acidité titrable et les principaux acides organiques du fruit de la tomate au cours du mûrissement. Une déficience en potassium réduit l'acidité titrable du fruit à tous les stades de maturité. Chez le fruit vert, le manque de potassium abaisse le niveau du citrate, malate, fumarate et oxaloacétate. Chez le fruit mûr, la déficience réduit le citrate et l'oxaloacétate, augmente le niveau du fumarate et du pyruvate et a peu d'effet sur le malate. Les résultats sont discutés en fonction du phénomène de mûrissement des fruits.

Abstract

Studies were conducted to determine the effect of potassium nutrition on titratable acidity and organic acid metabolism of tomato fruit at various stages of ripening. Decrease in titratable acidity resulted from low K nutrition. In this respect, the detrimental effect of K deficiency was evident at all stages of ripening. Citrate, malate, fumarate and oxaloacetate content of green fruit were lowered under low K conditions. In the fully ripe fruit, the deficiency increased the amount of fumarate and pyruvate, while it decreased the level of citrate and oxaloacetate. Potassium had little effect on the malate content of red fruit.

Introduction

Les acides organiques sont des constituants majeurs du fruit de la tomate et sont, dans une grande mesure, responsables de ses caractéristiques gustatives. Les changements qualitatifs et quantitatifs de certains acides organiques durant le mûrissement des fruits ont été discutés par Biale (1960).

On sait que les modifications physiologiques et biochimiques qui accompagnent la maturation des fruits sont intimement liées au phénomène de la respiration (Spencer, 1965). Les acides organiques sont les principaux substrats

1. Contribution n° 604, Department of Vegetable Crops, Cornell University, Ithaca, New York 14850, U.S.A.

2. Adresse actuelle : Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec 10^e.

d'oxydation utilisés au cours de la respiration. Ces métabolites jouent donc un rôle de tout premier plan dans les mécanismes de mûrissement des fruits.

De nombreux travaux ont été effectués pour déterminer l'influence du potassium sur le métabolisme des acides organiques des végétaux (Sideris et Young, 1945 ; Tso *et al.*, 1960 ; Coic et Lesaint, 1960 ; Bradley, 1962 ; Clark, 1968). Les résultats obtenus semblent souvent contradictoires en raison des différences intrinsèques des espèces et variétés utilisées. En effet, Freeman (1967) a rapporté qu'une déficience potassique augmentait largement la teneur en acides organiques totaux des feuilles du chou, de la betterave et de la pomme de terre, diminuait celle de la laitue et n'avait aucune influence sur celle du paturin.

Plusieurs études ont déjà été publiées sur l'influence de la fertilisation potassique sur l'acidité titrable ou l'acidité totale de la tomate (Davies, 1964 ; Davies et Winsor, 1967). Cependant, on ne possède que peu de données sur les changements de concentration des acides eux-mêmes, particulièrement certains d'entre eux, tel l'oxaloacétate, que seules les techniques modernes de chromatographie en phase gazeuse permettent de déceler avec précision.

Le présent travail avait pour but de déterminer l'effet du potassium sur les modifications quantitatives du pH, de l'acidité titrable et des principaux acides organiques durant les divers stades de mûrissement de la tomate.

Matériel et méthodes

Les graines de tomate (*Lycopersicon esculentum* var Fireball) sont semées dans du sable de silice et, après émergence, les plantules sont arrosées quotidiennement avec la solution nutritive Hoagland n° 1 (Hoagland et Arnon, 1950). Les plants de 20 à 25 cm de hauteur sont transplantés dans des pots de 30 cm remplis de sable de silice, grade n° 2. Dès lors, le développement des plantes se poursuit en chambre de croissance dans les conditions suivantes : humidité relative constante de 65%, 16 heures de lumière (21,600 lux) à 24°C et 8 heures d'obscurité à 18°C. Les plantes sont taillées de façon à ce qu'une tige unique se développe avec un maximum de 4 grappes florales. Avant l'initiation des traitements, les plantes reçoivent quotidiennement 1 litre de solution Hoagland, excepté au 3^{ième} et 7^{ième} jours de la semaine, alors que l'on substitue l'eau distillée à la solution nutritive. La solution Hoagland normale contient 5 meq de K au litre.

Quand les premiers fruits atteignent 1.0 – 1.5 cm de diamètre, la solution Hoagland est modifiée de façon à varier la concentration de K. Les divers niveaux de K utilisés constituent les traitements et sont indiqués dans le texte. On maintient la concentration totale des sels minéraux constante en variant le niveau de NaCl dans la solution.

À la récolte, les fruits sont classés selon les critères de maturité suivants :

<i>Stades de maturité</i>		<i>Description des stades</i>
Vert	(V)	Toute la surface du fruit est verte.
Tournant	(T)	Moins de 10% de la surface du fruit présente une teinte jaunâtre à rosâtre.
Jaune	(J)	Moins de 30% de la surface du fruit présente une teinte jaunâtre à rouge-orangé
Orangé	(O)	Moins de 60% de la surface du fruit présente une teinte orangée à rouge.
Rouge	(R)	Plus de 60% de la surface du fruit est uniformément rougeâtre à rouge vif.

Des échantillons composés tirés des fruits d'au moins 6 plants sont utilisés pour les analyses chimiques. Les résultats rapportés sont des moyennes (\pm l'écart-type) de 4 déterminations, à l'exception des valeurs du pyruvate basées sur 8 analyses.

DÉTERMINATION DE L'ACIDITÉ TITRABLE ET DU pH

On broie le tissu durant 1 minute dans un homogénéisateur à piston. On centrifuge l'homogénat à 10,000 x g pendant 10 minutes et l'on dilue 10 ml du surnageant dans 90 ml d'eau distillée. On titre alors la solution avec du NaOH 0.01 N jusqu'à un pH de 8.5 et l'on note le pH initial de la solution comme mesure de l'acidité totale.

ANALYSE CHIMIQUE DE L'ACIDE PYRUVIQUE

On détermine la teneur du fruit en acide pyruvique, par méthode modifiée de Perdue (1964). On homogénéise le tissu avec un égal volume d'eau durant 1 minute et l'homogénat est centrifugé à 3000 x g pendant 5 minutes. Cinq ml du surnageant sont plongés dans 20 ml d'acide trichloroacétique à 10% et les protéines précipitées sont déposées par centrifugation (3000 x g, 5 minutes). On ajoute à une aliquote de 4 ml du surnageant 2 ml de HCl 2 N contenant 0.0125% de dinitrophénylhydrazine et on laisse reposer la solution durant 10 minutes dans un bain à température constante de 30°C. L'addition de 10 ml de NaOH 0.6N, avec agitation, complète la réaction. On détermine la densité optique de la solution, à une longueur d'onde de 420 nm, au spectrophotomètre (Spectronic 20). On calcule la concentration actuelle de pyruvate par référence à une courbe standard établie à partir de solutions commerciales d'acide pyruvique hautement purifié.

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES ORGANIQUES

On homogénéise 10 g de tissu avec 50 ml d'éthanol à 95% pendant 2 minutes. L'homogénat est filtré et l'on répète l'extraction sur le résidu. Après combinaison des filtrats et évaporation de la phase éthanolique sous vide, on partitionne 3 fois le résidu aqueux avec une solution de chloroforme-éthanol (2 : 1) pour enlever les composés lipidiques. La solution éthanolique est alors passée par une colonne de résine Dowex-1-X8 (formate) de 1 x 12 cm. On lave la résine à l'eau distillée jusqu'à ce que l'éluant soit exempt de toute trace de sucres, tel que déterminé par essai avec papier réactif. Les acides organiques sont alors libérés en lavant la colonne de résine avec 72 ml d'acide formique 6N, 15 gouttes à la minute. On recueille alors l'éluat contenant les acides ; on l'évapore, le reprend dans 10 ml d'eau et l'on prélève une fraction de 4 ml qui est séchée à froid. On dissout le résidu sec dans 0.5 ml de pyridine contenant 25 mg de chlorure d'hydroxylamine. La formation de dérivés triméthylsilyl des acides organiques s'effectue par l'addition de 0.8 ml d'hexaméthylsilazane et de 0.1 ml de trichlorométhylsilane (Sweeley, 1963). On centrifuge la préparation à 2000 x g durant 10 minutes. On injecte des fractions de 1.4 - 1.5 μ l du surnageant dans un Varian Aerograph 1520 muni d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne séparatrice de 12.5' x 1/8" en acier inoxydable. L'Aeropak 30 (100-120 mailles) sert de matériel de support et la phase liquide stationnaire est le QF-1 à 2%. La vitesse du gaz transporteur (N_2) est de 40 ml par minute. Les températures de l'injecteur et du détecteur sont

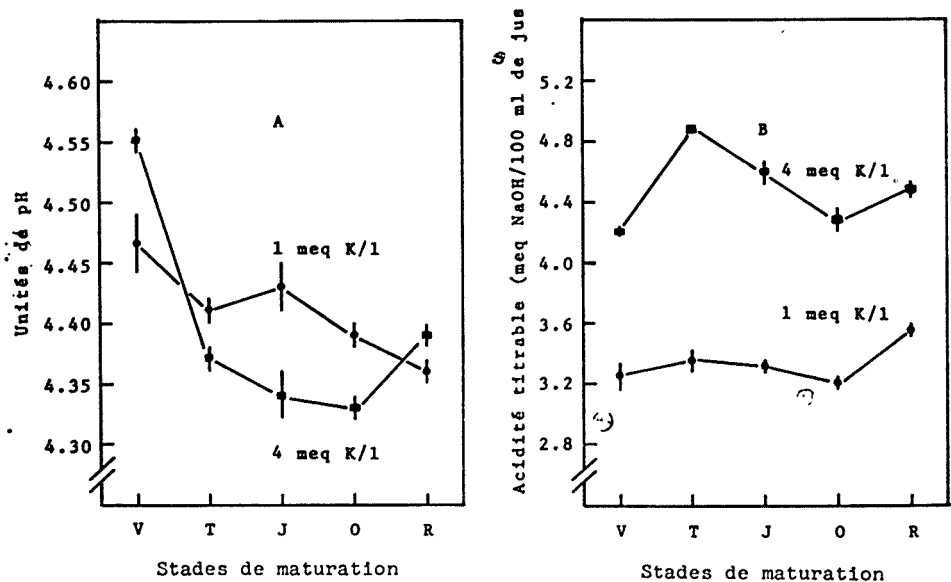


FIGURE 1. Variations du pH (A) et de l'acidité titrable (B) durant la maturation de fruits provenant de plantes cultivées à 2 niveaux de K.

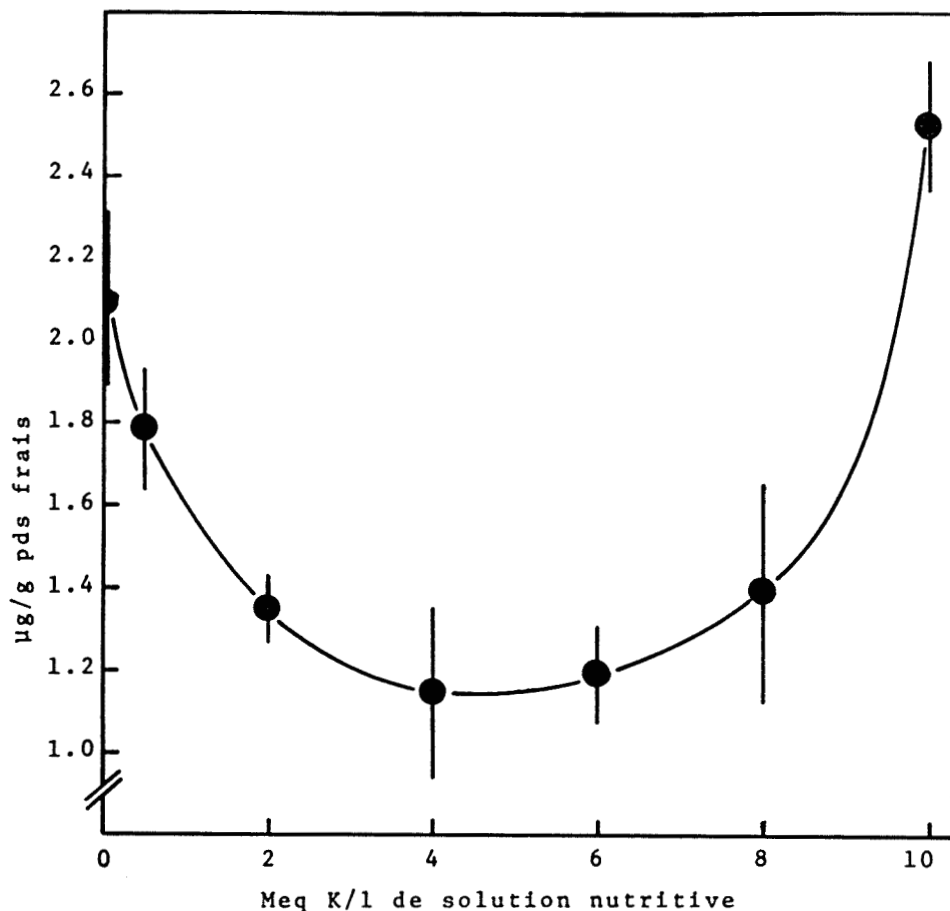


FIGURE 2. Effet du K sur la teneur en pyruvate du fruit mûr de la tomate. Concentration moyenne de K dans les fruits des divers traitements ; 0.48, 0.49, 0.64, 0.76, 0.98, 0.99, 1.16 meq/g de matière sèche.

respectivement 225 et 250°C. Le réchauffement progressif de la colonne, de 100 à 200°C, s'effectue au taux de 6°C par minute.

Les acides organiques sont identifiés par comparaison de leur temps de rétention relativement à un standard interne (benzoïne) avec le temps de rétention d'acides standards. La surface sous les pics est calculée à l'aide d'un intégrateur digital Varian 475. La quantification des acides contenus dans l'échantillon se fait en comparant la réponse de l'intégrateur à celle obtenue avec des quantités connues d'acides standards.

DÉTERMINATION DU POTASSIUM DANS LES TISSUS

Les tissus séchés sont incinérés dans un four à 450°C durant 12 heures. Les cendres sont ensuite solubilisées par HCl 1.2N chaud jusqu'à ce que la

solution soit claire. La solution est analysée avec un spectrophotomètre à absorption atomique selon la méthode de Berry et Johnson (1966).

Résultats et interprétation

Les modifications du pH et de l'acidité titrable durant le mûrissement ont été déterminées sur des fruits provenant de plantes dont la croissance s'est effectuée dans des solutions nutritives contenant 1 et 4 meq de K par litre de solution.

L'examen de la figure 1A démontre que le pH des fruits décroît généralement durant le mûrissement. On observe toutefois une hausse de pH chez le fruit rouge qui s'est développé à un niveau normal de K. L'acidité du fruit déficient en K est plus élevée que celle du fruit normal, excepté au stade vert et au stade rouge. On attribue souvent la baisse de pH accompagnant le mûrissement à la neutralisation de certains acides par des ions K, formant ainsi des sels potassiques de ces acides (Ranson, 1965). L'absence d'un niveau adéquat de K dans le fruit déficient en cet élément pourrait expliquer son acidité plus grande comparativement au fruit normal.

La déficience potassique réduit sensiblement l'acidité titrable du fruit (figure 1B). Les variations de l'acidité titrable en fonction du mûrissement semblent sensiblement les mêmes pour les fruits des deux traitements. L'acidité titrable augmente jusqu'au point tournant ; dès lors, elle décroît jusqu'au stade orangé pour finalement s'élever de nouveau au stade rouge. Winsor *et al.* (1962) ont rapporté des résultats similaires.

Les modifications de l'acidité titrable, induites par la déficience potassique, pourraient refléter des changements dans le métabolisme des acides organiques. Le pyruvate est un composé clé dans le métabolisme intermédiaire des acides organiques. Sachant que le K influence certaines réactions menant à la formation de ce composé, des analyses chimiques furent effectuées pour en déterminer la teneur chez des fruits rouges provenant de plantes ayant crû à 7 différents niveaux de K (figure 2). Même si la variation due à l'analyse est relativement large, certaines tendances sont révélées. La teneur du fruit en pyruvate décroît avec l'accroissement du K jusqu'à 4 meq/l, après quoi elle augmente jusqu'à un maximum atteint à 10 meq K/l.

L'importance du pool d'un métabolite peut être indicateur de son taux de formation et/ou de son taux d'utilisation. Une importante source de pyruvate dans le végétal provient de sa formation à partir du phosphoenolpyruvate, formation catalysée par la kinase de l'acide pyruvique. Or, l'on sait que cet enzyme requiert l'ion K pour atteindre son activité maximale (Miller et Evans, 1957 ; McCollum *et al.*, 1958 ; Evans, 1963). Conséquemment, une déficience potassique réduirait l'activité de cette kinase et le taux de synthèse du pyruvate.

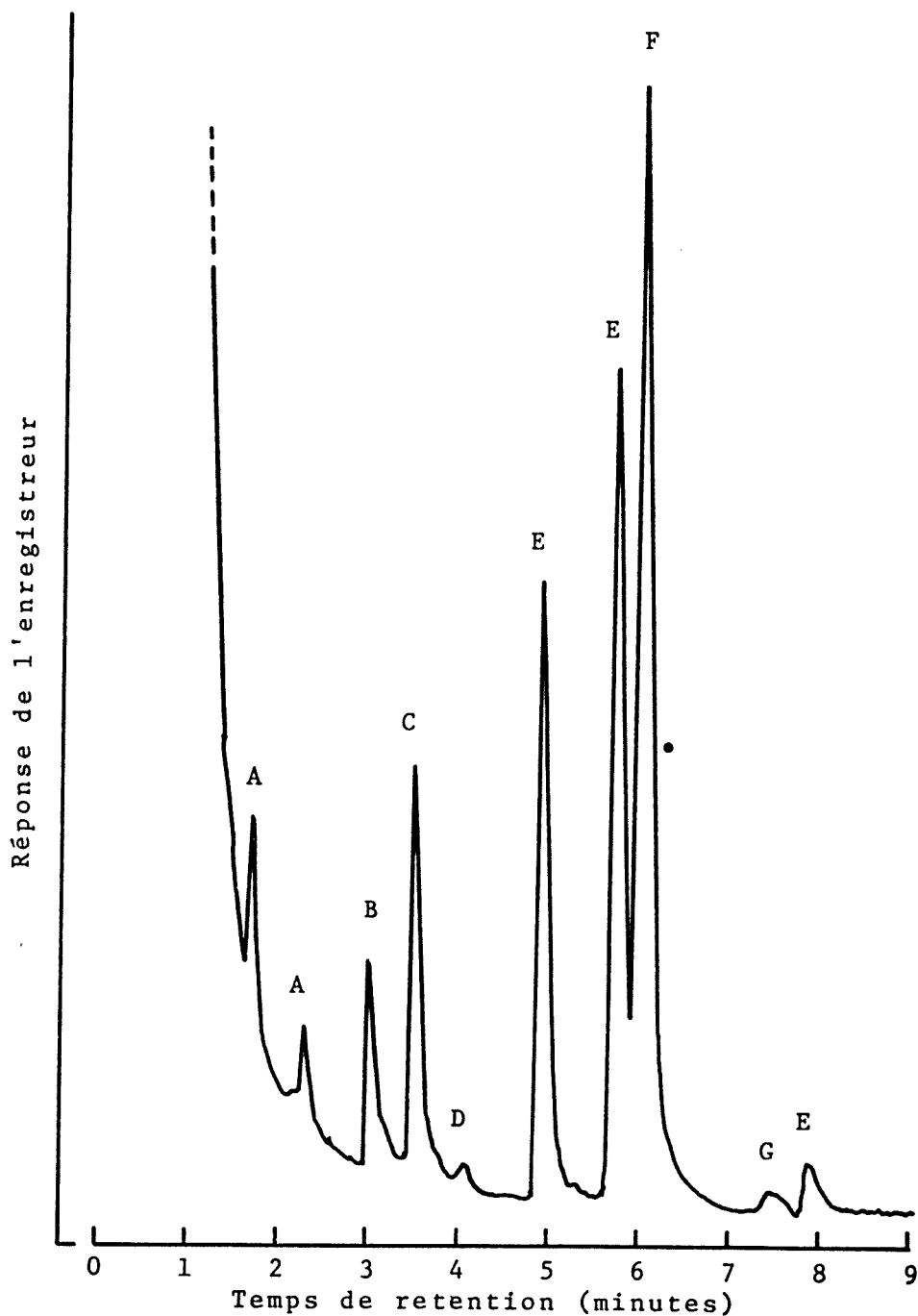


FIGURE 3. Séparation, par chromatographie en phase gazeuse, des principaux acides organiques du fruit vert de la tomate (4 meq K/l). Identification des pics : A, solvants ; B, fumarate ; C, malate ; D, oxaloacétate ; E, benzoïne (standard de repérage) ; F, citrate ; G, inconnu.

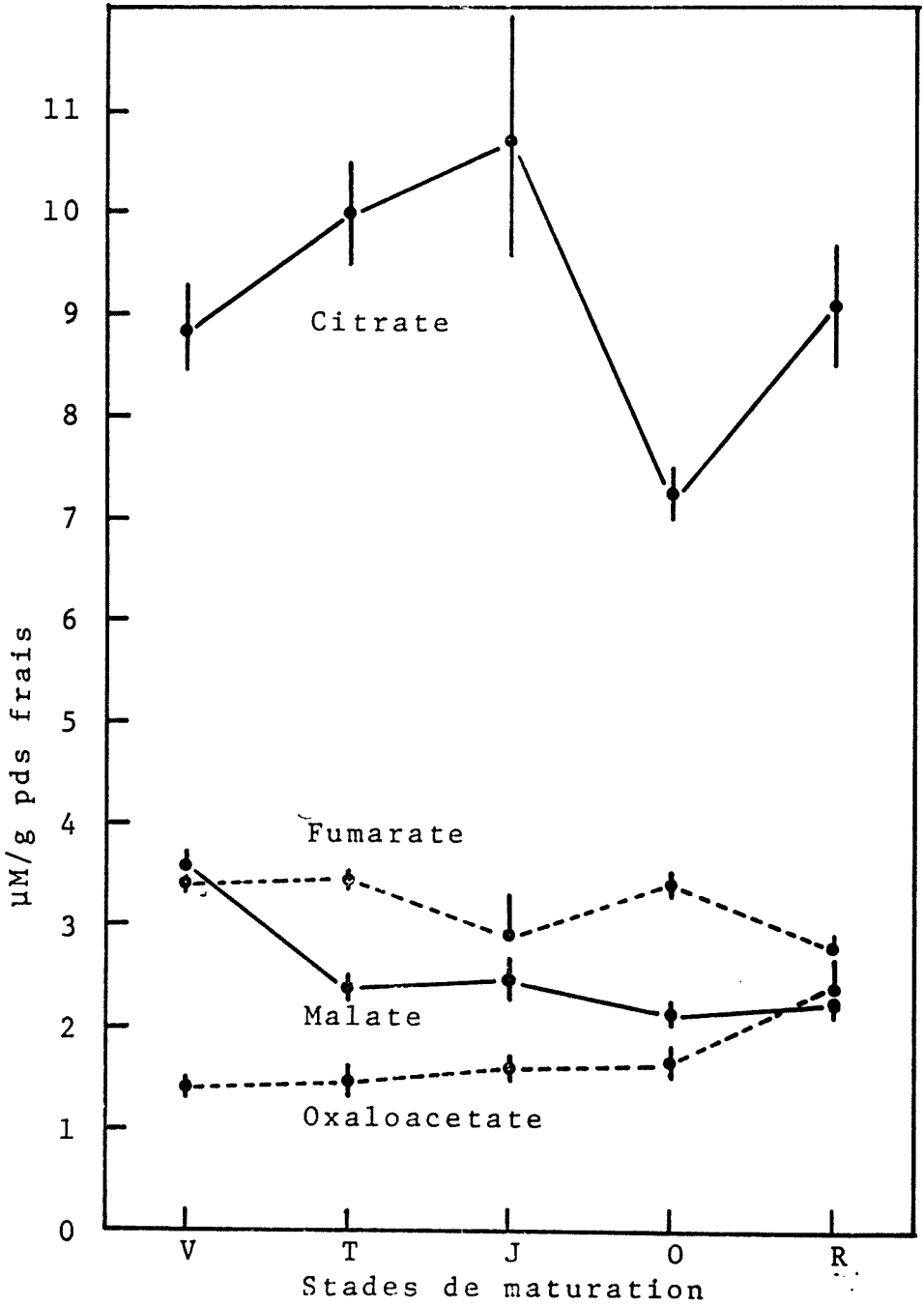


FIGURE 4. Variations des principaux acides organiques de la tomate durant le mûrissement (4 meq K/l).

Cependant, nos résultats démontrent clairement que le pyruvate s'accumule dans le fruit déficient en K, comparativement au fruit normal (4-6 meq K/1). L'on sait toutefois que les acides aminés : alanine, sérine et cystéine peuvent être métabolisés en pyruvate. Puisque l'augmentation d'acides aminés libres a déjà été associée à une déficience de K (Ozbun, 1964), l'accumulation de pyruvate, aux bas niveaux de K, pourrait résulter de la transformation biochimique de ces acides aminés en pyruvate.

La faible utilisation métabolique du pyruvate pourrait aussi expliquer son accumulation aux niveaux extrêmes de K (bas et haut). Cette dernière observation devrait toutefois être basée sur l'hypothèse que des concentrations normales de K dans la solution nutritive (4-6 meq/1) résultent en un niveau normal de pyruvate dans le fruit.

D'autres acides organiques furent séparés et dosés par chromatographie en phase gazeuse. La figure 3 représente un chromatogramme typique des acides organiques d'un fruit vert de la tomate. On constate que 4 acides peuvent être détectés de façon constante par la technique utilisée ; ce sont le citrate, le malate, le fumarate et l'oxaloacétate. Le citrate est le principal acide du fruit alors que l'oxaloacétate n'est présent qu'en faible quantité. Des fruits provenant de plantes cultivées à 4 niveaux de K (0.5, 1, 4 et 8 meq/1) ont été analysés à deux stades de maturation : vert et rouge. De plus, les fruits provenant des plants cultivés à 4 meq K/1 ont été analysés à 5 stades différents, en vue d'étudier l'évolution de ces acides au cours du mûrissement (fig. 4). Pour ces analyses, le choix de fruits provenant de plantes qui ont cru à 4 meq de K/1 est motivé du fait que la solution nutritive Hoagland no 1 contient un niveau similaire de K. Les valeurs exprimées dans la figure 4 sont donc représentatives de fruits physiologiquement normaux.

Le citrate, l'acide le plus important du fruit, suit une tendance généralement similaire à celle de l'acidité titrable (fig. 1A), démontrant que cet acide contribue largement à cette dernière. La teneur du fruit en fumarate fluctue au cours du mûrissement et il est difficile de percevoir une tendance spécifique à cet acide (fig. 4). L'acide malique est à son maximum au stade vert, mais il décroît rapidement au point tournant, pour ensuite se maintenir constant durant le mûrissement. L'oxaloacétate augmente légèrement jusqu'au point orangé et, dès lors, s'accroît rapidement durant la phase finale du mûrissement.

L'effet de la nutrition potassique sur les acides organiques des fruits verts et rouges s'illustre par la figure 5. Une diminution de la concentration de K dans la solution nutritive abaisse considérablement la teneur en acide citrique des fruits verts et rouges. Un tel effet dépressif de la déficience de K fut également reporté par Davis (1962). Le niveau de K dans la solution nutritive a peu d'effet sur le malate du fruit rouge, alors que le fruit vert est sensible à la déficience. Les bas niveaux de K contribuent à augmenter le fumarate dans

les fruits rouges alors qu'un effet contraire est observé dans les fruits verts. L'oxaloacétate n'est pas décelé dans les fruits verts déficients en K, alors que dans les fruits rouges, le K affecte très peu cet acide.

L'interprétation des résultats d'études sur les acides organiques est très difficile en raison de la présence de réserves plus ou moins importantes de

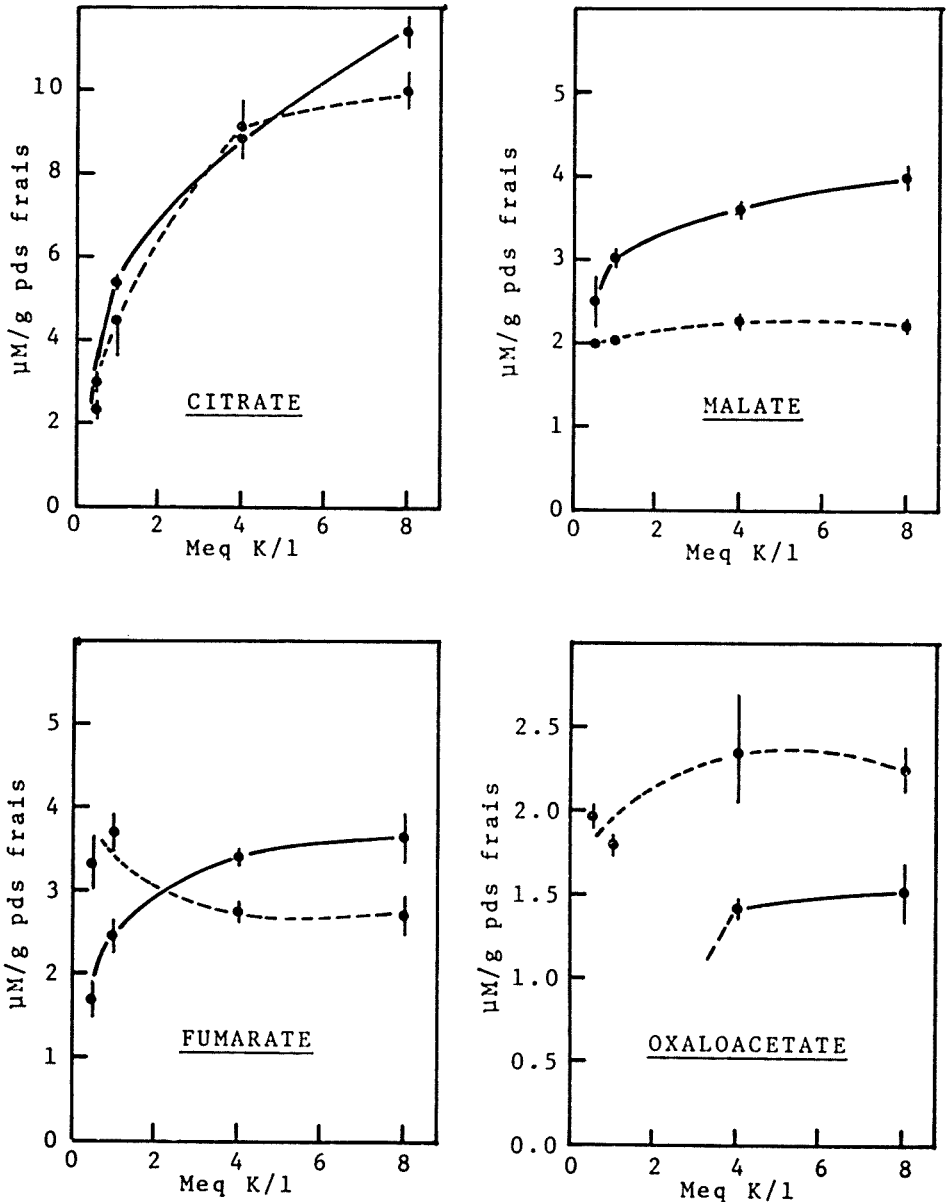


FIGURE 5. Effet du K sur certains acides organiques du fruit de la tomate à 2 stades de maturité : stade vert (——) et stade rouge (- - - - -).

certains acides qui s'accumulent dans les vacuoles. Une proportion inconnue de ces réserves vacuolaires peut ne pas participer activement au métabolisme. La figure 6 schématise les relations métaboliques entre les principaux acides du fruit. Seules les réactions pertinentes à la discussion sont indiquées.

Le citrate, principal acide du fruit de la tomate, est aussi le plus affecté par une déficience potassique (fig. 5). Il est métaboliquement formé par la condensation de l'acétyl CoA avec l'oxaloacétate (fig. 6, réaction 2). L'acétyl CoA, lui-même dérivé du pyruvate, devrait diminuer à la suite d'une déficience potassique, puisque la réaction 1 (fig. 6) requiert l'ion K comme cofacteur essentiel. Toutefois, nos résultats suggèrent que le niveau du pyruvate n'est pas le facteur limitant, puisqu'il s'accumule dans des conditions de déficience (fig. 2). Cependant, l'accumulation de pyruvate, que nous avons plus haut attribuée à la réaction 7, pourrait également résulter de la réaction 3, i.e. de la décarboxylation du malate par l'enzyme malique. Cette dernière réaction devient particulièrement importante durant le mûrissement, car, selon Spencer (1965), elle expliquerait l'évolution rapide du CO_2 durant la phase climactérique du mûrissement.

Nos résultats supportent cette hypothèse puisque nous constatons que la concentration du malate est beaucoup plus élevée dans le fruit vert que dans le fruit mûr. La diminution du malate pourrait donc être reliée à l'élévation de l'intensité respiratoire durant la phase climactérique du mûrissement. Toutefois, la différence entre les teneurs en malate des fruits mûrs et des fruits verts est moindre dans les conditions de déficience en K. Le fait que le climactérique est beaucoup plus prononcé chez les fruits déficients en K (Trudel, 1969) suggère cependant que le mécanisme décrit ci-haut n'explique pas entièrement l'augmentation de la respiration durant le climactérique.

La désorganisation structurale des mitochondries durant le mûrissement (Spencer, 1965) pourrait diminuer ou arrêter le cycle de Krebs, empêchant ainsi la formation de certains acides par cette voie métabolique. Ceci pourrait expliquer la diminution de la teneur en certains acides, en particulier les acides malique et citrique, durant le mûrissement. De plus, Kursanov et Vyskrebentzeva (1966) ont rapporté que la déficience en K provoque la dégénérescence des mitochondries. Cette situation peut certainement expliquer la réduction très importante du citrate que nous avons observée dans les cas de déficience en K (fig. 5).

La teneur des fruits en oxaloacétate subit une forte élévation durant le mûrissement (fig. 4 et 5) et cette élévation est particulièrement importante dans les fruits déficients en K. L'augmentation d'oxaloacétate peut résulter d'une stimulation de l'activité de la carboxylase du phosphoénolpyruvate (fig. 6, réaction 4). Même dans l'éventualité de la désorganisation des mitochondries et du cycle de Krebs, soit comme résultat normal du mûrissement, soit comme

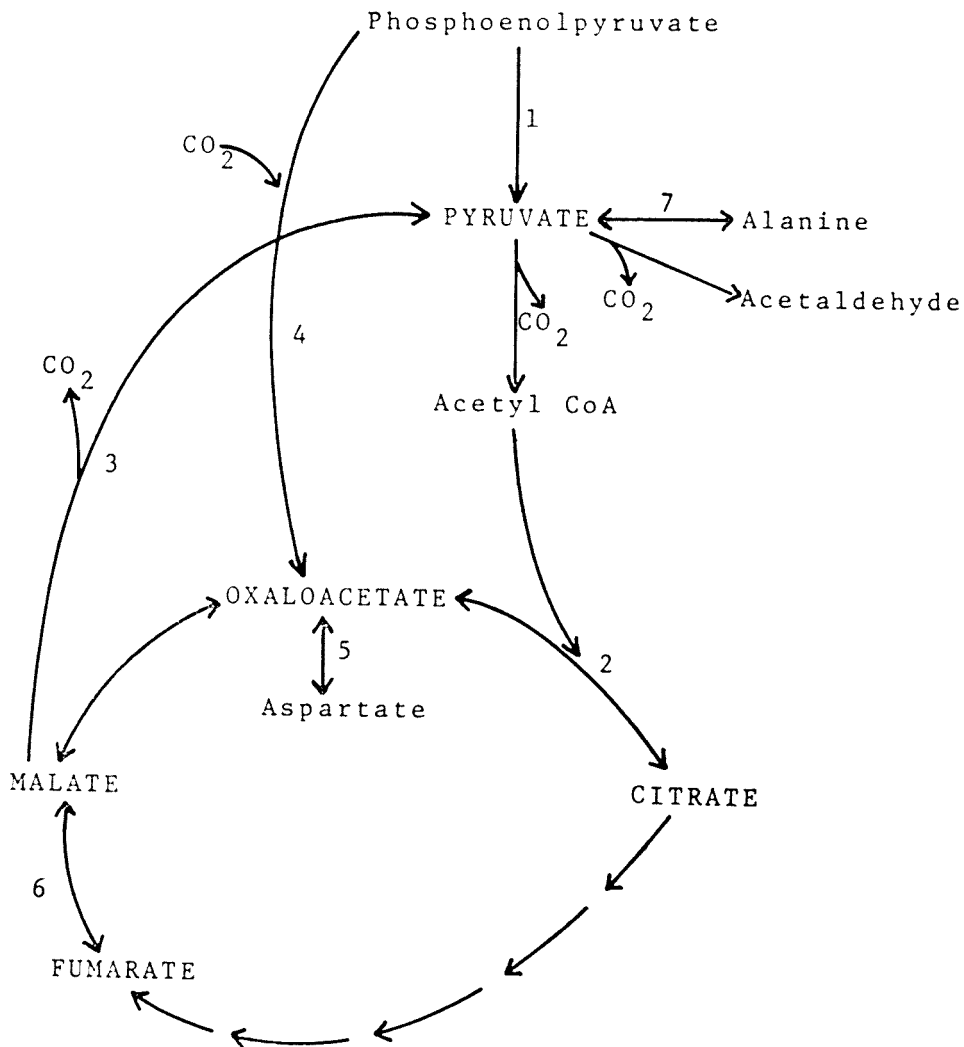


FIGURE 6. Schéma simplifié des conversions métaboliques des acides organiques.

résultat d'une déficience en K, le niveau de l'oxaloacétate pourrait être maintenu par cette dernière réaction. En effet, Ozbun (1964) a noté une augmentation de la fixation du CO_2 à l'obscurité par des feuilles de haricot déficientes en K, suggérant une stimulation de la réaction 4 sous ces conditions. De plus, la transaminase catalisant la réaction 5 (figure 6) pourrait également maintenir ou augmenter la concentration d'oxaloacétate.

L'utilisation du fumarate durant le mûrissement varie selon la teneur potassique du fruit (fig. 5). Sous des conditions de déficience, le fumarate s'accroît au cours du mûrissement alors qu'il décroît dans les fruits normaux. Nous ne

pouvons expliquer ce phénomène. Toutefois, on observe que dans les fruits verts, le fumarate est influencé par le K de façon similaire au malate, probablement en raison de l'équilibre entre les deux acides maintenue par l'enzyme fumarase (fig. 6, réaction 6).

Remerciements

Les auteurs remercient les docteurs A. Pendergrass et F. M. Isenberg de l'assistance apportée pour la chromatographie en phase gazeuse. Ils remercient également Mlle S. Altschuller pour son assistance technique.

Le premier auteur, M. J. Trudel, exprime sa plus sincère gratitude au Conseil des recherches agricoles du Québec pour son aide financière.

Références

- BERRY, W. L. and C. M. JOHNSON, 1966. Determination of calcium and magnesium in plant material and culture solutions using atomic absorption spectroscopy. *Appl. Spectrosc.* **20**: 209-211.
- BIALE, J. B., 1960. Postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. *Adv. Fd. Res.*, **10**: 293-347.
- BRANDLEY, D. B., 1962. Influence of K, Ca and Mg application on acid content, composition, and yield of tomato fruit. *J. agric.Fd. Chem.*, **19**: 450-452.
- CLARK, R. B., 1968. Organic acids of maize (*Zea mays* L.) as influenced by mineral deficiencies. *Crop Sci.*, **8**: 165-167.
- COIC, Y. et C. LESAIN, 1960. Les acides organiques de la Féverole (*Vicia faba*) : comparaison entre feuilles, racines. Influence de la déficience potassique. *Annls. Physiol. vég.*, **2**: 73-83.
- DAVIES, J. N., 1962. The non-volatile organic acids of tomato fruit. *Abstr. Pap. 1st Int. Cong. Food Sci. Technol.* p. 25.
- DAVIES, J. N., 1964. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the non-volatile organic acids of tomato fruit. *J. Sci. Fd. agric.*, **15**: 665-673.
- DAVIES, J. N. and G. W. WINSOR, 1967. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. *J. Sci. Fd. Agric.*, **18**: 459-466.
- EVANS, H. J., 1963. Effect of potassium and other univalent cations on activity of pyruvate kinase in *Pisum sativum*. *Pl. Physiol.*, **38**: 397-402.
- FREEMAN, G. G., 1967. Potassium nutrition of plants. II. Some effects of potassium deficiency on the organic acids of leaves. *J. Sci. Fd. Agric.*, **18**: 569-576.
- HOAGLAND, D. R. and D. I. ARNON, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Sta.*, Circular **347**.
- KURSANOV, A. et E. VYSKREBENTZEVA, 1966. Le rôle du potassium dans le métabolisme du végétal. *International Potash Institute. Bern. Potass. Symp.*, p. 401-420.
- MCCOLLUM, R. E., R. H. HAGEMAN and E. H. TYNER, 1958. Influence of potassium on pyruvic kinase from plant tissue. *Soil Sci.*, **86**: 324-331.
- MILLER, G. W. and H. J. EVANS, 1957. The influence of salt on pyruvate kinase from tissue of higher plants. *Pl. Physiol.*, **32**: 346-354.
- OZBUN, J. L., 1964. Effect of light and potassium nutrition on photosynthesis and respiration. Ph. D. Thesis. N. Carolina St., Univ., Raleigh, N.C.

- PERDUE, J. W., 1964. Pyruvate. In Analytical Procedures, Vegetable Crops Lab., Univ. of Calif., Davis.
- RANSON, S. L., 1965. The plant acids. In Plant Biochemistry. Ed. by Bonner J. and J. E. Varner. Academic Press, N. Y. 493-523.
- SIDERIS, C. P. and H. Y. YOUNG, 1945. Effects of potassium on chlorophyll, acidity, ascorbic acid and carbohydrate of *Ananas comosus* (L.) Merr. *Pl. Physiol.*, **20**: 425-442.
- SPENCER, M., 1965. Fruit ripening. In Plant Biochemistry. Ed. by Bonner J. and J. E. Varner. Academic Press, 793-825.
- SWEELEY, C. C., 1963. Gas-liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances. *J. Am. chem. Soc.*, **85**: 2497-2507.
- TRUDEL, M. J., 1969. Effect of potassium nutrition on various aspects of tomato metabolism, with special reference to fruit pigmentation. Ph. D. Thesis. Cornell Univ. Ithaca, N.Y.
- TSO, T. C., J. E. McMURTREY and T. SORAKIN, 1960. Mineral deficiency and organic constituents in tobacco plants. I. Alkaloids, sugars, and organic acids. *Pl. Physiol.*, **35**: 860-864.
- WINSOR, G. W., J. N. DAVIES and D. M. MASSEY, 1962. Composition of tomato fruit. IV. Changes in some constituents of the fruit walls during ripening. *J. Sci. Fd Agric.*, **13**: 141-145.

CLÉ POUR L'IDENTIFICATION
DES PRINCIPALES BRYOPHYTES FORESTIÈRES DU QUÉBEC
MÉRIDIONAL¹ I. PRINCIPAUX GROUPES ET GENRES

P. MASSON

*Institut National de la Civilisation
Ministère des Affaires Culturelles du Québec*

L. PARROT

Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec

Résumé

Les auteurs proposent une clé qui divise les grands groupes de Bryophytes forestières vivant dans le territoire considéré, et détermine les genres relevant des principaux ordres, sauf celui des Hypnales qui sera traité ultérieurement. En dernier essor, les Bryophytes forestières seront considérées au niveau des espèces.

Abstract

The authors present a key for the major groups of forest Bryophytes found in the territory under consideration and describe the genera of the main orders with the exception of Hypnales, which will be treated in a later paper. Subsequently, forest Bryophytes will be considered at the species level.

Introduction

Il serait illusoire de vouloir présenter en une clé simple toutes les espèces bryologiques rencontrées dans les forêts du Québec méridional, croyant que l'intéressé pourra s'y reconnaître ; ce serait plutôt l'inciter à se décourager.

Pourtant, les botanistes, les écologistes, les ingénieurs forestiers, même certains zoologues et d'autres scientifiques se penchent vers le tapis forestier pour récolter mousses, hépatiques ou lichens. Ils souhaitent souvent pouvoir déterminer au moins le genre auquel appartient l'échantillon qu'ils viennent de récolter.

1. Nous entendons par Québec méridional le territoire compris entre les 45e et 49e degrés de latitude nord et les 65e et 76e degrés de longitude ouest.

A cette fin, nous avons choisi un certain nombre d'espèces importantes. Elles se rencontrent de façon assez courante en forêt feuillue ou résineuse, colonisant la surface du sol, les troncs d'arbres vivants et morts, ou les flaques d'eau des dépressions mouilleuses. Quant à la clé, elle tient souvent compte des caractères végétatifs puisque, sous notre climat, les spécimens récoltés en différentes saisons se présentent souvent dépourvus de fructifications.

Ce travail contient la liste des principaux ouvrages utilisés par les auteurs, indiquant avec astérisque (*) les volumes à consulter, relativement à la représentation de certains genres ou espèces traités. Si ce travail tend à s'éloigner quelque peu de ces ouvrages plus détaillés que consultent les bryologues avertis, la plupart édités en langue anglaise, c'est pour permettre aux intéressés de différentes disciplines de pénétrer progressivement dans ce secteur botanique. En effet, la bryologie est souvent mise de côté à cause des difficultés d'identification et des termes qu'elle comprend. De ce fait, il existe beaucoup plus de phanérogamistes qu'il n'existe de bryologues. Pourtant les mousses ont leur importance, et dans plusieurs domaines celle-ci est indiscutable. Ce travail se présente comme une introduction à ce passionnant secteur de la botanique et les auteurs souhaitent présenter le tout de façon à ce que cette clé soit un point de départ plus facile vers les connaissances plus sûres de la part de ceux qui se seraient penchés bien avant sur l'identification des bryophytes et des mousses forestières en particulier. Il est à souhaiter qu'ils deviennent plus nombreux.

Séparation des principaux groupes et des genres

1—Végétal n'émettant ni tige, ni feuille, formé d'une sorte de plaque verte circulaire, allongée ou rubanée. souvent ramifiée et portant certains organes saillants sur l'une ou l'autre face

HÉPATIQUES À THALLE
(MARCHANTIALES)

1—Végétal pourvu d'une tige garnie de feuilles

2—Feuilles disposées sur deux rangs et dépourvues de nervure

HÉPATIQUES À FEUILLES
(JUNGERMANNIALES)

2—Feuilles disposées sur trois ou plusieurs rangs, nervées ou non, ou feuilles disposées sur deux rangs et nervées

3. MOUSSES
(BRYOPSIDA)

- 3—Mousse terminée par une touffe de rameaux courts, groupés par 2 ou 3, plus rarement par 6 ou plus, les uns pendants, les autres divariqués. Tissu de la feuille formé d'hyalocystes à parois ornementées d'épaississements spirales et entièrement entourés de chlorocystes, le tout simulant une mosaïque ou un réseau formé par ces deux types de cellules disposées en alternance. Nervure toujours absente; capsule sans péristome; tige dépourvue de rhizoïdes. Mousse des endroits humides, colonisant surtout les tourbières.
- SPHAGNES
(SPHAGNOPSIDA)
- 3—Feuilles presque entièrement constituées de cellules chlorophylliennes ou bien contenant exceptionnellement des hyalocystes, ces derniers toujours dépourvus d'épaississements spirales, non entourés de chlorocystes et présentant alors une feuille pluristratifiée (*Leucobryum* et *Paraleucobryum*)
4. BRYIDAE
- 4—Bourgeon gamétangial et sporogone lui dérivant, situés au sommet de la tige ou de ses rameaux; tige la plupart du temps dressée.
- 5.
- 4—Bourgeon gamétangial et sporogone lui dérivant, insérés latéralement sur la tige ou ses rameaux; tige aérienne entièrement ou partiellement rampante.....
- 37.
- 5—Rameau distique et feuille engainante, celle-ci comprenant deux parties et caractérisée par une lame de structure foliacée située au-dessus de la nervure qui ferme la gaine.....
- Fissidens*
- 5—Mousses ne présentant pas les caractères décrits ci-dessus.....
- 6.
- 6—Feuille constituée en plus des cellules chlorophylliennes, de 2 ou plusieurs couches de cellules mortes et hyalines, rappelant celles des *Sphagnum*; plantes poussant en coussinets denses d'un gris blanchâtre à verdâtre. Fructifications occasionnelles.
- Leucobryum*
- 6—Plante dont la feuille ne présente pas ces mêmes caractères.
- 7.
- 7—Capsule globuleuse à ovoïde ou ventrue dorsalement, rarement plus de deux fois plus longue que large.
- 8.
- 7—Capsule allongée, cylindrique, claviforme, pyriforme ou anguleuse, plus de deux fois plus longue que large.
- 10.

- 8—Capsule asymétrique, de forme curieuse, disproportionnée par rapport à la taille de la plante; tige courte, non ramifiée, gamétophyte absent ou peu développé (mousse passant inaperçue lorsque non fructifiée). 9.
- 8—Capsule symétrique, petite par rapport à la taille de la plante; tige ramifiée dichotomiquement sauf au sommet où elle peut être fasciculée; gamétophyte très développé. 12.
- 9—Soie robuste, longue (5-15 mm), capsule ventrue dorsalement et souvent sectionnée longitudinalement, feuilles sans nervure, très réduites à la base de la tige, souvent disparues. *Buxbaumia*
- 9—Soie nulle ou courte (1-2 mm), capsule ovoïde pratiquement sessile; feuilles nerviées, très évidentes, persistantes et lingulées; feuilles périgoniales terminées en une longue nervure excurrente et dentée. *Diphyscium*
- 10—Apophyse plus développée que le corps de la capsule. Mousses exclusivement coprophiles. (*Splachnaceae*) 11.
- 10—Apophyse moins développée que le corps de la capsule, ou absente. Mousses se développant sur d'autres substrats. 13.
- 11—Apophyse de teinte plus foncée que la capsule; diamètre de l'apophyse plus de deux fois plus large que celui de l'urne. *Splachnum*
- 11—Apophyse de teinte moins foncée que la capsule; diamètre de l'apophyse moins de 1½ fois plus large que celui de l'urne. *Tetraplodon*
- 12—Feuilles courtes, larges à la base et se terminant en une pointe courte et aiguë; feuilles denses plus ou moins imbriquées sur 4-5 rangs; nervure variant parallèlement à la forme de la feuille, s'atténuant de la base au sommet qu'elle dépasse ou non; tige fertile portant fréquemment des rameaux fasciculés au sommet. Capsule munie d'une protubérance à sa partie inférieure *Philonotis*
- 12—Feuilles longues à linéaires, se terminant par une nervure longue et spinuleuse; feuilles disposées en tous sens et fastigiées; tige fertile dépourvue de rameaux fasciculés au sommet. Capsule sans protubérance à sa partie inférieure. *Bartramia*

- 13—Plante munie d'un opercule excentrique et surbaissé; péristome muni de dents disposées en spirale. Plante fructifiant abondamment. *Funaria*
- 13—Pas ces caractères. 14.
- 14—Capsule claviforme à pyriforme, généralement longue et surtout inclinée vers le sol et pendante, parfois horizontale, exceptionnellement dressée ou cernueuse, lisse, ni sillonnée ni plissée. Rameaux fertiles terminés au sommet par des feuilles serrées, disposées en rosette. Aréolation dans la moitié supérieure du limbe uniforme, large, lâche, hexagonale ou hexagonale-allongée sauf à la marge; cellules claires. (Chloroplastes nombreux à contour précis, globuleux à subcarrés et uniformément dispersés ou alignés; pigments localisés sur les chloroplastes de forme régulière). 15.
- 14—Capsule normalement de forme différente, pyriforme seulement dans le cas où elle devient plissée après la sporulation. Rameaux fertiles non terminés par de grandes feuilles formant une rosette. Aréolation dans la moitié supérieure du limbe de forme également différente, habituellement serrée et caractérisée par des cellules sombres ou opaques. (Chloroplastes moins nombreux, à contour variable; pigments plus dispersés et non localisés sur les chloroplastes de forme régulière). 19.
- 15—Cellules du centre de la feuille plus de deux fois plus longues que larges, rhomboïdales à rhombiques-hexagonales, parfois vermiculaires ou linéaires. (*Bryaceae*) 16.
- 15—Cellules du centre de la feuille moins de deux fois plus longues que larges, rondes, subcarrées à hexagonales, jamais vermiculaires ou linéaires. *Mnium*
- 16—Feuilles du sommet de la tige formant une rosette; tige munie de stolons souterrains. *Rhodobryum*
- 16—Plante ne présentant pas les caractères décrits précédemment. 17.
- 17—Cellules des $\frac{3}{4}$ supérieurs de la feuille rhomboïdales à hexagonales (moins de 1:4), sauf celles de la base qui sont rectangulaires. *Bryum*
- 17—Cellules de la moitié supérieure de la feuille linéaires et longues (1:4 et plus). 18.

- 18—Feuilles élargies à la base, linéaires-sétacées; nervure large, occupant la presque totalité du limbe sur plus de la moitié supérieure de la feuille. Cellules supérieures et basilaires analogues. *Leptobryum*
- 18—Feuilles ovales à lancéolées, nervure étroite dépassant rarement le sommet; cellules supérieures et basilaires différentes, celles-ci étant faiblement rectangulaires. ... *Pohlia*
- 19—Feuilles, au moins quelques-unes d'entre elles, prolongées au sommet par une pointe hyaline et denticulée. Cellules à parois noduleuses sur toute l'étendue du limbe. *Racomitrium l*
- 19—Plantes ne possédant pas cet ensemble de caractères. 20.
- 20—Plantes à feuilles munies de lamelles sur la partie ventrale (voir sur une coupe transversale: 50X), disposées en petites colonnes serrées ou espacées. Feuilles nettement dentées sur tout le contour ou non. (*Polytrichaceae*) 21.
- 20—Plantes à feuilles sans lamelles ou, si elles sont présentes, situées sur la face dorsale et réduite à des crêtes. 23.
- 21—Feuille munie d'une gaine hyaline ou jaunâtre; apophyse présente dans la plupart de nos espèces; calypstre chevelu, densément couvert de poils retombants. 22.
- 21—Feuille dépourvue de gaine, apophyse toujours absente; calypstre glabre ou orné, au sommet, de poils raides. *Atrichum*
- 22—La cellule terminale des lamelles, vue sur une coupe transversale, présente à la fois une paroi épaissie et ornementée, ou une paroi mince et lisse; dans ce dernier cas, le nombre des lamelles est inférieur à 15. Urne cylindrique; péristome muni de 32 dents, plus rarement 16, pouvant alors se dédoubler. *Pogonatum*
- 22—La cellule terminale des lamelles montre une paroi épaissie et lisse (ni ornementée ni crêtée) souvent échancrée, ou une paroi mince, mais alors la feuille contient un grand nombre de lamelles, généralement plus de 25. Urne polyédrique (4 ou 6 angles); péristome de 64 dents. *Polytrichum*

- 23—Cellules du limbe à parois fortement sinueuses ou nodu-
leuses; dents, si présentes, arrondies et verruciformes. *Rhacomitrium II*
- 23—Pas ces caractères (Les cellules du limbe qui présente-
raient des parois faiblement sinueuses sont munies d'une
grosse papille centrale, émergente, très distincte et visi-
ble sur les 2 faces). 24.
- 24—Feuille fortement ou légèrement dentée au moins
sur le $\frac{1}{4}$ ou le $\frac{1}{3}$ supérieur ou encore exceptionnelle-
ment entière, présentant alors un acumen cassé sauf
chez les jeunes feuilles (*D. viride*). 25.
- 24—Feuille dentée ou denticulée seulement au sommet
ou alors entière et présentant normalement un acu-
men non cassé. 29.
- 25—Feuille à nervure se terminant bien au-dessous du som-
met. Aréolation constituée de cellules à parois très épais-
sies aux angles, simulant du collenchyme anguleux. *Aulacomnium*
- 25—Feuille à nervure percurrente ou excurrente. Aréolation
formée de cellules strictement parenchymateuses. 26.
- 26—Nervure élargie, couvrant à la base plus de la moitié
de la largeur du limbe et constituée d'une couche
centrale de cellules chlorophylliennes entourée de
chaque côté d'une rangée de cellules hyalines; sté-
réides absents. *Paraleucobryum*
- 26—Nervure relativement étroite et semi-ronde, n'attei-
gnant que rarement le $\frac{1}{3}$ de la largeur du limbe;
stéréides présents. 27.
- 27—Limbe présentant des cellules latéro-basilaires nettement
délimitées. *Dicranum*
- 27—Cellules latéro-basilaires peu distinctes ou se confondant
avec le reste du limbe. 28.
- 28—Feuilles non crispées à l'état sec pouvant être falci-
formes; cellules du sommet du limbe allongées chez
nos espèces. Plantes généralement terricoles. *Dicranella*
- 28—Feuilles crispées à l'état sec; cellules supérieures du
limbe courtes, rectangulaires à quadratiques. Plantes
surtout lignicoles ou occasionnellement humicoles
et saxicoles. *Oncophorus*

- 29—Feuilles à sommet arrondi, obtus, parfois légèrement aigu (mais à pointe arrondie) apiculé ou non, ou encore brièvement acuminé; nervure incomplète; cellules du limbe à parois épaissies aux angles, sauf dans certains cas. les basilaires. 30.
- 29—Feuilles graduellement acuminées, pilifères ou non, ou encore brusquement acuminées et toujours pilifères; nervure excurrente ou percurrente; cellules du limbe à parois non épaissies aux angles. 34.
- 30—Tige et rameaux revêtus d'un tomentum dense et roux. Présence de propagules groupées au sommet de rameaux non feuillés. Calypstre cucullé. Plante robuste ou de taille moyenne, habitant les lieux marécageux. *Aulacomnium*
- 30—Tige et rameaux ne portant des rhizoïdes qu'à la base. Propagules absentes ou si présentes situées à l'extrémité de tiges feuillées, ou encore disposées sans ordre sur le limbe, jamais groupées à l'extrémité d'un axe nu. Calypstre mitré. Plantes de petite taille, humicoles, lignicoles ou saxicoles. 31.
- 31—Feuilles brièvement acuminées. Limbe à cellules lisses, uniformément opaques, peu différenciées. Propagules agglomérées à l'extrémité d'une tige dans une corbeille formée de feuilles modifiées rappelant un involucre. Péristome à 4 dents. *Tetraphis*
- 31—Feuilles non brièvement acuminées. La moitié supérieure du limbe, au moins chez les jeunes feuilles, présente sur les deux faces des cellules papilleuses. Propagules absentes ou dispersées sur les feuilles, parfois sur la tige, mais alors jamais groupées au sommet d'un axe nu. Péristome à 16 dents (souvent disposées par paires). 32.
- 32—Feuille lingulée ou spatulée; sommet terminé par une longue pointe; cellules basilaires hyalines caractérisées par des parois transversales épaisses, brun foncé, particulièrement chez les vieilles feuilles. *Encalypta*
- 32—Feuille ovale à lancéolée et à pointe arrondie; cellules basilaires différentes. 33.
- 33—Feuille ovale à la base et bordée dans cette région par une ou plusieurs rangées de cellules hyalines (caractère très accusé chez les jeunes feuilles) et suivies de cellules à parois épaissies et foncées rayonnant de la nervure. Plantes monoïques. *Ulota*
- 33—Feuille à base ni ovale ni bordée inférieurement par des cellules hyalines. Plantes dioïques. *Orthotrichum*

- 34—Feuilles normales (périgoniales et périchétiales exclues) ni étroitement acuminées depuis la partie inférieure, sans base engainante, ni subulées ou falciformes. Plante vert terne à olivâtre, devenant brune en vieillissant. Nervure relativement mince (occupant généralement moins du $\frac{1}{2}$ de la largeur de la feuille). Capsule goîtrée et profondément sillonnée à la maturité (ordinairement 8 plis) et d'un brun rougeâtre; tige en coupe transversale: 3-5 côtés et angles aigus. *Ceratodon*
- 34—Feuilles falciformes à base engainante, ou étroitement acuminées depuis la base, et les supérieures au moins subulées. Plantes vert vif ou jaunâtre à jaune franc; les extrémités des rameaux sont colorées d'une teinte plus frappante variant du jaune clair au jaune brillant. Nervure dépassant le $\frac{1}{2}$ de la largeur de la feuille. Capsule non goîtrée, lisse, faiblement ou irrégulièrement plissée (rarement plus de 5 plis); tige en coupe transversale ronde, ovale ou à 3 côtés aux angles arrondis. 35.
- 35—Tige distique. Feuilles disposées sur 2 rangées. Lambe des feuilles normales oblongue, translucide, élargie et imbriquée, faisant contraste avec une pointe opaque, très mamilleuse et flexueuse à l'état sec. *Distichium*
- 35—Pas ces caractères. Feuilles au contraire insérées sur plus de deux rangées, triangulaires-lancéolées à linéaires et s'opacifiant graduellement de la base au sommet. 36.
- 36—Dents du péristome divisées en deux ou trois parties inégales sur une distance ne dépassant pas les $\frac{2}{3}$ de leur longueur. Une coupe transversale de la nervure pratiquée à la mi-hauteur de la lame montre que la bande dorsale de stéréides est très développée; la bande ventrale au contraire est absente ou réduite à quelques stéréides. Capsules des espèces forestières inclinées, asymétriques et dans la majorité des cas, arquées. *Dicranella*
- 36—Dent du péristome divisées jusqu'à la base en deux parties égales. Une coupe transversale de la nervure montre que les bandes dorsales et ventrales de stéréides sont bien développées. Capsules dressées ou subdressées, symétriques ou presque. *Ditrichum*

Remerciements

Les auteurs expriment leur vive reconnaissance au Dr H. Crum, de l'Herbier de l'Université du Michigan, Ann Arbor, États-Unis; et à monsieur

le professeur Bonnot, du Département de biologie végétale, Faculté des sciences, Université de Lille, France, qui ont bien voulu lire et commenter ce manuscrit.

Ils remercient également monsieur le professeur F. Pauzé, de la Faculté d'agriculture, Université Laval, qui leur accorda une aide précieuse par ses conseils judicieux touchant l'anatomie végétale.

Ils expriment leur gratitude à MM. les professeurs R. Van den Hende et C. Rousseau, de la Faculté d'agriculture, qui mirent la clé à l'essai et apportèrent des suggestions fort à point.

Références

- *AUGIER, J., 1966. Flore des Bryophytes. Lechevalier, Paris, 702 p.
- BOULAY, N., 1884. Muscinées de la France. 1^{ère} partie: Mousses. F. Savy, Paris, 624 p.
- BROTHERUS, V.F., 1925. Musci 2. *In* Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien 11 Band. Engelmann, Leipzig. 542 p.
- BREEN, R.S., 1963. Mosses of Florida, Univ. of Florida Press, Gainesville, 273 p.
- CHADEFAUD, M. et L. EMBERGER, 1960. Traité de Botanique: Les Végétaux non vasculaires: 915-992. Masson, Paris.
- CRUM, H., W.C. STEERE and L.E. ANDERSON, 1965. A list of the Mosses of North America. *Bryologist*, 68: 377-482.
- DARLINGTON, H.T., 1964. Mosses of Michigan. Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, Michigan, 320 p.
- DOUIN, M.I., 1892. Nouvelle flore des Mousses et des Hépatiques. Paul Dupont, France, 186 p.
- EVANS, A.W., 1940. List of Hepaticae Found in United States. *Bryologist*, 40: 133-138.
- *GROUT, A.G., 1903. Mosses with Hand-Lens and Microscope. Édité par l'auteur, New York City, réimprimé par Lundberg Haston, Maryland (1965), 416 p.
- *GROUT, A.G., 1905. Mosses with Hand-Lens. Édité par l'auteur, New York City, 208 p.
- *GROUT, A.G., 1928-1940. Moss Flora of North America. 3 vol. édités par l'auteur, Newfane, Vermont, 817 p.
- *GROUT, A.G., 1946. Bryales, Orthotrichaceae. *N. Am. Flora*, New York, Botanical Garden, 15 A, Part 1: 62 p.
- HEDWIG, J., 1801. Species muscorum frondosorum. Utrecht. Réimprimé par Cramer à Weinheim, Allemagne (1960), 353 p.
- *JENNINGS, O.E., 1951. A manual of the Mosses of Western Pennsylvania (Am. Mid. Nat., Monogr. 6) Univ. of Notre Dame Press, Indiana, 396 p.
- JOVET-AST, S., 1965. Muscinées. Cryptogamia. SEDES, Paris, 93 p.
- LEPAGE, E., 1945-1946. Les Lichens, les Mousses et les Hépatiques du Québec. *Naturaliste can.*, 72: 241-265; 315-338; 73: 101-134; 73: 395-411.

- MARSHALL, N., 1907. Mosses and Lichens. Doubleday, Page and Co., New York, 327 p.
- *NYHOLM, E., 1954-1965. Illustrated Moss Flora of Fennoscandia II. Musci, fasc. 1 à 5. Lund, Suède, 647 p.
- RUTHLAND, W., 1924. Musci, Allgemeiner Teil. In Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 10 Band, Engelmann, Leipzig, 478 p.
- SCHUSTER, R.M., 1966. The Hepaticae and Anthocerotae of North America. Vol. 1. Columbia University Press, New York, 801 p.
- WATSON, E.V., 1959. British Mosses and Liverworts. University Press, Cambridge, 419 p.
- *WELCH, W., 1957. Mosses of Indiana. Brookwalter Co., Indianapolis, 478 p.
- STEERE, W.C., 1940. Liverworts of Michigan. Bull *Cranbrook Inst. Sci., Bloomfield Hills, Mich.*, 17: 97 p.
- *WATSON, E.V., 1964. The structure and life of Bryophytes. Hutchison University Library, London, 192 p.
- WILLIAMS, R.S., 1913. Dicranaceae & Leucobryaceae, *N. Am. Flora*, New York, Botanical Garden, 15, 166 p.

COMMUNICATIONS BRÈVES

NOTES BIOGÉOGRAPHIQUES SUR L'*HARPALUS INDIGENS* CASEY
(COLEOPTERA : CARABIDAE)

ANDRÉ LAROCHELLE

Collège Bourget, Rigaud, Québec

Cet article réunit un certain nombre de faits sur la distribution, l'écologie, la biologie et la dynamique de l'*Harpalus indigenus* Casey. Dans le texte, nous avons utilisé les abréviations suivantes : *AL* – Collection André Larochelle, Rigaud ; *CC* – Collection Claude Chantal, Québec ; *CNC* – Collection Nationale Canadienne, Ottawa ; *FL* – Collection François Liard, Joliette ; *JCA* – Collection Jean-Charles Aubé, Québec ; *UM* – Collection de l'Université de Montréal, Montréal ; * – (astérisque) spécimen vu par l'auteur.

Distribution : Cette espèce d'Amérique du Nord a une répartition géographique relativement peu étendue, limitée surtout à quelques territoires du nord-est : Michigan, Maine, New Hampshire, Massachusetts, Nouveau-Brunswick, Ontario, Québec et Iowa.

Cependant, cette espèce semble relativement fréquente dans la partie méridionale du Québec (Carte 1) : Clarenceville (Missisquoi) 25-VII-1931 (2, *CNC*) ; Lindroth, 1968, p. 782) ; Ayer's Cliff (Stanstead) 13-VII-1969 (1, *AL**) ; Sherbrooke (Sherbrooke) 4-VII-1969 (1, *FL**) ; Rigaud (Vaudreuil) 21-V-1937 (1, *UM**), 4-VIII-1969 (4, *AL**), 21-VIII-1969 (4, *AL**), 23-VIII-1969 (1, *AL**), 27-VIII-1969 (1, *AL**), 29-VIII-1969 (1, *AL**), 24-IX-1961 (1, *UM**), 8-X-1969 (1, *CC**) Lindroth, 1968, p. 782) ; Hudson-Heights (Vaudreuil, aucune mention de date (Lindberg, in Lindroth, 1968, p. 782) ; St-Hippolyte (Terrebonne) aucune mention de date (Henri Goulet, communication personnelle) ; Joliette (Joliette) 10-VI-1969 (1, *FL**) ; St-Emile (Montcalm) 24-VIII-1964 (1, *AL**) ; Berthierville (Berthier) 6-IX-1949 (1, *UM**) ; Lindroth, 1968, p. 782) ; Nominigüe (Labelle) 17-VIII-1935 (1, *UM**) ; Lindroth, 1968, p. 782) ; Villeroy (Lotbinière) 17-VIII-1966 (1, *CC**) ; Ste-Catherine (Portneuf) 26-VII-1960 (1, *JCA**) ; Port-au-Saumons (Charlevoix) 27-VI-1964 (1, *UM**) ; 3, *AL**), 14-VII-1966 (2, *AL**) .

Écologie : En terrain découvert, sec, sablonneux, avec végétation éparse, sous les feuilles ; champs incultes et bordures de route. A Rigaud, souvent en compagnie de *Pterostichus mutus* Say, *Harpalus pensylvanicus* De Geer, *Harpalus viduus* Le Conte, *Harpalus herbivagus* Say et de *Selenophorus opalinus* Le Conte.



Carte I. *Harpalus indigenus* Casey au Québec.

Biologie : Individus immatures : Rigaud (Vaudreuil: 4-VIII-1969 (1, AL*), 21-VIII-1969 (1, AL*) ; Iowa, 23-VIII (Lindroth, 1969, p. 1121). Hibernation probablement à l'état adulte.

Dynamique. Ailes membraneuses pleinement développées et sans doute fonctionnelles.

Références

- CASEY, T. L., 1924. Memoirs on the Coleoptera. Lancaster, Pa., **11**: 1-347.
 LINDROTH, C. H., 1968. Ground Beetles of Canada and Alaska. Lund, **5**: 651-944.
 LINDROTH, C. H., 1969. Ground Beetles of Canada and Alaska. Lund, **6**: 945-1192.

ON *AMARA PYGMEA* COUPER, 1865, FROM QUÉBEC

CARL H. LINDROTH,
University of Lund, Sweden.

This name, given by William Couper in *The Canadian Naturalist and Geologist* (N.S.) II. 1865, p.60, has been entirely neglected in later literature. It is not listed in Leng's *Catalogue* (1920), or its *Supplements* (1927-48), and is also lacking in Csiki's *Carabid* part of *Junk & Schenkling, Coleopterorum Catalogus* (1926-33).

My attention was drawn to this fact by Mme Monique Coulloudon of the *Université de Montréal*, who traced the original material of Couper as preserved at the *Séminaire de Québec*, former site of the *Université Laval*. She was able to discover one specimen under the name given by Couper and kindly arranged for me to obtain it on loan.

The specimen carries a small dark-green disc, the meaning of which is unknown, and is pinned through a printed label : « *pygmea* Couper ». I have designated it as *Lectotype*, because the author did not tell whether he described his new species on the basis of one or more specimens, giving the provenience as « *Quebec ; rare* » only.

The lectotype is a ♂ of *Amara (Bradytus) apricaria* Paykull 1790, with the characteristic punctate fovea on prosternum and internally brushed meta-tibiae.

Couper's record is apparently the first for *apricaria* from North America, which did not become known under its right name until published by Wickham (1895, p. 37-38). It had, however, already been described from *St. Pierre-et-Miquelon* as *putzeysi* by Horn, 1875 (nec Fairmaire 1867) (later changed into *putzeysiana* Csiki 1929 ; see Lindroth, 1955, p. 100).

There is little doubt that *Amara apricaria* was originally introduced in North America from Europe ; but, since it is now almost Transamerican in distribution, this must have happened at an early date (Lindroth, 1968, p. 683).

References

- COUPER, W., 1865. Descriptions of new species of Canadian Coleoptera. *Can. Natur. Geol. Montréal*, (N.S.), 2: 60-63.
- HORN, G. H., 1875. Synonymical notes and descriptions of new species of North American Coleoptera. *Trans. Am. ent. Soc.*, Philadelphia, 5: 126-156.

- LINDROTH, C. H., 1955. The Carabid Beetles of Newfoundland. *Opusc. ent.*, Lund, Suppl. **12**: 1-160.
- LINDROTH, C. H., 1968. The Ground-Beetles of Canada and Alaska. 5. *Opusc. ent.*, Lund, **33**: 649-944.
- WICKHAM, H. F., 1895. Preliminary Handbook of the Coleoptera of Northeastern America. *Jl N.Y. ent. Soc.*, **4**: 33-49.

REVUE DES LIVRES

HOSIE, R. C., 1969. *Native Trees of Canada*. 7th ed. Queen's Printer for Canada, Ottawa. 380 p., ill. 16.5 × 24.5 cm. Broché, \$5.00 ; relié, \$8.00.

La septième édition des *Native Trees of Canada*, arrivée depuis peu sur le marché, constitue un progrès net par rapport aux éditions précédentes. Le contenu en fut augmenté, la présentation améliorée ; vraiment, cela valait la peine de l'avoir attendue un peu. Abondamment illustré, le volume contient, en plus de la description des arbres indigènes du Canada, une introduction traitant brièvement des régions forestières et de la terminologie dendrologique, et quatre appendices intéressants consacrés à une courte revue biographique des taxonomistes dont les noms sont liés à la flore dendrologique canadienne, à l'explication de la signification des noms scientifiques, à une liste d'ouvrages sur les arbres et, enfin, à 17 clefs d'identification des principaux genres de conifères et de feuillus y compris, pour ces derniers, des clés utilisant séparément les caractères d'hiver et les caractères d'été.

Les images illustrant les caractères morphologiques sont généralement claires et bien choisies. Par contre, les photographies qui représentent les arbres ou les peuplements entiers laissent parfois à désirer (p. 111, 119, 121, 155, 169, 171, etc.). Quant aux cartes de distribution, elles sont plus précises mais, plusieurs restent encore incomplètes. Ainsi, *Acer saccharum*, contrairement à ce qui est indiqué à la p. 266, fait en réalité, presque le tour de la Gaspésie ; *Acer nigrum* existe à plusieurs endroits dans le sud-ouest du Québec, en particulier autour du Lac Champlain ; *Quercus rubra* fut trouvé au Lac St-Jean ; *Ostrya virginiana*, au Témiscouata ; *Betula populifolia* dépasse vers l'est la ville de Québec ; l'aire occupée par *Pinus rigida* au Québec est nettement exagérée, etc. Mais le reproche le plus sérieux s'adresse à l'éditeur, éditeur officiel du gouvernement, qui, en pleine période de lutte contre l'inflation a réussi à faire augmenter le prix du volume, entre deux éditions successives, de 500 et 800 pour cent respectivement. Pour un livre aussi fondamental, cinq dollars pour un exemplaire broché représente un prix nettement exagéré. L'exagération est d'autant plus grande qu'il s'agit là d'une édition gouvernementale qui devrait être accessible à tout le monde et en particulier aux jeunes. Mais, ce dernier fait mis à part, le livre représente une belle réussite et l'auteur, comme l'éditeur, doivent en être félicités. Espérons qu'il en sera même de la version française du livre et, surtout, que la parution de cette dernière ne se fera pas attendre trop longtemps.

Miroslav M. GRANDTNER

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

DAVIES, J. L., 1969. *Landforms of cold climates*. M. I. T. Press, Cambridge (Mass.) & London. 200 p., 84 fig., 40 photos h.t. 14.5 × 22 cm. Relié, \$8.65.

Pour être franc, il faut admettre une certaine déception de la part du spécialiste. Si le titre de l'ouvrage permet de rêver aux magnifiques paysages des Rocheuses, des Alpes ou de l'Arctique, le contenu nous ramène vite à la réalité. C'est un menu de carême dont les gargantuesques devront se satisfaire en attendant un plat de résistance plus substantiel. Il s'agit ni d'un véritable traité ni même d'un précis sur le modelé des régions froides, mais d'une simple introduction pour les étudiants au niveau du CEGEP ou de la licence ; introduction intéressante, il est vrai ! et de lecture facile, l'ouvrage contenant surtout des définitions et relativement peu de principes et d'explications vraiment satisfaisantes. Heureusement l'illustration est suffisante et de bonne qualité comprenant 80 figures au trait fin et 40 photographies.

Ce petit livre constitue le volume 3 d'une série de 7 composant *An introduction to systematic Geomorphology* publié sous la direction de J.N. Jennings et rédigé par des géographes d'Australie. L'ouvrage comprend trois parties d'importance très inégale surtout par le texte : 51 pages sont consacrées au modelé périglaciaire, 8 pages au nival et 105 pages au glaciaire. Un effort a été tenté pour traiter séparément les formes produites sous l'un ou l'autre système morphoclimatique ; mais l'on peut se demander si les distinctions pertinentes ont réellement été établies à la satisfaction de la majorité. Il est indéniable que le nival exerce une action importante sur le modelé des régions froides et que les processus en action s'apparentent à ceux des régions périglaciaires et glaciaires ; mais en huit pages, il s'avère très difficile de traiter honnêtement une question aussi complexe pour laquelle nous disposons de données encore très insuffisantes.

Après une brève introduction dans laquelle l'auteur parle des climats glaciaire, périglaciaire et nival, il consacre trois chapitres aux processus périglaciaires, aux reliefs résultant des mouvements en masse et à certaines formes périglaciaires : buttes gazonnées, pingos, dépressions liées à la fonte de la glace dans le sol, palsa et tourbières réticulées, vallées sèches et dissymétriques (et non asymétriques (*sic*)), formes éoliennes. Un chapitre sur les processus et les formes du relief en milieu nival permet de passer du modelé périglaciaire au modelé glaciaire. Dans ce court chapitre, l'auteur traite successivement des processus liés à la fonte de la neige (érosion liée à des congères), à ceux des mouvements de la neige (avalanches, glissements), aux formes d'accumulation (talus, bourrelets de protalus, trainées de débris de langue d'avalanche). Suivant la tradition, le glaciaire occupe la part du lion. Dans les six chapitres consacrés au sujet, l'auteur aborde tour à tour la question des glaciers (formation, mouvement, classification), des processus glaciaires (érosion, transport, sédimentation), des processus proglaciaires (fluvioglaciaire, modifications du drainage, processus éoliens), des formes caractérisant les interfluves (cirques, cols, arêtes), du modelé des vallées glaciaires en montagne et des reliefs de plaines englacées.

Le caractère très généraliste de l'ouvrage permet difficilement une critique justifiée. Signalons cependant certaines faiblesses. Parlant des fentes en coin (p. 20), l'auteur s'en remet aux théories de Taber ; il ne cite pas Lachenbruch. Or, l'on sait aujourd'hui que la majorité des spécialistes s'accordent avec ce dernier et rejetant les explications antérieures de Taber. Sur la question des pingos (p. 59) ; l'auteur ne mentionne pas le travail important de Mackay. Seules quelques lignes sont consacrées aux ramparts glaciels en milieu lacustre (p. 63) ; tous les autres aspects du glaciels sont passés sous silence. L'auteur écrit page 103, que certaines roches sont trop dures pour être striées, mais il ne précise pas lesquelles. Or nous savons déjà que tous les types de roches peuvent être striés si les conditions le permettent, certaines roches l'étant plus facilement que d'autres, il va de soi. Il existe des disproportions exagérées entre les différents sujets traités. Par exemple, 16 pages sont consacrées aux cirques, alors qu'une page et demi seulement est consacrée aux fjords et aux plaines d'épandage fluvioglaciaire. Par ailleurs l'auteur n'insiste pas assez sur les différences fondamentales entre glaciations de type alpin et de type inlandsisien. Pourtant cette notion devrait être établie clairement dès le début afin d'éviter à l'étudiant de se forger des concepts erronés. Trop souvent hélas ! nous essayons de comprendre le modelé des régions façonnées par des inlandsis en songeant au comportement des glaciers de vallée.

En conclusion, disons que cet ouvrage très général s'adresse aux débutants et au public cultivé. Bien que les faits y soient fort résumés et les explications laconiques, il n'en demeure pas moins une introduction utile. C'est une sorte de "Que-sais-je" à l'anglaise qui laisse la place libre à quiconque aura le courage de rédiger un véritable traité de géomorphologie des régions froides.

MEINCK F., STOOFF H. et H. KOHLSCHÜTTER, 1970. **Les eaux résiduaires industrielles**. Masson, Paris. 866 p., 279 fig. 17 × 25 cm. Cartonné toile, 150 FF.

Ce volumineux ouvrage présente une traduction française de la quatrième édition, revue et mise à jour, d'un traité allemand dont la première édition date de 1953 et qui fait figure de bible dans le vaste champ de la pollution par l'industrie. Le traducteur, André Gasser, a joué en même temps le rôle de co-auteur en modifiant certains chapitres à l'intention des lecteurs français.

Dans les trois premiers chapitres relativement courts (200 pages), les auteurs décrivent d'abord l'origine, le volume, la composition et les caractéristiques générales des eaux résiduaires industrielles, puis ils discutent de considérations générales sur l'évacuation de ces eaux et finalement de considérations techniques pour le choix des installations d'épuration des eaux. Le chapitre IV, très important (plus de 500 pages), décrit en détail les eaux résiduaires des diverses industries : industries de transformation du fer, industries chimiques, industries alimentaires, industries de la cellulose et du papier, industrie textile, etc. Pour chacune de ces industries, on traite des points de production d'eaux résiduaires, du volume de ces eaux, de leur composition et de leurs propriétés de même que des moyens d'épuration et de rejet. Ce chapitre renferme une mine incroyable de renseignements techniques qui nous montrent que l'industrie possède actuellement les moyens de réduire le degré de pollution qu'elle cause.

Le chapitre V est particulièrement intéressant pour les biologistes car il traite des effets toxiques et du degré de toxicité des divers constituants des eaux résiduaires vis-à-vis de la faune et de la flore aquatiques. Le chapitre suivant donne les coefficients de pollution des diverses branches de l'industrie ; le coefficient de pollution est calculé comme un "équivalent de population" en prenant comme base de comparaison les eaux usées domestiques. Les auteurs admettent cependant que ces valeurs sont très discutables et qu'on ne doit les utiliser qu'avec beaucoup de prudence. On trouve finalement dans deux appendices une revue des normes pour les procédés d'épuration et des règlements appliqués en France. Le volume se termine par un index alphabétique des matières très détaillé qui facilite beaucoup son utilisation.

L'éditeur Masson a souvent été vertement critiqué pour certaines publications récentes à cause de l'absence de bibliographie et à cause du prix de vente exorbitant. Ces critiques ne s'appliquent pas ici ; une bonne bibliographie des travaux parus jusqu'en 1965 a été placée à la fin de chaque chapitre et le prix n'est pas exagéré. Cet ouvrage, le premier de cette envergure en langue française, sera utile pour les industriels aussi bien que pour les organismes responsables de la lutte contre la pollution et pour les chercheurs.

Département de biologie
Université Laval, Québec

G. MOISAN

VAN DYNE, G. M., (Éditeur), 1969. **The Ecosystem Concept in Natural Resource Management**. Academic Press, New York. xii + 383 p., ill. 15.5 × 23.5 cm. Relié, U.S. \$16.50.

Ce livre, édité par Van Dyne, est basé sur le symposium de la *American Society of Range Management* tenu à Albuquerque au Nouveau Mexique, en février 1968. Il est consacré à l'examen du concept de l'écosystème en relation avec l'aménagement des

ressources naturelles (section I) et à l'étude des exemples de l'application de ce concept en recherche de phénomènes naturels (section II), en aménagement des ressources proprement dit (section III) et en éducation (section IV).

Il s'agit d'un volume d'actualité qui entraîne le lecteur au cœur des problèmes de notre temps. L'aménagement rationnel des ressources, la pollution, la modification de l'environnement, la conservation, la planification régionale sont vus ici dans une optique écologique nouvelle. Le lecteur découvre, s'il ne l'a pas encore fait, l'importance de la notion de l'écosystème dans la recherche des solutions à long terme face à l'éternel problème de l'homme : celui de l'utilisation des ressources naturelles sans dégradation de l'environnement. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un manuel, ce volume fournira à tous ceux qui sont concernés par ce problème et aux étudiants des trois cycles universitaires, une excellente vue d'ensemble, une abondante documentation et de nombreuses occasions de réflexion sur le sujet.

Miroslav M. GRANDTNER

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

CANADIAN NATIONAL COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL HYDROLOGICAL DECADE, 1970. *Snow Hydrology*. Imprimeur de la Reine, Ottawa. xiv + 82 p., ill. 21 × 27.5 cm. Broché, prix non-indiqué.

La neige occupe une place importante dans le cycle hydrologique au Canada. En effet, la fonte de la neige contribue à près de la moitié du volume d'eau qui s'écoule annuellement dans le réseau hydrographique canadien. Il pourrait alors sembler paradoxal que relativement peu de recherches aient été effectuées dans le domaine de la neige au Canada.

Le comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale (D.H.I.) a voulu, par le séminaire sur la neige, tenu en février 1968, à Fredericton, N.B., concrétiser l'intérêt manifesté par les hydrologues canadiens dans les recherches sur la neige : plus de 30 projets de recherches inscrits au programme canadien de la D.H.I. ont, comme sujet principal, l'étude de la neige et de ses caractéristiques hydrologiques. Le *Snow Hydrology*, contient cinq présentations traitant chacune d'un aspect particulier du rôle de la neige en hydrologie au Canada.

L'hydrologie de la neige en milieu forestier fait l'objet de la première communication : rôle des composantes météorologiques en milieu forestier, problèmes de l'interception et de l'évaporation de la neige en forêt, influence des peuplements forestiers sur l'accumulation et la fonte de la neige en vue de l'aménagement intégré des bassins forestiers. L'hydrologie de la neige dans les prairies présente des aspects tout à fait différents des précédents mais qui intéressent près du tiers de la superficie habitée du Canada. L'accumulation de la neige aux altitudes élevées fait l'objet d'un autre exposé : dans la région des Rocheuses, les secteurs boisés constituent, avec les glaciers, les zones d'alimentation des principaux cours d'eau des deux versants, le versant est présentant une situation particulière d'alimentation plus restreinte. La nivométrie pose un certain nombre de difficultés aux météorologues chargés d'effectuer et d'interpréter les mesures de neige : un exposé fait le point sur cette question. Enfin, une dernière communication propose l'étude des hydrogrammes de fonte : sujet d'autant plus important que le ruissellement dû à la fonte cause souvent, en maints endroits du pays, des inondations désastreuses. La synthèse des hydrogrammes de fonte permet, dans une certaine mesure, de prévoir ces inondations.

Snow Hydrology n'est pas un traité complet sur les aspects hydrologiques de la neige ; bien au contraire, il s'agit d'un document d'orientation pour les recherches dans ce domaine au Canada. Cependant, les auteurs se sont efforcés de faire une mise à jour des connaissances techniques sur le sujet, permettant ainsi aux chercheurs intéressés aux problèmes canadiens de la neige de partir d'une image concrète de la situation, image qui est le fruit de l'expérience des meilleurs hydrologues du Canada.

Jean-Guy FRÉCHETTE

*Service de la météorologie
Ministère des richesses naturelles, Québec.*

DURDEN, Ch. J., 1969. **Ecological Aspects of the Species Concept.** *The Armadillo Papers*, Number 1. Published by the Author, Austin, Texas. 14 p. 13.5 × 21.5 cm. Broché, prix non-indiqué.

Cette plaquette de 14 pages porte en sous-titre: *A modal morphology which has modality maintained through the selective action of environmental limiting and modifying factors is the classical and functional species.* L'auteur, dans ces quelques pages, expose un modèle théorique de la nature de l'espèce. C'est un modèle global: *This model should apply to the distribution of all matter, including molecular populations, mineral species, biotic species, and biotic communities* (p. 1). L'auteur explique que la sélection naturelle agit comme un filtre (*selective filter*, p. 6) tronquant certaines parties de l'éventail des variations possibles et organisant le reste autour de certains modes, lesquels représentent (selon l'échelle considérée) soit des cristaux, soit des lignées cellulaires ontogéniques, soit des espèces, soit des lignées évolutives, soit des provinces biotiques. Au niveau des populations, la sélection produirait une modalité morphologique qui représenterait l'espèce (voir sous-titre). Pour Durden, l'espèce n'est pas uniquement un phénomène biologique, c'est l'unité fondamentale d'organisation de la matière, et c'est une unité morphologique donc descriptive. On pourrait s'objecter à plus d'un titre à cette conception, qui confond des phénomènes différents (espèces de minéraux, espèces de cellules, espèces de papillons), qui implique que les effets de la sélection naturelle sont essentiellement morphologiques, et qui ne correspond pas à ce que les 30 dernières années de recherches nous ont appris de la nature de l'espèce comme phénomène biologique. Discuter des idées de l'auteur serait une tâche agréable si un style et une terminologie ésotériques ne les rendaient souvent presque incompréhensibles. Deux pages sur 14 sont consacrées à un glossaire des termes utilisés. La plupart de ces termes sont bien connus, mais ils sont définis d'une manière parfois surprenante: *ORGANISM: The configuration of a discrete molecular focus of living matter as an individual* (p. 11). Certains termes sont nouveaux (*oecule, specialin, liniche*, etc.), et d'autres ont un sens nouveau (*EDAPHIC: The non living characteristics of the environment*). Quant au style, en voici un exemple tiré du résumé: *That given an homogeneously ordered input and a non-homogeneously ordered filter, the output or more properly in a continuous process, the persistence, at any given time will become more and more modally ordered to fit the non-homogeneous order of the filter, under conditions of unidirectional (time) filtration, and that the configuration of these modes will be weighted towards modal filtration configuration, proportional to the magnitude of filter distortion (by selective event magnitude) and recency of occurrence, for deviation from modality is inherent when the warping of the filter is changed.* Cette longue citation, en fait, résume bien l'essence de l'article de Durden.

Pierre MORISSET

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

HALLÉ, F. et OLDEMAN, R.A.A., 1970. **Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux.** Masson, Paris. 178 p., 77 fig., 1 pl. h. + 16 × 24 cm. Broché. 88 FF.

Ce livre est le résultat d'une collaboration de plus de six années entre deux botanistes spécialisés dans l'étude biologique et morphologique des plantes tropicales, et travaillant, l'un en Afrique (Côte-d'Ivoire, Congo), l'autre en Amérique (Antilles, Guyanes). L'un et l'autre ont exploré les formations végétales les plus variées, ont disséqué et dessiné les arbres sur le terrain, ont observé et mesuré leur croissance en serre et ont, en laboratoire, analysé les mécanismes de leur morphogenèse. Plus d'un millier d'espèces — principalement des espèces ligneuses de la forêt tropicale humide — ont été ainsi étudiées.

Dans un milieu aussi prodigieusement riche et aussi mal connu des biologistes que la forêt tropicale, un travail de cette envergure ne pouvait qu'avoir des résultats intéressants. Alors que les arbres des régions de hautes latitudes, présentent des possibilités architecturales restreintes, plus de vingt « modèles architecturaux », fondés sur l'étude des comportements méristématiques et des types de ramification, ont été reconnus et décrits chez les arbres tropicaux. Ce nombre est susceptible de s'accroître à mesure que la connaissance des flores tropicales se perfectionnera.

Le livre s'adresse aux botanistes, physiologistes, écologistes, généticiens, agronomes et forestiers préoccupés par les problèmes des pays en voie de développement.

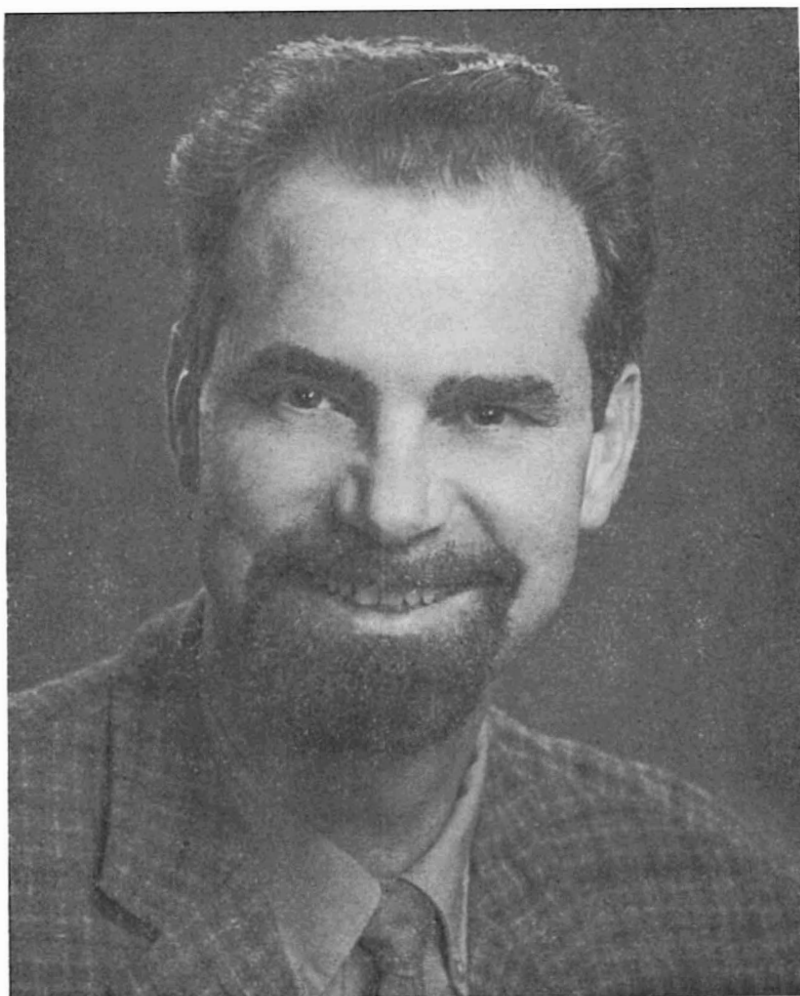
KAUL, R.N., (Editor), 1970. **Afforestation in arid zones.** Dr. W. Junk, The Hague. XII + 435 p., 127 fig. 16 × 25 cm. Clothbound, US \$20.80.

In some of the arid-land countries, as a result of systematic research that has been carried out during the last two decades or so, much useful knowledge has been built up. This knowledge is, however, not readily available to those who are concerned with planning and managing and implimenting research or development efforts in other arid parts of the world as most of these results are either not documented or are confined to native-language reports not easily accessible. A need has, therefore, long been felt for evaluating and integrating the results of research on various aspects of afforestation that have been carried out or are currently in progress in different arid-land countries in a single volume.

This book has filled the gap, through the contributions of seventeen scientists from twelve countries under the editorship of Mr. Kaul. *Afforestation in Arid Zones* not only gives the latest knowledge about the species-site relationship, the methods of raising nursery stock, problems requiring further research etc., but also provides valuable information on neighbouring disciplines i.e., the whole ecosystem that constitutes arid environments. The book has, therefore, afforded a basis for real understanding of the problems and needs of research in afforestation of arid zones on a world-wide basis.

KUGLER, H., 1970. **Blütenökologie.** 2e éd. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. xii + 345 p., 347 fig. 16 × 23.5 cm. Relié, DM 48.00.

La deuxième édition de ce livre fut entièrement refondue et augmentée. Elle présente un aperçu critique de nos connaissances actuelles sur l'écologie de la floraison et de la pollination. Les principaux chapitres traitent de l'autogamie, hydrogamie, anémogamie, zoidiogamie, et de l'évolution de la pollination. Le volume contient aussi une bibliographie de 22 pages, un index alphabétique des matières et d'innombrables illustrations.



ROLAND E. BESCHEL

(1928-1971)

Le professeur Roland E. Beschel est décédé subitement le 22 janvier 1971, à l'âge de 42 ans. Sa mort est une épreuve douloureuse pour la botanique canadienne. Nous venons de perdre un de nos botanistes les plus actifs.

Le docteur Beschel est né en Autriche où il étudia sous la direction du professeur H. Gams à Innsbruck. Il enseigna d'abord en Suisse et, en 1955, vint au Canada, à Mount Allison University. En 1959 il devint membre du Département de biologie de Queen's University, Kingston, Ontario, où il demeura jusqu'à sa mort. Il était professeur titulaire depuis 1969.

Parmi ses recherches botaniques les plus importantes notons son application de la lichénométrie pour dater les événements géologiques dans les régions arctiques et alpines, ses travaux sur la botanique de l'arctique canadien, surtout sur l'île Axel Heiberg, ses recherches sur l'écologie végétale dans les environs de Kingston et ailleurs au Canada. D'une seule main il ressuscita l'herbier important de Queen's, et en fit un des herbiers les plus modernes et bien organisés au Canada. Il encouragea vivement les botanistes amateurs de Kingston.

Il était bien connu à travers le Canada et à travers le monde, et avait récemment travaillé dans le nord de l'U.R.S.S. Ses contributions à la botanique canadienne lui méritèrent la reconnaissance rapide de ses collègues. Membre actif de l'Association botanique du Canada, de l'ACFAS, et de nombreuses autres associations scientifiques canadiennes et internationales, Roland Beschel était un botaniste brillant, parfois disputeur, toujours perfectionniste, toujours amical.

Guy R. BRASSARD

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

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

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

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

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

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 LAGULUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Université Laval*

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

W. E. RICKLER, *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, agromonomiques 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 — Premier trimestre 1971.

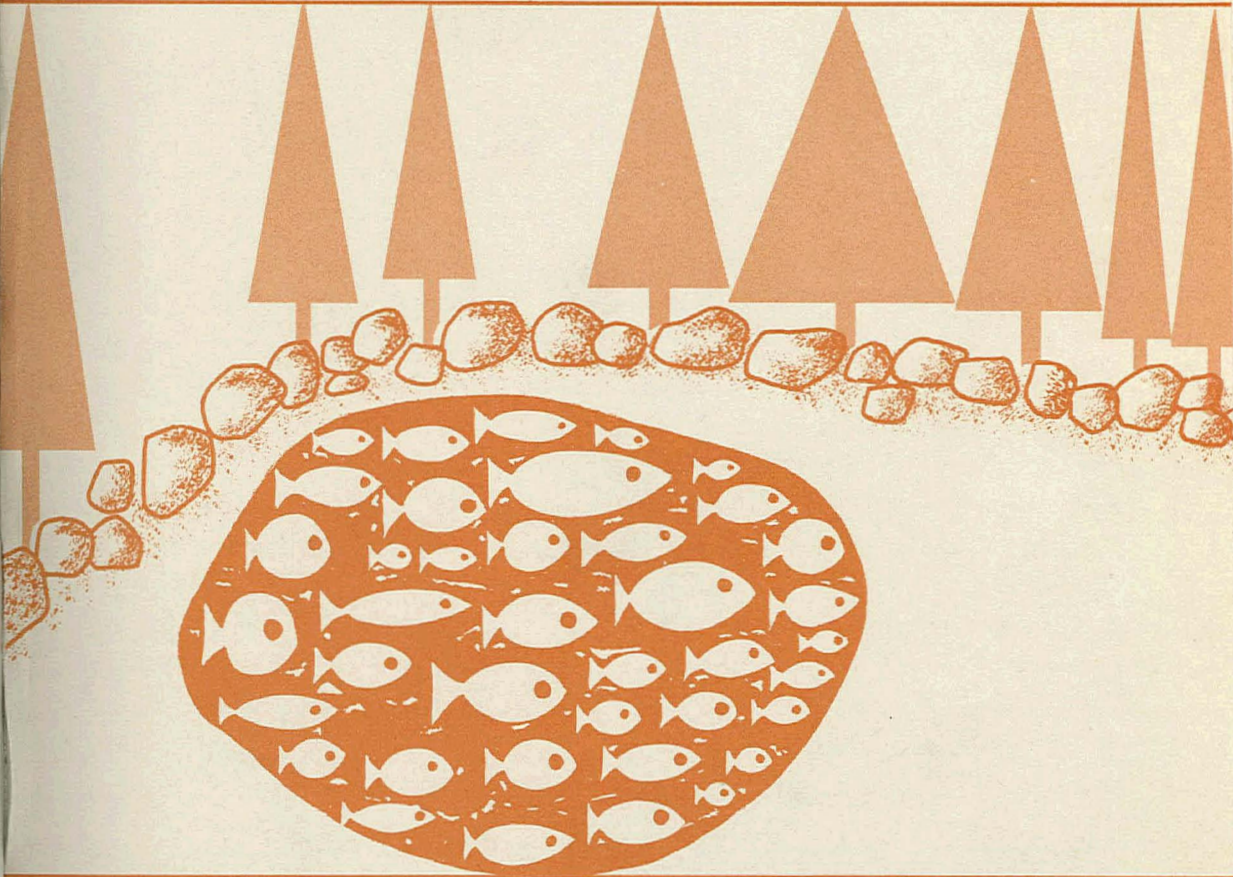
Sommaire

Les Stylocephalidae (Sporozoa, Gregarinida)	JEAN-CLAUDE CORBEL	1
Corrélation entre le coefficient de forme et le taux de croissance de l'épinette noire	M. BOUDOUX et J. D. GAGNON	41
Observations on the <i>Betula caerulea</i> complex	W. H. BRITTAIN and W. F. GRANT	49
Influence de la durée d'acclimatation thermique sur la durée de survie aux hautes températures, chez <i>Niphargus longicaudatus</i> (Amphipode, gammaridé des eaux souterraines)	JACQUES MATHIEU	59
Quelques levures associées à des larves xylophages de coléoptères buprestides du Canada	MARIE-CLAIRE PIGNAL	69
Influence du potassium sur les acides organiques du fruit de la tomate	M. J. TRUDEL et J. L. OZBUN	83
Clé pour l'identification des principales bryophytes forestières du Québec méridional. I. Principaux groupes et genres	P. MASSON et L. PARROT	97
 COMMUNICATIONS BRÈVES		
Notes biogéographiques sur l' <i>Harpalus indigenus</i> Casey (Coleoptera : carabidae)	ANDRÉ LAROCHELLE	109
On <i>Amara pygmaea</i> Couper, 1865, from Québec	CARL H. LINDROTH	111
REVUE DES LIVRES		113
Notice nécrologique : Roland E. Beschel	GUY R. BRASSARD	119

Volume 98,
n° 2,
mars-avril 1971

PROPRIÉTÉ DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

ENDEMISM IN THE VASCULAR FLORA OF CANADA :
A SYMPOSIUM

Un symposium sur l'endémisme dans la flore vasculaire du Canada fut organisé par la Section de systématique et de phytogéographie de l'Association botanique du Canada, et présenté le 10 juin 1970 à l'Université Laval, à l'occasion du congrès annuel de l'Association.

Même si la « flore canadienne n'est pas renommée pour son endémisme » (Mosquin), il nous a paru opportun d'organiser ce symposium, parce que certaines régions du Canada possèdent tout de même un nombre relativement élevé de taxons endémiques. Ce sont ces régions que nous avons voulu comparer, afin de préciser leurs différences et leurs ressemblances quant au nombre et à la nature des taxons endémiques qu'on y trouve. Le symposium a finalement révélé un grand nombre de problèmes et peu de solutions. La mise en évidence de ces problèmes pourra, nous l'espérons, orienter quelque peu le travail futur dans ce domaine.

Le symposium était sous la présidence du Dr Ernest Rouleau de l'Université de Montréal. Une conférence du Dr G. W. Argus sur les taxons endémiques des dunes de sable du lac Athabaska était aussi prévue, mais n'a pu être présentée pour des circonstances incontrôlables. Nous remercions le Naturaliste canadien d'avoir bien voulu accepté de publier les textes présentés à ce symposium.

PIERRE MORISSET

Secrétaire de la Section de
systématique et de phytogéographie
Association botanique du Canada.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Mars-Avril

No 2

EVOLUTIONARY ASPECTS OF ENDEMISM^{1, 2}

THEODORE MOSQUIN

Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa

Résumé

La flore canadienne n'est pas renommée pour son endémisme; au contraire, de grandes régions du Canada abritent une flore remarquable par son absence de taxons endémiques. Seules les régions montagneuses du nord-ouest et la région des Basses-Terres du Saint-Laurent contiennent un nombre relativement élevé de variantes spéciales qui sont assez distinctes pour être reconnues taxonomiquement.

L'auteur distingue la nature qualitative de la nature quantitative des populations endémiques. Quant aux causes de l'endémisme, l'hypothèse favorisée est celle de Stebbins (1942), pour qui les endémiques sont des populations génétiquement appauvries. Cependant, à cause de l'énorme étendue de la récente glaciation au Canada et à cause de la nature des climats boréaux et arctiques, l'auteur croit que non seulement les espèces endémiques mais aussi plusieurs autres espèces, y compris certaines à grande aire de distribution géographique, sont génétiquement appauvries. Par ailleurs, les endémiques insulaires (par opposition aux endémiques génétiquement appauvries) seraient relativement rares au Canada.

Les amoncellements de scories et autres déchets des exploitations minières sont abondants, et l'auteur suggère que de tels substrats pourraient fournir d'intéressantes situations expérimentales pour l'étude de l'évolution de l'endémisme édaphique dans les régions nordiques. Le système génétique d'une espèce est considéré comme le facteur le plus important qui permette à cette espèce de pouvoir donner naissance à des populations endémiques. Et à cause de l'accélération des taux de pollution locale aussi bien que globale, les botanistes devraient être à l'affût des populations endémiques adaptées aux milieux pollués.

Abstract

The Canadian flora is not famous for its endemic elements; rather, vast regions of the country contain floras from which endemics are singularly absent. Only the mountainous regions of the northwest and the region of the St. Lawrence lowlands contain relatively large numbers of unusual variants many of which are sufficiently distinct to be recognized taxonomically.

¹ Contribution No. 805 from the Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

² A paper presented to the symposium "Endemism in the vascular flora of Canada" at the annual meeting of the Canadian Botanical Association, Université Laval, Québec, 10 June 1970.

A distinction is made between the quantitative and qualitative nature of endemics. In considering the causes of endemism, the hypothesis of Stebbins (1942), who stated that endemics are genetically depleted populations, is favored. However, because of the enormous scale of the recent glaciation in Canada and because of the nature of the boreal and arctic climates, it is felt that not only endemics but many other species including widespread ones, would also be relatively depleted genetically. Insular endemics (as opposed to depleted endemics) are considered to be relatively rare in Canada. Because of the widespread occurrence of slag heaps and other wastes from mining operations, it is suggested that such substrates may provide good experimental plant material for studying the evolution of edaphic endemics in northern areas. The genetic system present in a particular species is considered to be the most important single factor in determining the capacity of the species to produce endemic populations. And because of accelerating rates of pollution both local and global, botanists should be on the lookout for « pollution endemics ».

Introduction

In considering the evolutionary aspects of endemism, it is necessary at the outset to explain what is meant by the term *endemic* as used in the botanical literature. A population of plants is said to be endemic if it occurs naturally in a restricted area and if at the same time it is unique in some respect. The uniqueness of the restricted population or series of populations can be based on one or more characters and can be morphological, ecological, or even physiological or it can combine any of these traits. The uniqueness may be readily perceivable and therefore easy to recognize taxonomically, and recognition can be at different taxonomic levels. For example, as a family the Cactaceae is correctly referred to as being endemic to the Americas. Many groups of higher plants recognized as genera are correctly referred to as being endemic to the arid lands of western North America. Most botanists are aware of a few non-controversial or *qualitative* examples of endemism at the specific level. In Canada, for example, some extremely restricted endemic species are known from the Queen Charlotte Islands (Calder and Taylor 1968), the Rockies, the Gaspé Peninsula, St-Lawrence lowlands and Newfoundland (Fernald 1925; Marie-Victorin 1929, 1938, 1947). We also have more widely distributed endemics but these may extend into Alaska, Greenland or the United States. There seems little use, however, in referring to widely distributed species as endemics and in this paper I shall consider only endemics which have relatively small distribution areas.

A special kind of clear-cut or qualitative endemic is a chromosome race. For example, *Epilobium latifolium* is a diploid in northern and western North America but tetraploid populations are endemic to the Gaspé Peninsula and to southern Greenland (Small 1968). Likewise, in *Plantago elongata*, diploid plants are native to the Canadian prairies but hexaploid populations are endemic to Vancouver Island (Bassett and Crompton 1968). So, if the characters by

which an endemic differ from its closest relatives are qualitative, there is no particular problem of concept, but if the qualitative characters are ecological, physiological or chromosomal there is the problem of recognition.

Quantitative problems

If we now turn to the numerous cases where a disjunct, isolated or restricted population differs only *quantitatively* from its nearest relatives, we are faced with the problem of drawing a line between clear-cut endemics and simple disjuncts. Disjunct populations which are outliers of a species' main range, and which do not differ in some consistent way from the rest of the species population, are not endemics.

Most botanists are aware of a few examples where someone described a disjunct population as a species, subspecies or a variety but where in fact the amount of observation and the care with which the study was made were very poor indeed. Some of these taxonomically recognized disjuncts do in fact turn out, upon careful study, to be phenotypically distinguishable by some hidden or specialized morphological trait and as such they may then deserve formal recognition with a taxonomic name. In my experience, however, many of these names, although serving the useful function of drawing attention to such populations, more often turn out to be useless and even worse, a misleading burden to the biological literature. People untrained in the pitfalls of taxonomy simply do not know how to evaluate whether the formal names are useful or confusing. But again, even if a careful study *is* made of the disjunct population or populations and a reasonably accurate knowledge of the variation pattern is obtained, the taxonomic name may mean different things to different persons. This is so because taxonomists themselves may place different emphases on the same set of characters.

If we overlook such conceptual disagreements among taxonomists, and examine the disjunct, or isolated population from the genetic or evolutionary point of view — what do we find? We already know from general population theory that with only rare exceptions, no two populations are ever exactly alike genetically, and if populations are disjunct, we can say categorically that they will be different genetically. Isolated populations differ in many ways, in addition to morphological ones from their closest relatives. Not only do qualitative differences usually intergrade with quantitative ones but among quantitative characters, there is every degree of difference from modes of variation that scarcely overlap to modes of variation that do not overlap. Furthermore, the relative positions and the shape of the overlapping curves will depend upon whether you are comparing only two populations or more. If the sample is small as it often is the « endemic » is more likely to be clear cut.

One of the best studies of the quantitative aspects of endemism is that of O. Hedberg, a Swedish botanist who from 1945 to 1970 has been studying

differentiation in the alpine and subalpine flora of the mountains of tropical East Africa (Hedberg 1957, 1958, 1964, 1969, 1970). The mountains there protrude out of the vast savanna, like islands out of the sea and three of them have glaciers. These high mountains have been geographically isolated from each other for a very long time. The populations of many plant species in the upper elevations became established by long distance dispersal at different times and have been differentiating ever since. Among those geographically disjunct populations, Hedberg (1958) recognized endemics as opposed to disjuncts by applying a simple rule. He chose to demand for specific distinction clearly discontinuous variation in at least two characters, whereas one clear discontinuity was considered sufficient for subspecific distinction. But numerous intermediate stage of differentiation exist, and no hard and fast rule could be given — every case had to be judged to some extent on its own merits. So on this rule of thumb basis, if Hedberg recognized a certain population on a mountain taxonomically, it became an endemic, if he did not, it remained a simple disjunct.

Edaphic endemism provides some good examples of the quantitative nature of the problem. Edaphic endemics are distinguished from their close relatives in that they have a preference or a tolerance for a certain rock, soil or other substrate. Thus on the serpentine and other ferromagnesian rocks in the western United States many widely distributed species have developed local races which are tolerant of the serpentine whereas some species actually prefer the serpentine to the kind of soil in which their ancestors grew or grow (Kruckeberg 1951, 1969a, 1969b; Heslop-Harrison 1964). But again, the amount of morphological difference varies from none at all to pronounced — and somewhere within this range, taxonomists begin giving the edaphic populations formal recognition. A very special type of edaphic endemism was recently described by Ornduff (1965), called guano endemism — these are species or local races of species that are adapted for growth in areas of heavy deposits of sea bird guano. A good Canadian example of a guano endemic may be *Draba hyperborea* (L.) Desv., a species growing on bird islands on the Pacific coast from northern Vancouver Island to the Aleutians. If pollution trends in the world cannot be stayed or reversed we may soon witness a proliferation of « pollution endemism » provided that some plants can adapt genetically to the new environments.

Concluding this section on what is an endemic I think, that as a rule of thumb, the term endemic should be used for any population that is isolated or clearly defined geographically or edaphically and that is at the same time qualitatively distinct from its parent or its related population in an adjacent or distant area. This means that the concept of endemism is basically a genetic-morphological-geographical concept and not necessarily a taxonomic one.

Causes of endemism

Let us next examine the causes of endemism, and here it seems best to consider the hypotheses that have been advanced to date to explain it. Most of

these have been reviewed in a now classic paper by Stebbins in Madroño in 1942. I will consider each suggested cause very briefly.

1. Endemics are beginners. They have not yet had time to spread. This derives from the well-known Age and Area hypothesis of Willis (1922). Fossil evidence and modern knowledge of plant evolution have demonstrated that this hypothesis has little useful substance.

2. Endemics are old or senescent. This is a hypothesis set forth by Fernald (1922), who did most of his studies in northeastern North America. Stebbins points out that the weakness of this hypothesis lies in the implication that conservatism or senescence results directly from the age of a species. The term « senescent » is vague biologically and the hypothesis is not supported by fossil evidence. In any event, after considering the evidence for the gradual differentiation of disjunct populations such as presented by Hedberg (1957, 1958, 1969), the inadequacy of the senescent hypothesis becomes apparent.

3. Another hypothesis was advanced by Griggs (1940) who proposed that species were rare because they could not compete successfully with the common plants. The hypothesis is no doubt true to various degrees for all plants, for competition must often seriously restrict local abundance and distribution. But it is only part of the answer.

4. Stebbin's own hypothesis (1942) is that endemics are genetically homogeneous, that is, they have few biotypes and are relatively homozygous and, therefore, do not have the hereditary resources in terms of heterozygosity to be able to invade many kinds of environments and therefore to spread. Such an hypothesis is very attractive and has the advantage of not implying how, where, or how rapidly, endemics originated. Stebbins suggests that endemic species are « genetically depleted ».

So, then, all present restricted endemics would be of two types. First, ones that were formerly quite widely distributed and whose distribution range was reduced by natural forces such as glaciation, increasing aridity or other changes in climate. Such endemics (at the species level) were named by Stebbins as *depleted species*. The other kind of narrowly restricted endemics are termed *insular species*. Here, island endemics, serpentine endemics and mountain-top endemics such as described by Hedberg would be classified. So, depleted endemics were once widespread and became depleted; insular endemics were never widespread. As far as I can judge, most, but not all narrowly restricted endemics in Canada are of the depleted type and they exist today mainly because they failed to spread after having survived the Wisconsin Glaciation on ice-free refugia or nunataks.

There is strong biological evidence that such nunataks occurred on the Queen Charlotte Islands, the Gaspé Peninsula and on the mountains of Newfoundland. These interesting populations are discussed in more detail by Dr.

Morisset in this symposium. Any small piece of land in Canada which was not glaciated would be a place to look for depleted endemics.

It is my opinion based mainly upon inferential evidence from studies of genetic systems (Mosquin 1966) that the majority of arctic and boreal species are depleted genetically today despite the fact that they have vast ranges. If this is so, it would follow that being genetically depleted is not a characteristic only of narrowly restricted species. It is natural to expect that a depleted endemic could have a potentially vast distribution range if the special environment in which the species could survive was also widespread. Many of our presently widespread species would surely have been considered to be depleted endemics at the height of the last glaciation when their ranges were restricted by the ice. The capacity of depleted species to spread in boreal and arctic lands may be the main reason why relatively few endemic species are found in the Arctic today, despite the known existence of ice-free areas.

As far as examples of insular endemics go, I think that Canada must be one of the poorest places for studying them. However, the chain of the Mackenzie Mountains was not glaciated and was connected with the large ice-free areas of the Yukon and Alaska. Presumably, on the higher elevations of these mountains one might find some examples of insular endemics. There is, however, one excellent example of an insular endemic in Canada and this has been recognized recently as a distinct species, *Linum lepagei* Boivin (Boivin 1948). *L. lepagei* occurs only on the southern shores of Hudson Bay. It is separated from its closest relative, *L. lewisii* Pursh by some 450 miles, the latter species having a widespread distribution in western North America and perhaps eastern Asia (Mosquin, in prep.). *L. lepagei* seems clearly to be a self-pollinating derivative of *L. lewisii*. With the exception of a single blue-flowered population on Long Island, James Bay, *L. lepagei* is consistently white-flowered and erect, features that would tend to maximize visits by Diptera even though it is in fact strongly self-pollinated. *L. lepagei* is therefore well adapted to survive on the windswept arctic coast. The blue-flowered *L. lewisii* does not have this combination of characters anywhere in its vast range although some prostrate, self-pollinating populations are endemic to high elevations on two mountain ranges in Nevada. *L. lepagei* is therefore probably one of the few insular endemics if not the only one that may have originated wholly in Canada since the retreat of the glaciers. However, some differentiation of populations has certainly occurred in many areas of Canada since glaciation and « incipient insular endemics » may be in fact common.

Mechanisms and rates of evolution

I would now like to turn my attention to the mechanisms and rates of evolution of endemics. Both endemics and disjunct populations provide natural experiments for the study of evolution. We already know from general evolu-

tionary theory that both the rate and the mechanisms of evolution vary enormously and that these depend on the genetic system of the group of plants being considered. Certain evolutionary changes such as polyploidization can occur quickly; other changes such as external morphological differentiation usually occur slowly. Rate of evolution further depends upon many factors such as population size, length of life, and so on. Here the work of Hedberg (1957, 1969) and various works on edaphic endemism are instructive. Hedberg found that in the alpine flora of tropical east Africa the amount of evolution had been very small in the families Juncaceae, Caryophyllaceae, Cruciferae, Crassulaceae, Labiatae and Rubiaceae (that is, since the isolation of different populations became effective). By contrast, comparatively rapid evolution seems to have occurred in the giant lobelias and in some genera of the Compositae. Hedberg concluded that differences in rate of this type indicate the existence of certain inherent differences in « evolutionary capacity » in different groups, although of course the examples must be judged with great care.

A considerable amount has been learned about evolutionary mechanisms and rates from the study of edaphic endemism of various types. For example, Kruckeberg (1969a) reports the results of studies of ecotypic differentiation in 18 species of the Washington flora which grew on both serpentine and nonserpentine soils. Thus 9 of these species showed differences in serpentine tolerance; six showed signs of the same phenomenon, while only three species failed to show ecotypic variation. This evidence indicates that differentiation has been gradual. Similarly, McNeilly and Bradshaw (1968) showed how evolutionary processes work in the origination of copper-tolerant *Agrostis tenuis* on slag heaps in North Wales and Ireland. These workers found strong evidence for the operation of natural selection in favor of copper tolerance in copper-contaminated soils and against it on uncontaminated soils. It is clear from studies such as these that races, ecotypes and eventually distinct species evolve gradually to become actually dependent on the new substrate. The studies of both McNeilly and Bradshaw and of Kruckeberg support the hypothesis of Raven (1964) that evolution of tolerance to various substrates can take place over relatively short periods. Raven proposed that since marginal populations are very likely to be growing on some soil type unusual for the species as a whole, catastrophic selection and consequent genotype reorganization may be a potent force in the creation of edaphically restricted endemics. Presumably, in Canada, species growing at limits of their range, on slag heaps, or on some of our serpentine outcrops are worth studying experimentally. Since the timing of glacial retreat is now well-known, as is the opening of mining operations, the rate of evolution of marginal populations might be ascertained.

An interesting and perhaps unusual way in which genetic variability can originate and from which local edaphic variants could then be selected occurs in areas where the natural radiation from deposits such as uranium is much higher than the normal background radiation. Shacklette (1962, 1964) has

described a rich diversity of mutant clones of *Epilobium angustifolium* L. and *Vaccinium uliginosum* L. from locations at Port Radium in the vicinity of Great Bear Lake, N.W.T., Canada, where large deposits of pitchblende are located within yards of the unusual variants. Shacklette stated that the wide range of variation in these two species in this small area is definitely related to mutations caused by the presence of radioactive ore. Shacklette cites another example where a peculiar variant of *Epilobium angustifolium* arose on some heaps of mine diggings at Nolan, Alaska, on the south slope of the Brooks Range. No doubt, studies of mine wastes in northern Canada would reveal that such unusual environments can increase mutation rates and, in so doing, increase the probability of natural selection producing local edaphic races.

The rate of evolution of marginal or isolated populations such as endemics and disjuncts depends upon many factors, the most important of which is the character or the constellation of characters that is evolving. If the evolving traits are highly adaptive in nature, natural selection can bring about relatively rapid change (Heslop-Harrison 1964). Edaphic endemics provide good examples. Polyploids, of course can originate within a single season. Many self-pollinating derivatives of more widely distributed outcrossers are also thought to have originated within historic time. *Linum lepagei* provided a good example of this; many self-pollinating species of *Clarkia* also provide similar evidence of relatively recent origin (Lewis 1962, Moore and Lewis 1965). Some physiological traits such as photoperiodic requirements, respiration and photosynthetic rates vary clinally with elevation or latitude (Heslop-Harrison 1964); therefore, if a population is a latitudinal outlier of the main range of the species it can be expected to have clear-cut differences in these physiological traits.

The genetic system of the plant, however, is of paramount importance in promoting or restricting evolutionary change (Darlington 1958; Lewis & John 1963). Thus it makes a profound difference to a disjunct's or an endemic's future whether the components of its genetic system are such that they produce plants that are more or less homozygous, highly heterozygous, whether the genes are buffered or free to recombine, whether the plants are heterostyled or homostyled, whether they are hermaphroditic, monoecious or dioecious, self-compatible or self-incompatible, whether they are apomictic or sexual. Further, evolutionary mechanisms vary enormously from one genus to another so what may be possible in one group would be preadaptively impossible in another.

In conclusion the pattern of evolution of any particular endemic or disjunct has to be assessed on its own merits. The best clues as to mechanisms of evolution are to be found in the genetic system of the particular species under study and in the geological and phyto-geographical history of the region. What is needed most, however, in Canada, is the experimental study of our endemics and of disjuncts suspected of being endemics. We need experiments designed to test for the amount of genetic variation in narrowly restricted species and

their widely distributed relatives. We need experiments to test the degree of reproductive isolation, the nature of this isolation, the range of tolerance, the genic and physiological attributes of these populations. I am happy to learn that Dr. Morisset is doing just that. Such studies conducted in a systematic way, will certainly produce a number of interesting and useful hypotheses about the history and evolution of our Canadian flora.

Acknowledgements

I am grateful to Dr. Olov Hedberg of the Institute of Systematic Botany, University of Uppsala, Sweden and to Dr. Pierre Morisset of the Département de biologie, Université Laval, Québec for their useful comments and suggestions regarding the manuscript.

References

- BASSETT, I. J. and C. W. CROMPTON, 1968. Pollen morphology and chromosome numbers of the family Plantaginaceae in North America. *Can. J. Bot.*, **46**: 349-361.
- BOIVIN, Bernard, 1948. Centurie de plantes canadiennes. *Naturaliste can.*, **75**: 202-227.
- CALDER, J. A. and R. L. TAYLOR, 1968. Flora of the Queen Charlotte Islands. Part I. Research Branch, Canada Department of Agriculture Monograph No. 4. Ottawa. 659 p.
- DARLINGTON, C. D., 1958. Evolution of Genetic Systems. Oliver and Boyd, Edinburgh, London. 265 p.
- FERNALD, M. L., 1925. The persistence of plants in unglaciated areas of Boreal America. *Mem. Amer. Acad. Arts Sci.*, **15**: 239-342.
- GRIGGS, R. F., 1940. The ecology of rare plants. *Bull. Torrey bot. Club*, **67**: 565-594.
- HEDBERG, O., 1957. Afroalpine vascular plants, a taxonomic revision. *Symb. bot. upsal.*, XV. 411 p. + 12 plates.
- HEDBERG, O., 1958. The taxonomic treatment of vicarious taxa. In Systematics of Today. Almqvist and Wiksells, Uppsala, Sweden. 243 p.
- HEDBERG, O., 1964. Features of Afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeogr. suec.*, **49**: 1-144.
- HEDBERG, O., 1969. Evolution and speciation in a tropical high mountain flora. *Biol. J. Linn. Soc.*, **1**: 135-148.
- HEDBERG, O., 1970. Evolution of the Afroalpine flora. *Biotropica*, **2**(1): 16-23.
- HESLOP-HARRISON, J. 1964. Forty years of genecology. *Adv. Ecol. Res.*, **2**: 159-224.
- KRUCKEBERG, A. R., 1951. Intraspecific variability in the response of certain native plant species to serpentine soil. *Am. J. Bot.*, **38**: 408-419.
- KRUCKEBERG, A. R., 1969a. Soil diversity and the distribution of plants, with examples from western North America. *Madroño*, **20**(3): 129-154.
- KRUCKEBERG, A. R., 1969b. Plant life on serpentine and other ferro-magnesium rocks in northwestern North America. *Syesis*, **2**: 15-114.
- LEWIS, H., 1962. Catastrophic selection as a factor in speciation. *Evolution*, **16**: 257-271.
- LEWIS, K. R. and B. JOHN, 1963. Chromosome Marker. J. & A. Churchill, Ltd., London. 489 p.

- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1929. Le dynamisme dans la Flore du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **13**.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1938. Phytogeographical problems of Eastern Canada. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **30 Am. Midl. Nat.**, **19**(3): 489-558.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1947. Flore Laurentienne. Les Frères des Écoles Chrétiennes. Montréal. 963 + 63 pp.
- MCNEILLY, T. and A. D. BRADSHAW, 1968. Evolutionary processes in populations of copper tolerant, *Agrostis tenuis* Sibth. *Evolution*, **22**: 108-118.
- MOORE, D. M. and H. LEWIS, 1965. The evolution of self-pollination in *Clarkia xantiana*. *Evolution*, **19**: 104-114.
- MOSQUIN, T., 1966. Reproductive specialization as a factor in the evolution of the Canadian flora. In *The Evolution of Canada's Flora*. R. L. Taylor and R. A. Ludwig (Eds.). The University of Toronto Press. 137 p.
- ORNDUFF, R., 1965. Ornithocoprophilous endemism in Pacific Basin Angiosperms. *Ecology*, **46**: 864-867.
- RAVEN, P. H., 1964. Catastrophic selection and edaphic endemism. *Evolution*, **18**: 336-338.
- SHACKLETTE, H. T., 1962. Field observations of variation in *Vaccinium uliginosum* L. *Can. Fld Nat.*, **76**(3): 162-167.
- SHACKLETTE, H. T., 1964. Flower variation of *Epilobium angustifolium* L. growing over uranium deposits. *Can. Fld Nat.*, **78**(1): 32-42.
- SMALL, E., 1968. The systematics of autopolyploidy in *Epilobium latifolium* (Onagraceae). *Brittonia*, **20**(2): 169-181.
- STEBBINS, G. L., 1942. The genetic approach to the problem of rare and endemic species. *Madroño*, **6**: 241-272.
- WILLIS, J. C., 1922. *Age and Area*. Cambridge Univ. Press. 259 p.

ENDEMISM IN THE FLORA OF WESTERN CANADA ¹

J. G. PACKER

Department of Botany, The University of Alberta, Edmonton, Alberta

Résumé

La flore de l'Ouest canadien comprend plusieurs taxons endémiques, mais ni leur nombre précis ni le pourcentage de la flore totale qu'ils représentent ne sont connus. L'auteur présente d'abord des exemples d'endémiques avec différents patrons de distribution et commente leur signification générale. Ensuite, il s'attarde en particulier aux endémiques de la côte du Pacifique et à celles des Montagnes Rocheuses. Dans les deux cas, l'endémisme fournit des données indiquant la persistance de flores tertiaires dans ces régions. Cependant, on ne doit pas supposer que tous ces taxons endémiques sont d'âge tertiaire, car certains sont d'origine récente. L'auteur insiste sur l'importance qu'ont les données cytologiques pour les études phytogéographiques, surtout quand il s'agit d'évaluer correctement la nature des taxons endémiques.

Abstract

There are many endemic taxa in the flora of western Canada though the number and what percentage of the total flora they represent is unknown. Examples of endemics with varying patterns of distribution are presented and their general significance commented on. Attention is paid in particular to the pacific west coast endemics and those in the Rocky Mountains. In both cases it is suggested that they provide supporting evidence for the persistence of Tertiary floras in these areas. It is not to be supposed though that all the endemics are of Tertiary age, some are of recent origin. Emphasis is laid on the importance of cytological data in phytogeographical studies, particularly in regard to a proper evaluation of the endemic taxa.

Introduction

It is an axiom among phytogeographers that extant floras are repositories of information about their past history and faithfully reflect their past history. It might be thought then to be a fairly simple matter to ascertain how a particular flora came into existence and what factors were of major importance in shaping it. However, this is certainly not the case and in fact many problems are associated with trying to understand the evolutionary development of an existing flora. Phytogeography, and we might say biogeography, is a rather imprecise discipline. One of the difficulties is that the species making up a flora are not static, nor were they ever, they are evolving and their tolerances to environmental parameters are changing. As a consequence nothing is to be

¹ A paper presented to the symposium "Endemism in the vascular flora of Canada" at the annual meeting of the Canadian Botanical Association, Université Laval, Québec, 10 June 1970.

learned about the history of flora from the present day distribution of any single species. The analysis of factors of environment, genetical make-up and history that are responsible for a particular species distribution present insoluble difficulties. Why a species has one distribution and not another can seldom, if ever, be answered.

The general problem that confronts phytogeographers is the same that confronts virtually all who would understand the past; at the outset it has to be based on a study of contemporary material. We begin with the end products and work back. This approach has not been without success. As Ghiselin (1969) has observed "... both Darwin and Wallace came to observe the phenomenon of evolution through the study of biogeography — in *THE ORIGIN OF SPECIES* the strongest positive argument for evolution is the geographical one; sufficient evidence was available at the time for a detailed evolutionary treatment of both plant and animal distribution, while the now equally convincing paleontological evidence had only begun to accumulate. It is no accident, therefore, that many of the immediate converts to evolution were younger scientists actively engaged in the study of distribution, particularly of plants" (p. 32). Success this was but paleontological evidence is today of tremendous importance in understanding evolution. The same may be said of phytogeography. To understand the evolution of a flora it is essential that the ideas of floristic development based on an analysis of the existing flora be supported by and integrated with paleobotanical data.

A single species distribution map tells us very little; it is only when we compare the distributions of large numbers of species in a flora and hopefully find recurring patterns of distribution that, taken in conjunction with some knowledge of the genetical responses of plants to changing environmental conditions and of the tolerance of species to environmental parameters, coupled with information, theoretical anyway, about different rates of dispersal and of the geological history of the area involved, hypotheses with respect to the history of the flora may be usefully advanced. Now in the development of ideas with respect to a particular flora all patterns of species distribution are important but perhaps more crucial than the others are those species with a markedly disjunct distribution or of somewhat restricted distribution, the latter being endemics in the flora. The importance of species with these distribution patterns, especially so the latter has long been recognized and accepted (Braun-Blanquet, 1923; Fernald, 1925). Braun-Blanquet is quoted by Stebbins and Major (1965) as saying: "The study and precise interpretation of the endemism of a territory constitutes the supreme criterion, indispensable for arriving at any conclusions regarding the origin and age of its plant population. It enables us better to understand the past and the transformations that have taken place. It also provides us with a means of evaluating the extent of these transformations, the approximate epoch when they occurred and the effects which they produced on the development of the flora and the vegetation".

The crucial word here is "precise". Invaluable though endemics are to the phytogeographer they do present problems and the problem endemic to endemics is age. One wonders if endemics are really as important as disjunct taxa in providing information about floras. A large proportion of endemics are either relict taxa or recently evolved taxa, the paleoendemics and neoendemics of the literature. The problem for the phytogeographer is to place the endemic in the right category, old or new, relative to the rest of the flora. Fundamental differences of opinion can and frequently do exist (cf. Corner, 1964; Carlquist, 1965). The problem of age is frequently most vexed at the species and infra-specific levels and a great deal depends at these levels not so much on the evolutionary history of a taxon as on its taxonomic history. There are many cases where an endemic variety is described for a widely distributed species and there is an inclination to regard the more recently described variety as a recently evolved minor departure from the typical form perhaps described a century ago. It is classed as a neoendemic, when in fact as shown by cytological studies it is ancestral to the typical form and really a paleoendemic (Favarger and Contandriopoulos, 1961).

This raises the question of the evaluation of taxonomic differences. It is frequently stated that the degree of divergence between endemics and related taxa is of vital importance in supplying information about the length of time floras or elements in a flora have been separated. That the degree of similarity corresponds to the time elapsed since divergence from the common ancestor may be a reasonable proposition in a majority of cases but it will not be in all. Rates of evolution differ and in very slowly diverging forms the small differences might be taken to indicate a recent common ancestry when it is really ancient and in rapidly diverging groups the marked differences between them would be regarded as indicating a more remote common ancestor. So, as a principle, the phytogeographer and for that matter the phylogenist should be cautious about equating similarity with recency of common descent. In fact we can hardly claim it to be a principle, when we cannot distinguish when it is right and when it is wrong, however seldom it may be wrong, a point made by Davis and Heywood (1963).

Phytogeographical studies, as well as ecological ones, are limited by the existing state of taxonomy and can only be as adequate as that state permits. Uncritical use of taxonomic data can lead to misconceptions in both fields. Here it is necessary to stress the importance of cytological data, especially chromosome numbers in phytogeography. Johnson and Packer (1967) have emphasised the view that, while opinion varies on the usage of cytological data in taxonomic studies, the differences in chromosome number that commonly occur in the same or closely related species and which frequently suggest rather divergent histories for the different entities, must be taken into account by phytogeographers. The methods of analysis developed by Favarger (1960) and Favarger and Contandriopoulos (1961) for the use of chromosome numbers in

Distribution maps of selected Canadian endemics, illustrating various patterns discussed in the text

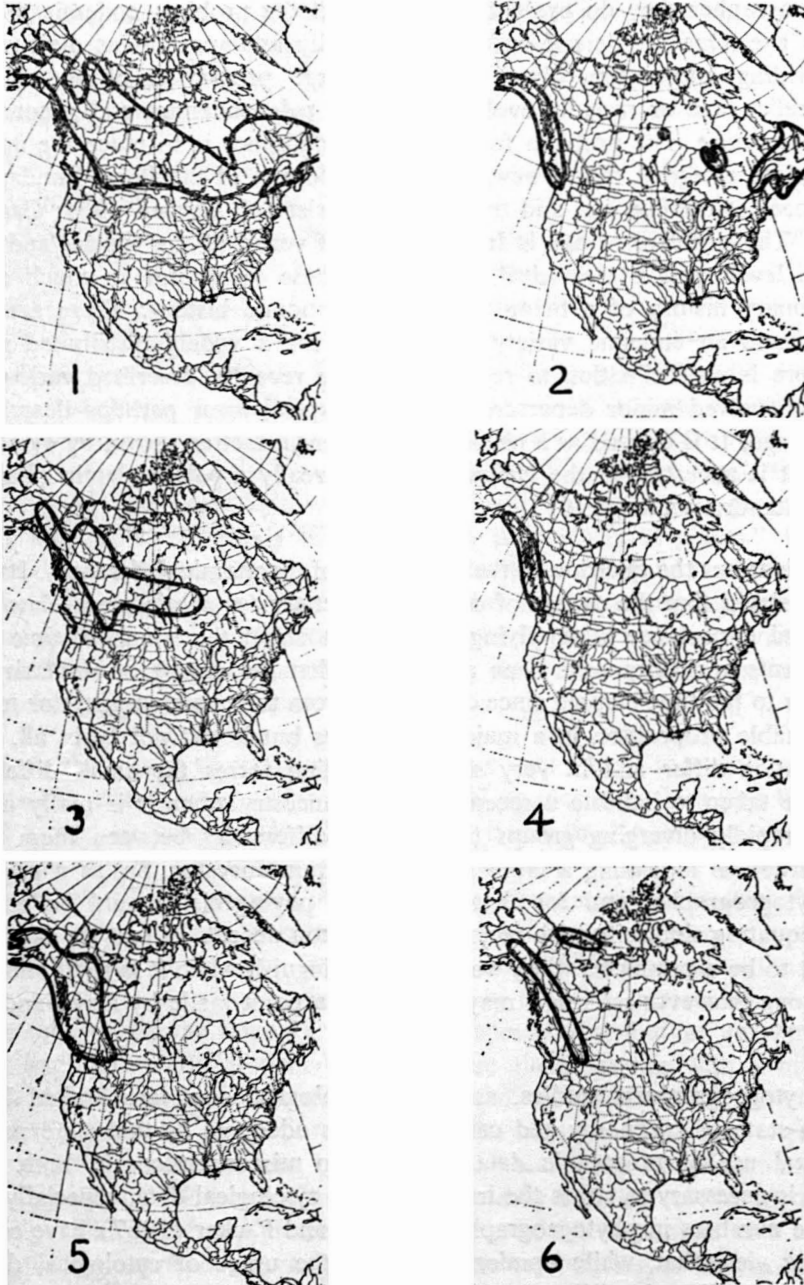


FIGURE 1. *Geocaulon lividum*, a wide-ranging Canadian endemic. FIGURE 2. *Polygonum fowleri*, a Canadian endemic with a discontinuous distribution. FIGURE 3. *Carex raymondii*, a Western Canadian endemic with a wide distribution in Central Canada. FIGURE 4. *Coptis asplenifolia*, a Western Canadian endemic restricted to the Pacific Coast. FIGURE 5. *Saxifraga lyallii*, a Western Canadian endemic widely distributed from the Pacific Coast to the Rocky Mountains. FIGURE 6. *Erigeron grandiflorus*, a Western Canadian endemic restricted to the Rocky Mountains.

phytogeographical studies represent a conspicuous theoretical advance in the field, though the generally inadequate level of cytological data available for virtually all floras has prevented any extensive application of these principles. However, even with our present state of knowledge these methods can provide valuable insights into the history of a flora and their increasing use in the future is hopefully assured.

Evaluation of the flora of western Canada in terms of the last paragraph is not really very encouraging. Taking western Canada to include the four western provinces of Manitoba, Saskatchewan, Alberta and British Columbia it has to be observed that critical taxonomic study of the flora of western Canada is a relatively recent phenomenon. The foundation for future work has been laid in that floras or checklists have been published for each of the four provinces (Scoggan, 1954; Breitung, 1957; Moss, 1959; Henry, 1915; Eastham, 1947; Taylor, 1966; Boivin, 1967, 1968, 1969) and indeed a few areas have been studied in depth as for example the Queen Charlotte Islands (Calder and Taylor, 1968; Taylor and Mulligan, 1968). In addition, works devoted to the floras of adjacent areas also provide important information about the flora of western Canada (Hultén, 1968; Abrams, 1940-1960; Hitchcock *et al.*, 1955-1969; Rydberg, 1922, 1932; Raup, 1947, among others). Generally speaking, information regarding the detailed distribution of species is not included in these works, in the majority of cases, for the reason that this information is not readily available. The superb flora by Hultén (l.c.) is a conspicuous exception and the work of Calder and Taylor (l.c.) provides detailed information on the distribution of species in the Queen Charlotte Islands. Raup (l.c.) also provides useful maps. The preparation of distribution maps of species in Alberta has been undertaken by the present author as a contribution to our phytogeographical knowledge of this region. Cytological data is slowly accumulating for the flora of western Canada but is still in short supply, as it is everywhere. Even in Europe where many more taxonomists have been and are engaged in this kind of research only 27% of the species in the second volume of *FLORA EUROPAEA* have been reliably counted and for many of these only a single count has been made (Moore, 1968). It is hardly surprising then that much cytological data remains to be garnered in the flora of western Canada but progress is being made.

However, the fact that we do not know all we would wish to know about a flora never has and never should stop speculation about the origin and development of that flora. Studies in the flora of western Canada have advanced to the stage where we can recognise distinct elements in the flora, the affinities of the flora are apparent and the flora has been sufficiently investigated for us to recognise in it certain endemic elements. There is a considerable number of endemics in the flora of western Canada. What this number represents as a percentage of the total flora is unknown because no statistical analysis has been attempted in the past and none is attempted in this paper. As a matter of fact

the number of species occurring in the flora of western Canada remains undetermined. Even if the percentage of endemics was known for the area it would hardly be meaningful information considering its enormous size and the tremendous environmental diversity found within it.

TABLE I

A selection of wide ranging Canadian endemics (Figure 1)

<i>Glyceria striata</i> (Lam.) Hitch. ssp. <i>stricta</i> (Scribn.) Hult.
<i>Eriophorum viride-carinatum</i> (Engelm.) Fern.
<i>Carex bebbii</i> Olney
<i>Carex crawfordii</i> Fern.
<i>Carex aenea</i> Fern.
<i>Orchis rotundifolia</i> Banks
<i>Cypripedium passerinum</i> Richards.
<i>Salix myrtilifolia</i> Anderss.
<i>Salix serissima</i> (Bailey) Fern.
<i>Salix phylicifolia</i> L. ssp. <i>planifolia</i> (Pursh) Hiitoron
<i>Geocaulon lividum</i> (Richards.) Fern.
<i>Aquilegia brevistyla</i> Hook.
<i>Actaea rubra</i> (Ait.) Willd. ssp. <i>rubra</i>
<i>Corydalis sempervirens</i> (L.) Pers.
<i>Ribes oxycanthoides</i> L. (Fig. 1)
<i>Rubus pubescens</i> Raf.
<i>Hedysarum alpinum</i> L. ssp. <i>americanum</i> Michx.
<i>H. mackenzii</i> Richards.
<i>Nuphar variegatum</i> Engelm.
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Moench var. <i>adenotricha</i> Fern. & Mac B.
<i>Primula mistassinica</i> Michx.
<i>Euphrasia disjuncta</i> Fern. & Wieg.

The wide-ranging endemics

Before dealing more specifically with the endemic taxa strictly limited to western Canada it will be useful to consider those endemic taxa that occur in western Canada and which are also widespread in eastern Canada, in other words the Canadian endemics. It is well known that several common and widely distributed tree species are endemic to Canada or virtually so, extending only marginally into the United States, south of the border or in the Alaskan part ¹.

¹ It should be noted that in this paper there will be included under heading of taxa endemic to Canada certain taxa that extend marginally into the U.S.A., particularly in the area of the Alaska panhandle. Phytogeographical and political boundaries are not always, or even often, coincident.

Species such as *Picea glauca* (Moench) Voss, *Picea mariana* (Mill.) BSP., *Pinus divaricata* (Ait.) Dumont (*P. banksiana* Lamb.), *Larix laricina* (DuRoi) K. Koch, and *Populus balsamifera* L. fall into this category. Less well known or less seldom appreciated is the fact that many common and widely distributed herbaceous and shrubby taxa are also endemics in the Canadian flora (see Table I). The taxa listed in this Table have a more or less continuous distribution across Canada but another group of endemics probably reflecting the Pleistocene disturbances in Canada, have disjunct east-west distributions. The east-west populations are not always identical, but are invariably very closely related (see Table II).

TABLE II

A selection of Canadian endemics with a discontinuous distribution, occurring in the east and west but more or less absent from Central Canada (Figure 2)

-
- Tofieldia glutinosa* (Michx.) Pers.
Polygonum fowleri Robins² (Fig. 2)
Veratrum eschscholtzii A. Gray (in the west) —
V. viride Ait. (in the east)
Spergula canadensis (Pers.) D. Don
Valeriana sitchensis Bong. ssp. *sitchensis* (in the west) —
 ssp. *uliginosa* Torr. & A. Gray (in the east)
Valeriana dioica L. ssp. *sylvatica* (Soland.) F. G. Meyer
Dryas drummondii Richards.
Aster subspicatus Nees agg.

Many of the Canadian endemics listed in Tables I and II have clear affinities with taxa in Asia or in Europe, for example *Rubus pubescens* is related to *R. saxatilis* L. of Eurasia, *Salix phylicifolia* ssp. *planifolia* is related to ssp. *phylicifolia* of Eurasia. Both *Hedysarum* species have corresponding taxa in Asia, subspecies *alpinum* in the case of *H. alpinum* and *H. dasycarpum* Turcz. in the case of *H. mackenzii*. *Nuphar variegatum* clearly has affinities with *N. luteum* L. of Eurasia. *Actaea rubra* ssp. *rubra* is likewise very closely related to, if distinct from, the Eurasian *A. erythrocarpa* Fisch. *Valeriana dioica* ssp. *sylvatica* of Eastern and Western Canada corresponds to ssp. *dioica* of Europe. It is self-evident from the relationships of the widely distributed Canadian endemics and the very large number of Canadian species occurring in the circumpolar floras of temperate and arctic latitudes that the history of the Canadian flora is most intimately associated with the development of these floras. The Canadian flora has not developed in isolation. On the other hand environmental changes

² The Californian locality shown for this species on distribution maps is said by Mertens and Raven (1965) to be not *P. fowleri* but another species, *P. marinense*.

and evolutionary responses to them or lack thereof have in the northern latitudes served to bring about significant changes (in relatively recent times?) that have resulted in a quite distinctive Canadian flora. This it is admitted is not saying much. As much could probably be said for virtually any flora anywhere in the world.

The western endemics

In addition to the endemics with rather wide distribution in Canada there are many with a more restricted distribution. The eastern and more northerly ones are being considered in other papers in this symposium and we now turn to a consideration of the western Canadian endemics. Some of these are fairly widely distributed in central Canada but have their widest distribution in the west, for example, *Carex raymondii* Calder (Fig. 3), *Arnica lonchophylla* Greene, *Betula resinifera* Britton and *Castilleja raupii* Pennell. Many are more restricted in their distribution. In considering the endemics in the western Canadian flora emphasis will be placed on two areas which have perhaps been most intensively studied, relatively speaking. These are the west coast and the Rocky Mts. The recent work of Calder and Taylor (1968) and Taylor and Mulligan (1968) have given us a knowledge of the flora of the Queen Charlotte Islands that is second to none in Canada. The investigations were successful in revealing a number of taxa, more or less endemic to the islands, that had not previously been described.

TABLE III

A selection of taxa endemic to Queen Charlotte Islands and its environs

<i>Calamagrostis purpurescens</i> R. Br. ssp. <i>tasuensis</i> Calder & Taylor
<i>Lloydia serotina</i> (L.) Rchb. ssp. <i>flava</i> Calder & Taylor
<i>Isopyrum savilei</i> Calder & Taylor
<i>Geum schofieldii</i> Calder & Taylor
<i>Viola biflora</i> L. ssp. <i>carlottae</i> Calder & Taylor
<i>Cassiope lycopodioides</i> (Pall.) D. Don ssp. <i>crispilosa</i> Calder & Taylor
<i>Salix reticulata</i> L. ssp. <i>glabellicarpa</i> Argus
<i>Mimulus guttatus</i> DC. ssp. <i>haidensis</i> Calder & Taylor
<i>Senecio newcombei</i> Greene
<i>Saxifraga taylori</i> Calder & Taylor
<i>Ligusticum calderi</i> Math. & Const.
<i>Senecio cymbalarioides</i> Nutt. ssp. <i>moresbiensis</i> Calder & Taylor (= <i>S. strepanthifolius</i> Greene)

Of the total of some 472 species and subspecies indigenous to the Queen Charlotte Islands some 17 are endemic to the islands and its environs, representing

about 3.5% of the flora (Table III). This is certainly not a very large percentage when it is realised that an estimate of 40% endemics has been made for the adjacent flora of California (Jepson, 1925). The two areas are however, for a number of reasons not strictly comparable. The existence of clear-cut endemics, supported by examples of disjunct distribution and the patterns of species distribution on the islands led Calder and Taylor (l.c.) to conclude that the indigenous flora of the islands was to a large degree maintained in refugia on the headlands and along the fjords of the west coast during the time of the maximum Pleistocene glaciation. With regard to the endemic element they pose certain questions that remain unanswered, "How widespread were the endemic species before glaciation? Do the endemics represent end products of speciation as a result of insular isolation or do they represent remnants of once more widespread preglaciation taxa?" (p. 114). Whether these questions can be answered or not remains to be seen, though Calder and Taylor (l.c.) appear very doubtful. In any case the endemics may fall into both categories, some remnants, some representing insular speciation. The cytological data would seem likely to prove valuable in shedding light on this situation. Though there are very few taxa it is perhaps suggestive that the frequency of polyploidy among the island endemics for which cytological data are available is higher than for the rest of the flora. This may be a reflection of the recent Pleistocene disturbances to which the flora was exposed. Further to this a number of the endemics appear to be apoenemics (Favarger and Contandriopoulos, 1961), being polyploid endemics with the more widespread parental forms being either diploid or of a lower level of polyploidy. *Geum schofieldii*, *Viola biflora* ssp. *carlottae*, *Senecio cymbalarioides* ssp. *moresbiensis* are all apoenemics and *Ligusticum calderii* is probably one as well. This is suggestive of their being relatively recent in origin, an opinion contrary to that expressed by Schofield (1969).

TABLE IV

A selection of Pacific Coast endemics (Figure 4)

-
- Coptis asplenifolia* Salisb. (Fig. 4)
Castilleja parviflora Bong.
Puccinellia pumila (Vasey) Hitch.
Ranunculus pacificus (Hult.) Benson
Gentiana douglasiana Bong.
Cladothamnus pyrolaeiflorus Bong.
Platanthera gracilis Lindl.
Vaccinium alaskensis Howell
Pedicularis ornithoryncha Benth.
Sisyrinchium litorale Greene
Pedicularis parviflora J. E. Sm. ssp. *parviflora*

Though the number of species actually endemic to the Queen Charlotte Islands might be regarded as small there is a considerable number of species occurring in the flora that are found only in the western coastal area of North American (see Table IV). The pacific coast endemics which represent about 19% of the flora of the Queen Charlotte Island often range north and south some distance into the U. S. but others are more narrowly limited and their distributions fall within our area of interest.

There is also a significant number of taxa endemic to western Canada that exhibit much the same coastal distribution as a pacific coast endemic but which penetrate much farther inland and include the Rocky Mts. in their distribution (see Table V). Some of them extend well into southern Alaska and along the Aleutian chain, marking not so much a northern extension as a western one.

TABLE V

Selected coastal and Rocky Mt. endemics (Figure 5)

<i>Poa stenantha</i> Trin.
<i>Heuchera glabra</i> Willd.
<i>Luetkea pectinata</i> (Pursh) Ktze
<i>Leptarrhena pyrolifolia</i> (D. Don) R. Br.
<i>Romanzoffiana sitchensis</i> Bong.
<i>Saxifraga lyallii</i> Engler (Fig. 5)
<i>Saxifraga ferruginea</i> Graham
<i>Tiarella trifoliata</i> L.
<i>Ribes laxiflorum</i> Pursh
<i>Carex mertensii</i> Prescott
<i>Carex enanderi</i> Hult.
<i>Arnica chamissonis</i> Less. ssp. <i>chamissonis</i>
<i>Eriogonum androsaceum</i> Benth.

Of considerable interest to the phytogeographer is the large number of taxa endemic to the western cordillera. As with the other groups of endemics these may range widely and may occur mainly north of the border for example *Braya henryae* Raup (see Cody in this symposium) or south of it, as in the case of *S. subnudus* DC. (*Senecio cymbalarioides* Buek non Nutt.), *Draba incerta* Payson, *Aquilegia jonesii* and *Douglasia montana* A. Gray. Again though some are limited to the mountains of western Canada and qualify for inclusion here (see Table VI).

The first six species in Table VI are of quite wide distribution, the rest though are rather restricted in distribution and in a few cases known only from a single locality.

TABLE VI

Selected Rocky Mt. endemics (Figure 6)

<i>Cassiope tetragona</i> (L.) D. Don ssp. <i>saximontana</i> (Small) Pors.
<i>Erigeron grandiflorus</i> Hook. (Fig. 6)
<i>Cirsium hookerianum</i> Nutt.
<i>Saxifraga punctata</i> L. ssp. <i>porsildiana</i> Calder & Savile
<i>Antennaria neglecta</i> Greene ssp. <i>howellii</i> (Greene) Hult.
<i>Senecio conterminus</i> Greenm. s. str.
<i>Papaver pygmaeus</i> Rydb.
<i>Draba kananaskis</i> G. A. Mulligan
<i>Pedicularis albertae</i> Hult.
<i>Braya</i> sp. (undescribed from Banff National Park)
<i>Erigeron pallens</i> Cronq.
<i>Phacelia lyallii</i> (A. Gray) Rydb.
<i>Lomatium sandbergii</i> Coult. & Rose

Also occurring in the flora of western Canada are some endemics that have not received taxonomic recognition. They represent cytologically distinct populations of wide-ranging species and because they are as yet only distinguished by chromosome number their precise distribution remains uncertain. However they should be included as provisional endemics and the fact that they have not been differentiated taxonomically is not important. Strictly speaking these are the cryptoendemics of Favarger and Contandriopoulos (1961) and represented among them are both patroendemics and apoendemics. An example of the former is *Cornus canadensis* L. with $2n=22$ counted in Alberta material (Packer, 1964) but with $2n=44$ recorded in other parts of its distribution. *Viola adunca* J.E. Sm., with $2n=40$ counted in Alberta material (Packer, *l.c.*; Taylor and Brockman, 1966), while elsewhere $2n=20$ has been counted consistently for this species, is an apoendemic. So too is *Bupleurum americanum* Coult. & Rose with $2n = 14$ in Alaska (Johnson and Packer, 1968) but with $2n=28-32$ (Packer, in Johnson and Packer, *l.c.*) in the disjunct Alberta populations.

Conclusion

The flora of western Canada, which covers an area of approximately 1,100,000 sq. miles and encompasses such a vast range of environmental conditions is, as would be expected, extremely heterogeneous. Within temperate latitudes greater contrasts than exist between the rainforest flora of the west coast, the dry prairie grasslands, the Rocky Mts. and the subarctic tundra to the north can hardly be imagined. That the components of the flora of western Canada developed independently, both spatially and temporally, though not

in complete isolation from one another is not in doubt. Mason (1947) stated the "Floristic history . . . [is the] history of an aggregation of independently operating dynamic systems, each of which is meeting its problems in its own way. Each species develops genetically and migrates in accordance with the reactions of its individual members to environmental conditions. These reactions are influenced by the genetic diversity of the population and the range of variation of its tolerance spans. It may develop a number of genetic races each in turn capable of carrying divergence further or through adverse conditions its population may be reduced and ultimately exterminated". Each entity of the flora has had a separate evolutionary history. It follows then that the endemics in the flora of western Canada can hardly have any general application in a flora of such diversity. Their significance is in the information they provide about the component or "element" in the flora of which they are a part, realising of course that the "elements" are themselves mere constructs of the mind, designed to assist in organisation of the data. The pacific coast endemics which exist in significant numbers suggest that the west coast flora is relatively ancient and has persisted in the region in refugia or south of the ice advance, during the Pleistocene glaciations. Ancestral forms of many extant species existed in the area at least in the Miocene (Wolfe, 1969) and some extant species in the flora appear to have remained relatively unchanged over a considerably longer period of time. In addition there occurred migration into the area of species from more northerly floras as environmental conditions became favorable for their survival at lower latitudes (Wolfe, *l.c.*). Bryological data convincingly attests to the persistence of an ancient west coast flora (Schofield, 1969).

As regards the Rocky Mts. the relatively high percentage of alpine endemics, together with the evidence of disjunct taxa and taxonomic relationships, suggest again at least the partial survival of a Tertiary alpine flora. It has been suggested (Hultén, 1962 ; Weber, 1965) that this flora formed part of a circumpolar Tertiary alpine flora, subsequently fragmented and modified by the Pleistocene glaciations. The affinity of the flora with those occurring at high elevation in central Asia is certainly well marked. Of the several alternative explanations proposed by Weber (*l.c.*) to account for the similarity the present author regards a continuous montane connection, which need not have been completely intact at any one time, nor even of any great altitude in some places, as most likely. With the existence of a well developed Tertiary alpine flora predating the widespread development of the present arctic conditions in the northern latitudes, it has been suggested (Hultén, 1962 ; Weber, 1965 ; Johnson and Packer, 1967) that certain elements in the existing arctic flora had their origin in that alpine flora. Almost certainly though migration, under the impetus of environmental changes during the Pleistocene, has resulted in elements differentiated in the arctic becoming integral components of the Rocky Mt. flora. Some of the Rocky Mt. apoendemics many fall into

this category. Survival of alpine species in the Rocky Mts. during the glaciations appears to be the only possible explanation for the occurrence and distribution of the alpine endemics, and the numerous disjunct taxa. Southwestern Alberta and adjacent regions of British Columbia and Montana is one of the probable refugial areas.

References

- ABRAMS, L., 1940-1960. Illustrated flora of the Pacific States. Vols. 1-4. Stanford University Press. Stanford, California.
- BOIVIN, B., 1967. Flora of the Prairie Provinces. A handbook to the flora of the provinces of Manitoba, Saskatchewan and Alberta. Pt. 1, *Mémoires de l'Herbier Louis-Marie*, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec. 202 pp.
- BOIVIN, B., 1968-1969. Flora of the Prairie Provinces. A handbook to the flora of the provinces of Manitoba, Saskatchewan and Alberta. Pt. 2, *Mémoires de l'Herbier Louis-Marie*, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec. 185 pp.
- BREITUNG, A. J. A., 1957. Annotated catalogue of the vascular flora of Saskatchewan. *Am. Midl. Nat.*, **58**: 1-72.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1923. L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. L'homme, Paris and Beer, Zurich. 282 pp.
- CALDER, J. A. and R. L. TAYLOR, 1968. Flora of the Queen Charlotte Islands. Pt. 1. Systematics of the vascular plants. Canada. Dept. of Agriculture. *Monograph 4*. Pt. 1. 659 pp.
- CARLQUIST, S., 1965. Island Life. The Natural History Press. Garden City. New York. 451 pp.
- CORNER, E. J. H., 1964. The life of plants. Weidenfeld and Nicholson. London. 315 pp.
- DAVIS, P. H. and V. H. HEYWOOD, 1963. Principles of angiosperm taxonomy. Oliver and Boyd. Edinburgh and London. 556 pp.
- EASTHAM, J. W., 1947. Supplement to Flora of southern British Columbia (J. K. Henry) B.C. Provincial Museum Victoria.
- FAVARGER, C., 1961. Sur l'emploi des nombres de chromosomes en géographie botanique historique. *Ber. Geobot. Inst. Rübel*, **32**: 119-146.
- FAVARGER, C. and J. CONTANDRIOPOULOS, 1961. Essai sur l'endémisme. *Bull. Soc. bot. Suisse*, **71**: 387-408.
- FERNALD, M. L., 1925. Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America. *Mem. Am. Acad. Arts Sci.*, **15**: 241-342.
- GHISELIN, M. T., 1969. The triumph of the Darwinian method. University of California Press. California. 287 pp.
- HENRY, J. K., 1915. Flora of southern British Columbia. W. J. Gage and Co. Toronto.
- HITCHCOCK, C. L., A. CRONQUIST, M. OWNBEY and J. W. THOMPSON, 1955-1969. Vascular plants of the Pacific Northwest. Vols. 1-5. University of Washington Press. Seattle, Washington.
- HULTÉN, E., 1958. The amphi-atlantic plants and their phytogeographical connections. *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, Ser. 4, **7**, 340 pp.
- HULTÉN, E., 1962. The circumpolar plants. 1, Vascular cryptogams, conifers, monocotyledons. *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, Ser. 4, **8**, 275 pp.
- HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and neighboring territories. Stanford University Press, Stanford, California. 1008 pp.

- JEPSON, W. L., 1925. Manual of the flowering plants of California. Associated Students Store, University of California. 1238 pp.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1967. Distribution, ecology, and cytology of the Ogotoruk Creek flora and the history of Beringia, p. 245-265 in Hopkins, D. M. (ed.) The Bering land bridge. Stanford University Press, Stanford, California. 495 pp.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1968. Chromosome numbers in the flora of Ogotoruk Creek, N.W. Alaska. *Bot. Notiser.*, **121**: 403-456.
- MASON, H. L., 1947. Evolution of certain floristic associations in western North America. *Ecol. Monogr.*, **17**: 203-210.
- MERTENS, T. R. and P. H. RAVEN, 1965. Taxonomy of *Polygonum*, section *Polygonum* (*Avicularia*) in North America. *Madroño*, **18**: 85-92.
- MOORE, D. M., 1968. The karyotype in taxonomy, 61-75 in Heywood, V. H. (ed.) Modern methods in plant taxonomy. Academic Press. London and New York. 311 pp.
- MOSS, E. M., 1959. Flora of Alberta. University of Toronto Press. Toronto. 546 pp.
- PACKER, J. G., 1965. Chromosome numbers and taxonomic notes on western Canadian and arctic plants. *Can. J. Bot.*, **42**: 473-494.
- RAUP, H. M., 1947. The botany of the southwestern MacKenzie. *Sargentia*, **VI**: 1-275.
- RYDBERG, P. A., 1922. Flora of the Rocky Mountains and adjacent plains. 2nd Edition. New York Bot. Garden, New York. 1143 pp.
- RYDBERG, P. A., 1932. Flora of the prairie and plains of central North America. New York Botanical Garden, New York. 969 pp.
- SCOGGAN, H. J., 1957. Flora of Manitoba. *Bull. natn. Mus. Can.*, no 140, 619 pp.
- SCHOFIELD, W. B., 1969. Phytogeography of northwestern America: bryophytes and vascular plants. *Madroño*, **20**: 155-207.
- STEBBINS, G. L. Jr. and J. MAJOR, 1965. Endemism and speciation in the California Flora. *Ecol. Monogr.*, **35**: 1-35.
- TAYLOR, R. L. and R. P. BROCKMAN, 1966. Chromosome numbers of some western Canadian plants. *Can. J. Bot.*, **44**: 1093-1103.
- TAYLOR, R. L. and G. A. MULLIGAN, 1968. Flora of the Queen Charlotte Islands. Pt. 2. Cytological aspects of the flora. Canada Dept. of Agriculture, Research Branch, Monograph 4. Pt. 2. 148 pp.
- TAYLOR, T. M. C., 1966. Vascular flora of British Columbia. Preliminary check list. Privately printed. Mimeo.
- WEBER, W. A., 1965. Plant geography in the Southern Rocky Mountains. P. 453-468 in Wright, H. E. and Frey, G. G. (eds.) The Quaternary of the United States. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J. 922 pp.
- WOLFE, J. A., 1969. Neogene floristic and vegetational history of the pacific northwest. *Madroño*, **20**: 83-110.

A PHYTOGEOGRAPHIC STUDY OF THE
FLORAS OF THE CONTINENTAL NORTHWEST
TERRITORIES AND YUKON^{1, 2}

WILLIAM J. CODY

Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa

Résumé

L'auteur analyse la flore vasculaire de la partie continentale des Territoires du Nord-Ouest et celle du Yukon; 11.2% de la flore de la première région est considérée comme endémique à l'Amérique boréale et arctique, tandis que cet élément endémique forme environ 9% de la flore du Yukon. Ces endémiques sont étudiées afin de déceler les types fréquents de distribution. L'auteur considère que les études botaniques dans cette région ne font que débiter.

Abstract

The vascular floras of the Continental Northwest Territories and Yukon are analysed; 11.2% of the Continental Northwest Territories' flora is considered to be endemic to boreal and arctic North America as compared to about 9% for the Yukon. These endemic species are examined for relationships in distributions. Botanical studies in the region are considered to be still in their beginnings.

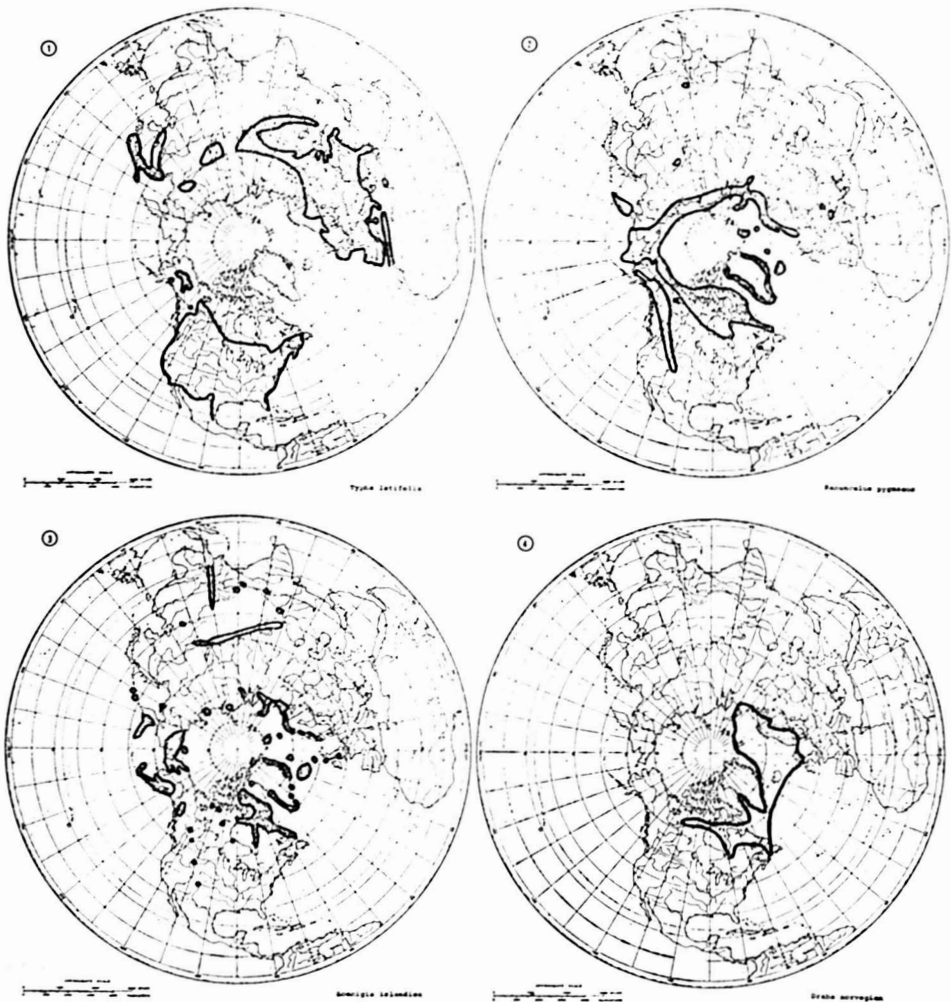
Introduction

V.K. Prest (1969) has published a map entitled "Retreat of Wisconsin and recent ice in North America". In the northwest, much of Alaska and the Yukon Territory, a part of the Mackenzie Mountains, a strip along the Arctic Coast between the Mackenzie River and the Anderson River, an area lying east of the Anderson River and extending east to Franklin Bay, and Banks Island are indicated as having been free from ice during the last glaciation. The last ice disappeared from central Keewatin District only 7000 years ago, but there are still a few small mountain glaciers in the western Mackenzie Mountains and in the Yukon and a rather extensive field in the St. Elias Range in southwestern Yukon.

¹ Contribution No 803 from the Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

² A paper presented to the symposium "Endemism in the vascular flora of Canada" at the annual meeting of the Canadian Botanical Association, Université Laval, Québec, 10 June 1970.

As the glaciers retreated vegetation colonized most of the exposed land. Some species have been more aggressive than others in their expansion into the newly exposed terrain. Some have very restricted habitat requirements and thus are found only where these habitats are to be found in the new land. Still others which seemingly had the same opportunity to move into the newly exposed terrain have failed to do so, or have moved but little. In order to understand the relationships of the resultant flora, reference was made to the Checklist of the Vascular Plants of the Continental Northwest Territories (Porsild and Cody 1968). This was followed by a study of the Yukon flora utilizing the distribution maps in Flora of Alaska and Neighboring Territories (Hultén 1968) as a basis.



FIGURES 1-4. Distribution maps : 1. *Typha latifolia*. 2. *Ranunculus pygmaeus*. 3. *Koenigia islandica*. 4. *Draba norvegica*.

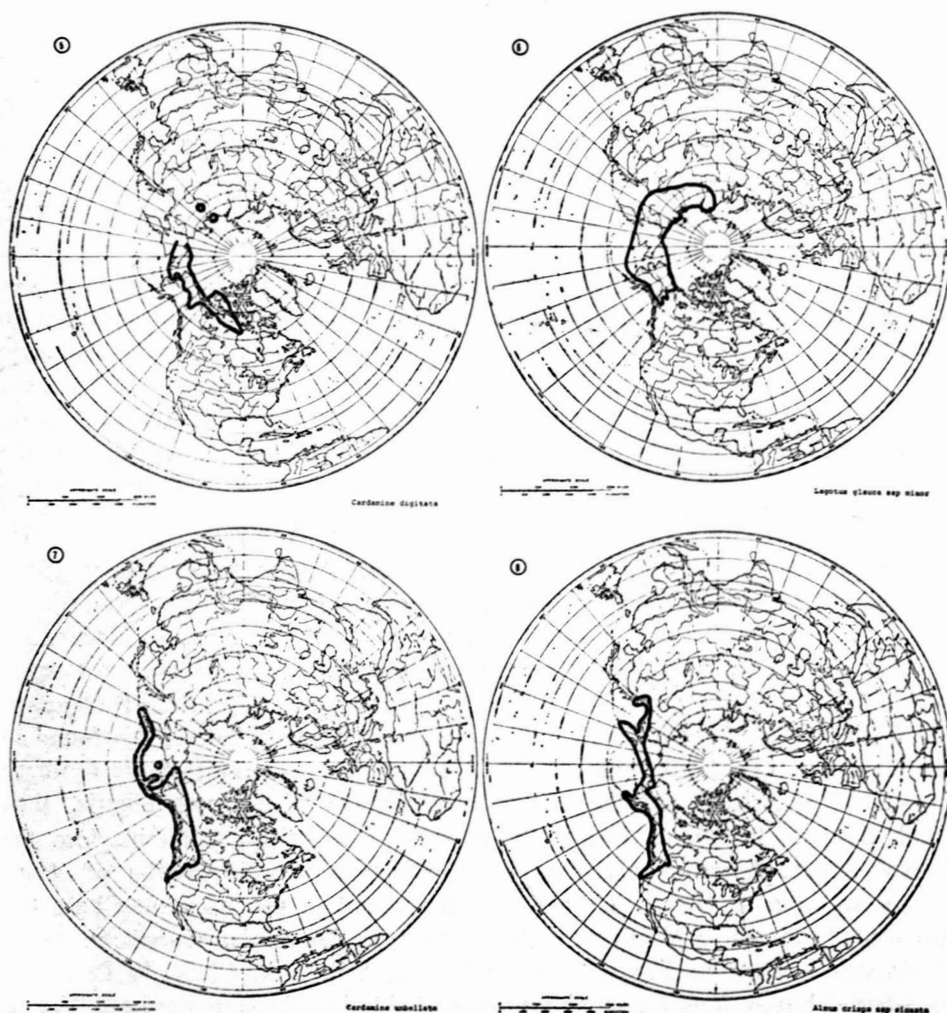
The Continental Northwest Territories

Of the flora of the Continental Northwest Territories numbering about 1135 taxa, almost 6.8% are introduced aliens or native Canadian species which have been transported north of their native range by man. Slightly less than 31% are circumpolar in range: these might be species such as *Typha latifolia* (Figure 1) which has an almost continuous distribution around the earth, high arctic circumpolar types, such as *Ranunculus pygmaeus* (Figure 2) which are again almost continuous range; or like *Koenigia islandica* (Figure 3) which has a very discontinuous range; or again, taxa which may be continuous in part of their range but disjunct elsewhere. About 2.2% are Amphi-Atlantic in distribution; *Draba norvegica* (Figure 4) is a good example of this pattern. Figure 4 is based on the map published by Hultén (1958) in his *Amphi-Atlantic Plants* but the range is extended westward from Southampton Island and the west coast of Hudson Bay to an un-named lake north of the east arm of Great Slave Lake (Mulligan and Cody 1968).

Plants which have an Amphi-Beringian distribution number over 15%. These present various pictures. *Cardamine digitata* (Figure 5) is strictly northern, but extends eastward to Hudson Bay. *Lagotis glauca* ssp. *minor* (Figure 6) is found further southward and thus ranges through much of Alaska but extends only into the western parts of the Yukon and in the north reaches the Richardson Mountains of Mackenzie District. *Cardamine umbellata* (Figure 7) is found in the Kamchatka Peninsula, through the Aleutian chain, in most of the southern two-thirds of Alaska and the Chukotka Peninsula of adjacent Siberia, then south through the Yukon and in the mountains of British Columbia into the United States. A variation on his latter picture is the distribution of *Alnus crispa* ssp. *sinuata* (Figure 8) which is not found in the Aleutian Chain but has roughly the same North American pattern as *Cardamine umbellata*. Again *Dodecatheon frigidum* (Figure 9) is restricted in Asia to the Chukotka Peninsula of Siberia, but is found throughout most of Alaska, through northern Yukon into the Richardson Mountains of Mackenzie District, and through southwestern Yukon into the mountains of British Columbia.

More or less broad-ranging North American species number slightly more than 27.6%. In this group are included such species as *Picea mariana* (Figure 10) which may be found in the boreal region from Newfoundland to British Columbia and Alaska, as well as the more restricted species like *Antennaria campestris* (Figure 11) which occupy our prairie region and extend northward into the southwestern part of the Mackenzie District.

Cordilleran species make up 6.2% of the flora. *Abies lasiocarpa* (Figure 12) is an example of a rather broad-ranging Cordilleran species while *Braya Henryae* (Figure 13) is an example of a species which is endemic to the northern part of the Cordillera. These western elements are treated in another part of this symposium.

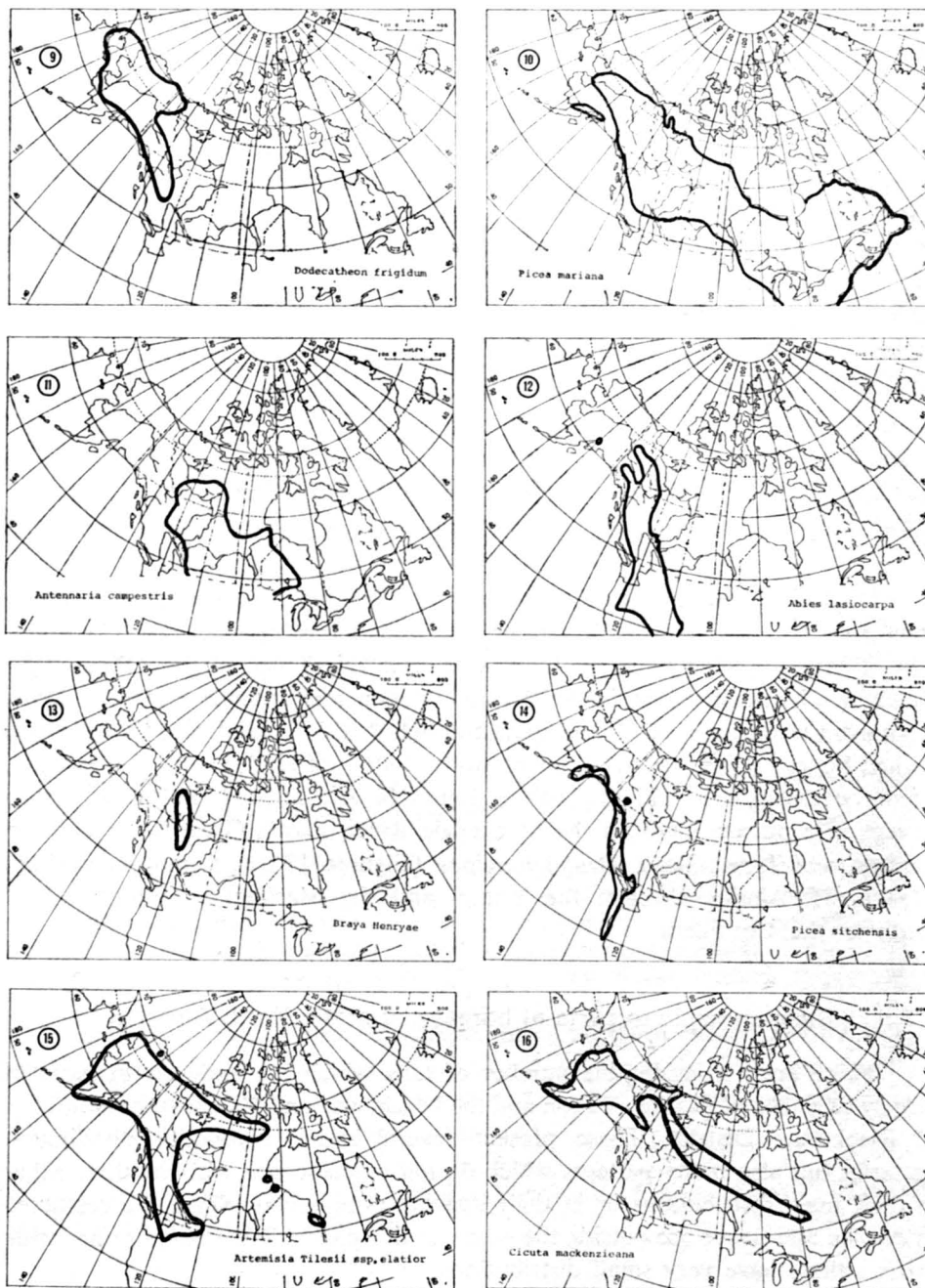


FIGURES 5-8. Distribution maps: 5. *Cardamine digitata*. 6. *Lagotis glauca* ssp. *minor*. 7. *Cardamine umbellata*. 8. *Alnus crispa* ssp. *sinuata*.

The remaining 11.2% are considered to be endemic to parts of boreal and arctic North America. These may be entirely within the Continental Northwest Territories, or extend into the region to a greater or lesser degree.

The Yukon Territory

In the Yukon, with a flora of some 1105 taxa, slightly more than 8.3% are alien introduced species or native species transported beyond their native ranges by man (as compared to 6.8% for the Continental Northwest Territories); 28.1% are circumpolar, strangely less than the 31% for the NWT, which probably indicates that considerably more collecting could still be done here.



FIGURES 9-16. Distribution maps : 9. *Dodecatheon frigidum*. 10. *Picea mariana*. 11. *Antennaria campestris*. 12. *Abies lasiocarpa*. 13. *Braya Henryae*. 14. *Picea sitchensis*. 15. *Artemisia Tilesii ssp. elatior*. 16. *Cicuta mackenziana*.

Amphi-Atlantic species drop to 5 or only slightly above 0.45%. Amphi-Beringian species, as can be expected, are considerably greater in number, slightly more than 22.6% as compared to 15%; and broad-ranging North American species are only 20.2% as compared to 27.6%.

Cordilleran species are 9.05% as compared to 6.2% and to this might be added another group of more or less coastal species which account for slightly less than 2.0%. *Picea sitchensis* (Figure 14) is one example of this latter type of distribution, but some other species in this group are coastal in the northern part of their range and extend into inland British Columbia southward. Taxa endemic to parts of boreal and arctic North America found in the Yukon amount to slightly more than 9.0%, thus less than 11.2% for the Continental Northwest Territories.

Elements radiating from the unglaciated northwestern North America

Unglaciated northwestern North America has been the source from which some species have migrated in various directions following glaciation. As examples of broad-ranging types we have *Artemisia Tilesii* ssp. *elatio*r (Figure 15) which has its main centre in Alaska and Yukon and extends eastward across the north to Coronation Gulf and south through British Columbia to the Northern United States; disjunct populations are to be found on Hudson and James Bays. *Cicuta mackenzieana* (Figure 16) is found in Alaska and Yukon and then sweeps in a narrow band up the Mackenzie River, across Great Slave Lake to Hudson and James Bays. *Draba longipes* (Figures 17) is found in northern Alaska, SE Alaska, through the Yukon and the Mackenzie Mountains and south in the Cordillera.

Taxa endemic to parts of boreal and arctic North America

There are a considerable number of taxa which are endemic to parts of largely unglaciated Alaska, Yukon and the Mackenzie and Richardson mountains of Mackenzie District. These present several rather distinctive distribution patterns, but also many patterns which do not coincide one with another, either in their main distributions or in their disjunct populations. Some are restricted to Alaska and hence are outside the scope of this paper. Some cover rather wide areas, others have very small distributions.

The following species are found in much of Alaska and extend across the Yukon into some parts of Mackenzie District, even if only in the Mackenzie or Richardson mountains:

Agropyron sericeum Hitchc.
Bromus Pumpellianus Scribn.
 var. *arcticus* (Shear) Porsild
Poa arctica R.Br.
 ssp. *longiculmis* Hultén
Carex microchaeta Holm
Carex petricosa Dewey
Salix longistylis Rydb.
Salix niphoclada Rydb. (Fig. 18)
Betula papyrifera Marsh.
 var. *nealaskana* (Sarg.) Raup
Polygonum alaskanum (Small) Wight

Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong.
 ssp. *interior* Hultén
Anemone narcissiflora L.
 ssp. *interior* Hultén
Papaver alaskanum Hultén
Papaver Keelei Porsild
Saxifraga reflexa Hook.
Dryas sylvatica (Hultén) Porsild
Astragalus linearis (Rydb.) Porsild
Lupinus arcticus S. Wats.
Oxytropis glutinosa Porsild
Artemisia alaskana Rydb.
Senecio lugens Richards.

The Brooks Range in northern Alaska has a number of taxa which extend into northern Yukon or into the Richardson Mountains of northwestern MacKenzie District. *Erigeron grandiflorus* Hook. ssp. *Muirii* (Gray) Hultén (Figure 19) is an example of one with a rather wide range from the Chukchi Sea to Herschel Island. *Smelowskia calycina* (Stephan) C.A. Mey. var. *media* Drury & Rollins is known from the eastern Brooks Range in Alaska and then in the Richardson Mountains. *Festuca ovina* L. ssp. *alaskana* Hultén has its main distribution in the Brooks Range to Richardson Mountains but the map in Hultén's new Flora of Alaska indicates a collection from the Alaska Range in Alaska as well; and *Ranunculus Turneri* Greene which is centered in northern Yukon and the Richardson Mountains is again according to Hultén found on St. Lawrence and St. Matthew islands in the Bering Sea region.

The Alaska Range in southern Alaska and adjacent southwestern Yukon has a number of taxa which are restricted to it:

Claytonia Bostockii Porsild
Claytonia Scammaniana Hultén
Stellaria alaskana Hultén
Astragalus adsurgens Pallas
 ssp. *viciifolius* (Hultén) Welsh

Lupinus Kuschei Eastwood
Oxytropis Huddelsonii Porsild (Fig. 20)
Castilleja villosissima Pennell
Artemisia rupestris L.
 ssp. *Woodii* Neilson

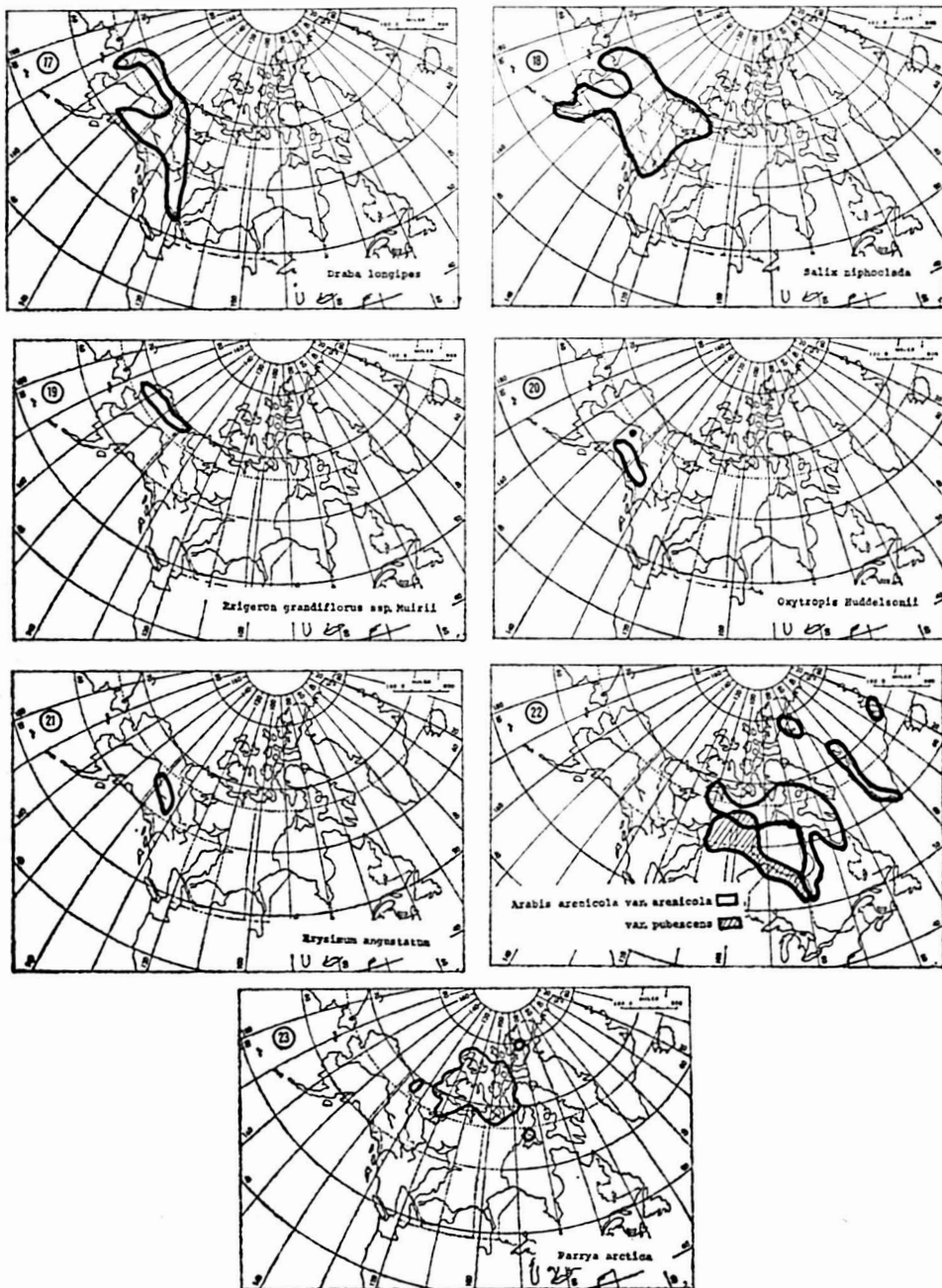
But note that *Oxytropis Huddelsonii* has a northern outlier. Porsild (1951) has also recorded a collection of *Claytonia Bostockii* by Taverner from the Hudson Bay Railway in northern Manitoba. The specimen is correctly determined but the locality must certainly be questioned.

A few species have an Alaska Range distribution but are found as well in the Aleutian Chain. Here are:

Aphragmus Eschscholzianus Andrz.
Androsace alaskana Cov. & Standl.

Antennaria pallida E. Nels.

The first of these is also known from the Seward Peninsula in western Alaska.



FIGURES 17-23. Distribution maps : 17. *Draba longipes*. 18. *Salix niphoclada*. 19. *Erigeron grandiflorus* ssp. *Muirii*. 20. *Oxytropis Huddelsonii*. 21. *Erysimum angustatum*. 22. *Arabis arenicola* var. *arenicola*, and var. *pubescens*. 23. *Parrya arctica*.

There are too, a group of taxa which are known in the Alaska Range and are disjunct to the Brooks Range:

Arctagrostis poaeoides Nash
Bromus Pumpellianus Scribn.
 var. *villosissimus* Hultén
Salix Setchelliana Hultén
Potentilla virgulata Nels.

Astragalus eucosmus Hornem.
 ssp. *Sealei* (Lepage) Hultén
Astragalus nutzotinensis Rousseau
Aster yukonis Cronquist

The distribution of both *Oxytropis Scammaniana* Hultén and *Erigeron purpuratus* Greene would have been thought until recently also to have fallen into this pattern, but recent collecting has added disjunct stations in the Mackenzie Mountains for both of these taxa.

Picea sitchensis (Figure 14) has a coastal distribution from near the base of the Aleutian Peninsula south into the United States and is also found in the southwestern corner of Yukon. There are several taxa which are found along the coast, some with more restricted distributions than *P. sitchensis* and some extending out into the Aleutian chain. Three endemics which have their main range at or near the coast but which are also found in southwestern Yukon are:

Salix stolonifera Cov.
Saxifraga punctata L.
 ssp. *pacifica* Hultén

Castilleja unalaschensis
 (Cham. & Schlecht.) Malte

There are a group of taxa which occupy ranges in the Yukon and some distance into Alaska, more or less north of the Alaska Range. Here are:

Carex brunnescens (Pers.) Poir.
 ssp. *alaskana* Kalela
Salix niphoclada Rydb.
 var. *Mexiae* (Ball) Hultén
Silene Menziesii Hook.
 ssp. *Williamsii* (Britt.) Hultén
Erysimum angustatum Rydb. (Fig. 21)
Parrya nudicaulis (L.) Regel
 ssp. *interior* Hultén

Astragalus Williamsii Rydb.
Podistera yukonensis
 Mathias & Constance
Douglasia Gormanii Constance
Phacelia mollis Macbr.
Castilleja yukonis Pennell

Arctagrostis latifolia (R.Br.) Griseb. ssp. *nahanniensis* Porsild and *Carex Soperi* Raup are known only from the Mackenzie Mountains. Indeed the latter is known only from the type locality at Brintnell Lake. It is, according to Raup, close to *C. festivella* Mack.

In the northeast there are a group of taxa which have their main range north and/or east of our area. Here belong:

Festuca prolifera (Piper) Fern.
 var. *lasiolepis* Fern.
Carex morrisseyi Porsild
Carex saxatilis L. var. *rhomalea* Fern.
Salix arctophila Cock.
Salix calcicola Fern.

Saxifraga Aizoon Jacq.
 var. *neogaea* Butters
Saxifraga caespitosa L.
 ssp. *exaratoides* (Simmons) Engl. &
 Irmsch.
Potentilla rubricaulis Lehm.

- | | |
|--|---|
| <i>Salix cordifolia</i> Pursh | <i>Potentilla Vahliana</i> Lehm. |
| var. <i>callicarpaea</i> (Trautv.) Fern. | <i>Oxytropis arctobia</i> Bunge |
| <i>Salix fullertonensis</i> Schneider | <i>Oxytropis Bellii</i> (Britt.) Palibine |
| <i>Arabis arenicola</i> (Richards.) Gelert | <i>Oxytropis hudsonica</i> (Greene) Fern. |
| var. <i>arenicola</i> (Fig. 22) | <i>Antennaria canescens</i> (Lge.) Malte |
| <i>Arabis arenicola</i> (Richards.) Gelert | <i>Taraxacum Malteanum</i> Dahlst. in Hagl. |
| var. <i>pubescens</i> (S. Wats.) Gelert | |
| (Fig. 22) | |

Two northeastern species which are known in our area from Central Keewatin District and then according to Porsild (1965) are disjunct to the Banff region of the Canadian Rocky Mountains are:

- | | |
|---|--|
| <i>Antennaria glabrata</i> (J. Vahl) Greene | <i>Antennaria ungavensis</i> (Fern.) Malte |
|---|--|

Species which center in the Arctic Islands, but extend southward into northern Keewatin and northern Mackenzie Districts are:

- | | |
|---|---|
| <i>Papaver cornwallisensis</i> D. Löve | <i>Astragalus Richardsonii</i> Sheld. |
| <i>Braya humilis</i> (C.A. Mey.) Robins. | <i>Oxytropis Maydelliana</i> Trautv. |
| ssp. <i>arctica</i> (C.A. Mey.) Schulz | ssp. <i>melanocephala</i> (Hook.) Porsild |
| <i>Draba groenlandica</i> El. Ekman | <i>Antennaria compacta</i> Malte |
| <i>Halimolobus mollis</i> (Hook.) Rollins | <i>Taraxacum arctogenum</i> Dahlst. |
| <i>Parrya arctica</i> R. Br. (Fig. 23) | <i>Taraxacum hyparcticum</i> Dahlst. |

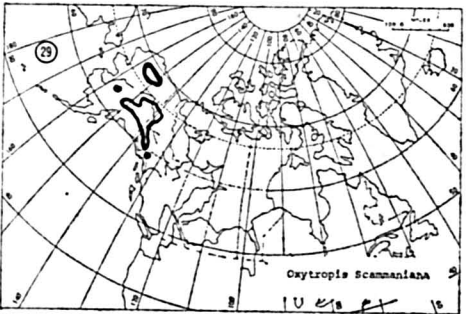
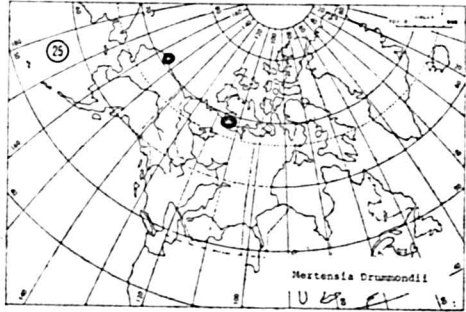
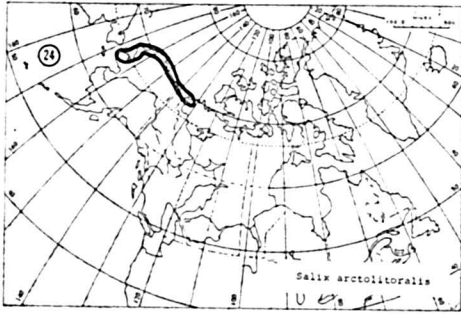
The area adjacent to the Arctic Coast between the Seward Peninsula of Western Alaska and Coronation Gulf, and even further east contains a number of taxa which have more or less restricted ranges within this area. Here are:

- | | |
|---|---|
| <i>Calamagrostis chordorrhiza</i> Porsild | <i>Gentiana Richardsonii</i> Porsild |
| <i>Poa ammophila</i> Porsild | <i>Mertensia Drummondii</i> (Lehm.) |
| <i>Puccinellia arctica</i> (Hook.) Fern. & Weath. | G. Don (Fig. 25) |
| <i>Puccinellia agrostoides</i> Th. Sor. | <i>Artemisia arctica</i> Less. |
| <i>Carex rariflora</i> (Wahlenb.) Sm. | ssp. <i>comata</i> (Rydb.) Hultén |
| var. <i>androgyna</i> Porsild | <i>Artemisia Richardsoniana</i> Besser |
| <i>Kobresia hyperborea</i> Porsild | <i>Aster pygmaeus</i> Lindl. |
| <i>Salix arctolitoralis</i> Hultén (Fig. 24) | <i>Petasites arcticus</i> Porsild (Fig. 26) |
| <i>Papaver Hultenii</i> Knaben | <i>Taraxacum hyperboreum</i> Dahlst. |
| <i>Potentilla pulchella</i> R. Br. | <i>Taraxacum integratum</i> Hagl. |
| var. <i>gracilicaulis</i> Porsild | |

The Mackenzie Basin between Great Slave Lake and the Arctic Coast has several taxa which are apparently unique to it:

- | | |
|--|--|
| <i>Arctagrostis arundinacea</i> (Trin.) Beal | <i>Gentiana Raupii</i> Porsild (Fig. 27) |
| var. <i>crassispica</i> Bowden | <i>Aster spathulatus</i> Lindl. |
| <i>Rorippa crystallina</i> Rollins | <i>Taraxacum carthamopsis</i> M.P. Porsild |

Included here is the Crucifer described by Rollins (1962) as *Rorippa crystallina*. This plant occupies an ecological niche similar to that of *Petasites sagittatus* (a meadow which is wet in the early part of the year but dries up later). It is quite common in several meadows or prairie-like patches northeast of Fort Providence but is unknown elsewhere. It is however not a *Rorippa*, but



FIGURES 24-31. Distribution maps : 24. *Salix arctolitoralis*. 25. *Mertensia Drummondii*. 26. *Petasites arcticus*. 27. *Gentiana Raupii*. 28. *Oxytropis sheldonensis*. 29. *Oxytropis Scammaniana*. 30. *Cardamine purpurea*. 31. *Senecio sheldonensis*.

more likely an *Armoracia*, but not *A. rusticana*, the Horseradish. To my eye it appeared to be introduced, perhaps by the Christian Brothers who used to haycrop these meadows, but we have as yet been unable to find any European or Russian plant with which it can be matched.

The Pre-Cambrian region of Mackenzie District yielded only one plant of restricted range:

Antennaria leontopodioides Cody

This is known only from the type locality at Indin Lake, between Great Bear and Great Slave Lakes. It appears to be amply distinct from other *Antennaria* species, and can readily be recognized by the thick lanate tomentum which covers both faces of the younger leaves.

There is a long list of taxa which are endemic to the largely unglaciated portions of the northwest, which have a part of their range in the Yukon and/or Continental Northwest Territories, but which do not as mentioned above present distribution patterns which are similar one to another, although quite naturally they do overlap. *Oxytropis Sheldonensis* Porsild (Figure 28) for example has a very restricted range on the Yukon-Mackenzie border. The range of *Oxytropis Scammaniana* (Figure 29) covers more than just the Alaska and Brooks Ranges and has an outlier in Northern British Columbia as well as another in western Alaska. *Lesquerella Calderi* Mulligan and Porsild is found in the Ogilvie Mountains of central Yukon and again in the Richardson Mountains of north-western Mackenzie District. The following fall in this category:

- | | |
|--|---|
| <i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R. Br. | <i>Douglasia arctica</i> Hook. |
| ssp. <i>sitchensis</i> (Rupr.) Hultén | <i>Primula tschuktschorum</i> Kjellm. |
| <i>Agropyron teslinense</i> Porsild & Senn | ssp. <i>Cairnesiana</i> Porsild |
| <i>Agropyron yukonense</i> Scribn. & Merr. | <i>Phlox Richardsonii</i> Hook. |
| <i>Poa Jordalii</i> Porsild | <i>Eritrichium splendens</i> Kearney |
| <i>Poa Porsildii</i> Gjaerevoll | <i>Mertensia paniculata</i> (Ait.) G. Don |
| <i>Puccinellia interior</i> Th. Sor. | var. <i>alaskana</i> (Britt.) L.O. Williams |
| <i>Papaver McConnellii</i> Hultén | <i>Euphrasia subarctica</i> Raup |
| <i>Braya glabella</i> Richards. | <i>Pentstemon Gormanii</i> Greene |
| <i>Braya Henryae</i> Raup | <i>Synthyris borealis</i> Pennell |
| <i>Braya Richardsonii</i> (Rydb.) Fern. | <i>Campanula aurita</i> Greene |
| <i>Cardamine purpurea</i> Cham. & | <i>Antennaria alborosea</i> Porsild |
| Schlecht. (Fig. 30) | <i>Antennaria crymophila</i> Porsild |
| <i>Draba exalata</i> El. Ekman | <i>Antennaria densifolia</i> Porsild |
| <i>Lesquerella Calderi</i> Mulligan & | <i>Antennaria elegans</i> Porsild |
| Porsild | <i>Antennaria incarnata</i> Porsild |
| <i>Smelowskia borealis</i> (Greene) | <i>Antennaria neoalaskana</i> Porsild |
| Drury & Rollins | <i>Antennaria philonipha</i> Porsild |
| <i>Smelowskia calycina</i> (Steph.) C.A. | <i>Antennaria stolonifera</i> Porsild |
| Mey. ssp. <i>integrifolia</i> (Seem.) Hultén | <i>Antennaria subcanescens</i> Ostenf. |
| <i>Thlaspi arcticum</i> Porsild | <i>Artemisia hyperborea</i> Rydb. |
| <i>Boykinia Richardsonii</i> (Hook.) Gray | <i>Erigeron hyperboreus</i> Greene |
| <i>Saxifraga punctata</i> L. | <i>Erigeron purpuratus</i> Greene |
| ssp. <i>Porsildiana</i> Calder & Savile | <i>Haplopappus MacLeanii</i> Brandegee |

Saxifraga spicata D. Don
Melandrium Ostenfeldii Porsild
Dryas alaskensis Porsild
Potentilla yukonensis Hultén
Rubus alaskensis Bailey
Astragalus Collieri (Rydb.) Porsild
Oxytropis hyperborea Porsild
Oxytropis Scammaniana Hultén
Oxytropis sheldonensis Porsild

Hieracium gracile Hook.
 var. *yukonense* Porsild
Saussurea angustifolia DC.
 var. *yukonensis* Porsild
Senecio hyperborealis Greenm.
Senecio sheldonensis Porsild (Fig. 31)
Senecio yukonensis Porsild
Taraxacum pellianum Porsild

Conclusion

It can be fairly stated that botanical studies in this large area under consideration are still only in their beginnings. Certainly floras, annotated lists and checklists have been written or are being written, but each new collecting expedition results in some added knowledge. Indeed, too, whole areas, particularly in the mountainous regions are nearly inaccessible, and have not even been visited by anyone more than casually interested in biology, to say nothing of a critical field botanist.

The detailed study of disjunct populations and the comparison of their biology to that of other populations has not been done. Chromosome studies of plants in the Yukon — Continental North West Territories have for the most part been haphazard, and no particular species or genera have been treated in detail. Dr. John Packer (1964) counted some chromosomes of plants found growing in the vicinity of Summit Lake in the Richardson Mountains and at Inuvik. Dr. Wray M. Bowden (1959, 1960a, 1960b) published a series of papers entitled 'Chromosome Numbers and Taxonomic Notes on Northern Grasses' based on seeds and living plants sent back to Ottawa by our northern field parties. G.A. Mulligan and A.E. Porsild (1969, 1970) have recently published two papers on chromosome numbers of plants collected by R.T. Porsild in the Ogilvie Mountains of central Yukon and G.A. Mulligan and W.J. Cody (1968a) published a few counts made on plants of the western Mackenzie Mountains.

Undoubtedly following critical study by monographers, some species which we now consider to be endemic to the Mackenzie — Yukon — Alaska region, will prove to be synonymous with earlier described plants of Siberia. Similarly however, more detailed studies will reveal species or races which are presently not separated from related taxa.

References

- BOWDEN, W. M., 1959. Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses. I. Tribe Triticeae. *Can. J. Bot.*, **37**: 1143-1151.
 BOWDEN, W. M., 1960a. Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses. II. Tribe Festuceae. *Can. J. Bot.*, **38**: 117-131.

- BOWDEN, W. M., 1960b. Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses. III. Twenty-five genera. *Can. J. Bot.*, **38**: 541-557.
- HULTÉN, E., 1958. The Amphi-Atlantic Plants. K. *Svenska VetenskAkad. Handl.*, Ser. 4, **7** (1): 1-340.
- HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and Neighboring Territories: A Manual of the Vascular Plants. Stanford University Press.
- MULLIGAN, G. A. and W. J. CODY, 1968. *Draba norvegica*, disjunct to the Mackenzie District, Northwest Territories, Canada. *Can. J. Bot.*, **46** (10): 1334-1335.
- MULLIGAN, G. A. and W. J. CODY, 1968a. In IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **17**: 286.
- MULLIGAN, G. A. and A. E. PORSILD, 1969. Chromosome numbers of some plants from the unglaciated Central Yukon plateau, Canada. *Can. J. Bot.*, **47**: 655-662.
- MULLIGAN, G. A. and A. E. PORSILD, 1970. In IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **19**: 111-112.
- PACKER, J. G., 1964. Chromosome numbers and taxonomic notes on western Canadian and Arctic plants. *Can. J. Bot.*, **42**: 473-494.
- PORSILD, A. E., 1951. Botany of southeastern Yukon adjacent to the Canol Road. *Bull. Nat. Mus. Can.*, **121**: 1-400.
- PORSILD, A. E., 1964. Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. *Bull. Nat. Mus. Can.*, no 146, 218 pp. illustr.
- PORSILD, A. E., 1965. The genus *Antennaria* in eastern arctic and subarctic America. *Bot. Tidskr.*, **61**: 22-55.
- PORSILD, A. E., and W. J. CODY, 1968. Checklist of Vascular Plants of Continental Northwest Territories, Canada. Plant Research Institute, Canada Dept. of Agriculture. 102 pp. offset.
- PREST, V. K., 1969. Retreat of Wisconsin and Recent Ice in North America. Geological Survey of Canada, Dept. of Energy, Mines and Resources, Map 1257-A.
- RAUP, H. N., 1947. The botany of Southwestern Mackenzie. *Sargentia*, **6**: 1-275.
- ROLLINS, R. C., 1962. A new Crucifer from the Great Slave Lake area of Canada. *Rhodora*, **64**: 324-327.

ENDEMISM IN THE FLORA OF THE CANADIAN HIGH ARCTIC ¹

GUY R. BRASSARD ²

Department of Biology, University of Ottawa, Ottawa

Résumé

C'est seulement depuis 1940 qu'on connaît assez bien la distribution des plantes vasculaires dans le Haut-Arctique canadien, mais il est peu probable que de nouvelles découvertes changent de façon significative nos perspectives sur l'endémisme dans la région.

Il y a très peu de plantes endémiques au Haut-Arctique canadien. En élargissant le concept d'endémisme, 21 taxons de plantes vasculaires peuvent être considérés comme endémiques à la région. De plus, 21 autres plantes amphi-atlantiques ou circompolaires sont, en Amérique, endémiques au Haut-Arctique.

Très peu de Bryophytes sont endémiques au Haut-Arctique nord-américain, mais 15% des Bryophytes de la région ont une distribution circompolaire restreinte au Haut-Arctique; cet élément contient surtout des taxons bien différenciés, ce qui suggère leur ancienneté plutôt que leur évolution récente. Par contre, plusieurs des plantes vasculaires endémiques aux mêmes régions ont peut-être évolué durant ou depuis les glaciations pléistocènes.

Abstract

The distributions of vascular plants in the Canadian High Arctic have been well documented only in the past three decades, but our present knowledge about endemism in the region is unlikely to be significantly altered by new discoveries. There are, strictly speaking, practically no plants endemic to the Canadian High Arctic, but by broadening our concept of endemism 21 taxa can be considered endemic to the region. Many of these plants are in very plastic genera. In addition, 21 other amphi-atlantic or circumpolar plants are, in North America, endemic to the High Arctic.

Although extremely few bryophytes are endemic to the High Nearctic, 15% of the region's bryophytes are high arctic (but circumpolar) species; this element comprises largely very well differentiated taxa, suggesting old age rather than recent evolution. In contrast, several vascular plants endemic to the same region may have evolved during or since the Pleistocene Glaciations.

¹ A paper presented to the symposium "Endemism in the vascular flora of Canada" at the annual meeting of the Canadian Botanical Association, Université Laval, Québec, 10 June 1970.

² Present address: Department of Biology, Memorial University, St. John's, Newfoundland.

Introduction

The first major work on the flora of the Canadian High Arctic appeared in 1823, when Robert Brown published his "Chloris Melvilliana" or flora of Melville Island, a work which included descriptions of several new genera and species of vascular plants and mosses. Some, *Ranunculus sabinei* R. Br. for instance, are still more or less endemic to the Canadian High Arctic and northern Greenland, but most of those species first described from Melville Island have a wider amphi-atlantic or circumpolar range, for example *Dupontia fisheri* R.Br. and *Pleuropogon sabinei* R.Br.

One has to wait fifty-seven years for the next major work on the Canadian high arctic flora. Hart, botanist with the British Polar Expedition of 1875-76, published (Hart 1880) an extremely detailed account of the flora and vegetation of the High Eastern Arctic in general and of Ellesmere Island in particular. Hart was really the first botanist to discuss phytogeography and endemism in these areas, and he presented data showing that parts of the Canadian High Arctic had a surprisingly more diverse flora than nearby parts of West Greenland.

Twenty-six years after Hart's contribution, and following four years of intensive field studies with the Second Norwegian Arctic Expedition in the "Fram", Herman Georg Simmons, the man who must be considered the Father of Canadian Arctic Botany, published a work entitled "The Vascular Plants in the Flora of Ellesmereland" (Simmons 1906). This was a comprehensive monograph for which Simmons received his Ph.D., thereby becoming the first student to obtain his doctorate on Canadian arctic botany.

Simmons soon broadened his outlook, and in 1913 he published his monumental and definitive study entitled "A Survey of the Phytogeography of the Arctic American Archipelago". Here Simmons discussed endemism and glacial refugia at some length. One of his statements is worth citing here: "A very important point in the composition of the flora of the Archipelago. . . lies in the absence of even a single peculiar type or endemic species."

The above work is the last of the early "classic" botanical studies in the Canadian High Arctic.

Recent advances

In order to study endemism one must know as completely as possible the distributions of the plants involved. It is only relatively recently that many parts of the Canadian High Arctic have been botanized. In the last three decades two names stand out above all others: A. Erling Porsild and Nicholas Polunin.

In 1940 Polunin began "The Botany of the Canadian Eastern Arctic". a detailed list of specimens and distributions, but lacking any phytogeographical analysis. This work, while fulfilling its purpose, was hardly the kind to foster large-scale interest in the botany of the Canadian High Arctic.

In 1955 Porsild published "The Vascular Plants of the Western Canadian Arctic Archipelago", in some ways the counterpart to Polunin's study on the eastern islands, but in addition containing an extensive up-to-date treatment of phytogeography in the entire arctic archipelago, with complete lists of "Arctic Archipelago Endemics", "Western Arctic Endemics" and "Eastern Arctic Endemics".

Two years later, in 1957, Porsild's "Illustrated Flora of the Canadian Arctic Archipelago" was published, and for the first time we had a work treating the flora of the entire Canadian High Arctic. Porsild's flora had simple, easy-to-use keys, illustrations, and most important for the phytogeographer, distribution maps of all species; it thus became indispensable to anyone working with or interested in the plants of Arctic Canada. In 1964 a revised second edition primarily brought the distribution maps up to date.

Other botanists who have recently discussed one or more aspects of endemism in the Canadian High Arctic are, to mention only a few, Beschel (1969), Löve (1962) and Savile (1961, 1964). For the past six years I have been studying the mosses and vascular plants of the Queen Elizabeth Islands and of northern Ellesmere Island in particular, and I have had to come to grips with the concept of endemism for my studies on taxonomy and phytogeography. Although this symposium deals with vascular plants, I shall occasionally mention mosses because of their importance in the high arctic flora.

It is interesting to compare the 1913 comment by Simmons citing the lack of endemics in the arctic archipelago with the following one by Porsild (1955) some forty years later: "The writer finds that the several endemic elements in the flora of the Archipelago are surprisingly large, comprising in the aggregate no less than 62 species, or 19 per cent of the flora."

The main explanation for this is that almost all of Porsild's arctic archipelago endemics also occur in northern Greenland. Simmons was using endemism in the strictest sense. But at these high latitudes extremely few plants are restricted to any one country or region, and one must therefore look at endemism in a broader sense.

Discussion

In general I consider the Canadian High Arctic as comprising only the Queen Elizabeth Islands. I shall here use the 70° latitude as an approximate southern limit of the High Arctic for the sake of completeness because extremely few species are found only in the Queen Elizabeth Islands and corresponding parts of Greenland north of 75° N.

There are only two vascular plants restricted to the Canadian Arctic above 70° N. These are *Puccinellia poacea* Th.Sør., a diploid species (Mosquin and

Hayley 1966) known only from Ellesmere and Axel Heiberg Islands, and *P. bruggemanni* Th.Sør., which, however, extends slightly south of the 70° limit on Victoria and King William Islands. A third grass, *Poa nascopeiana* Polunin, is known only from Baffin Island, and I include it here even though its range is hardly high arctic.

By including northern Greenland, and not worrying too much about the 70° latitude the number of endemic taxa is increased to ten, with the addition of the following: *Braya thorild-wulffii* Ostenf., *Cerastium alpinum* L. var. *arcticum* (= *C. arcticum* Lange), *Draba oblongata* R.Br., *Melandrium triflorum* (R.Br.) J. Vahl, *Taraxacum hyparcticum* Dahlst., *T. pumilum* Dahlst., and the eastern populations of *Braya humilis* (C.A.Mey.) Robins. ssp. *arctica* (Böcher) Rollins.

Four additional vascular plants endemic to North America reach as far south as northern Hudson Bay and southern Greenland: *Deschampsia pumila* (Trin.) Ostf., the eastern populations of *Halimolobos mollis* (Hook.) Rollins, *Poa arctica* R.Br. var. *vivipara* Hook., and *Potentilla vahliana* Lehm.

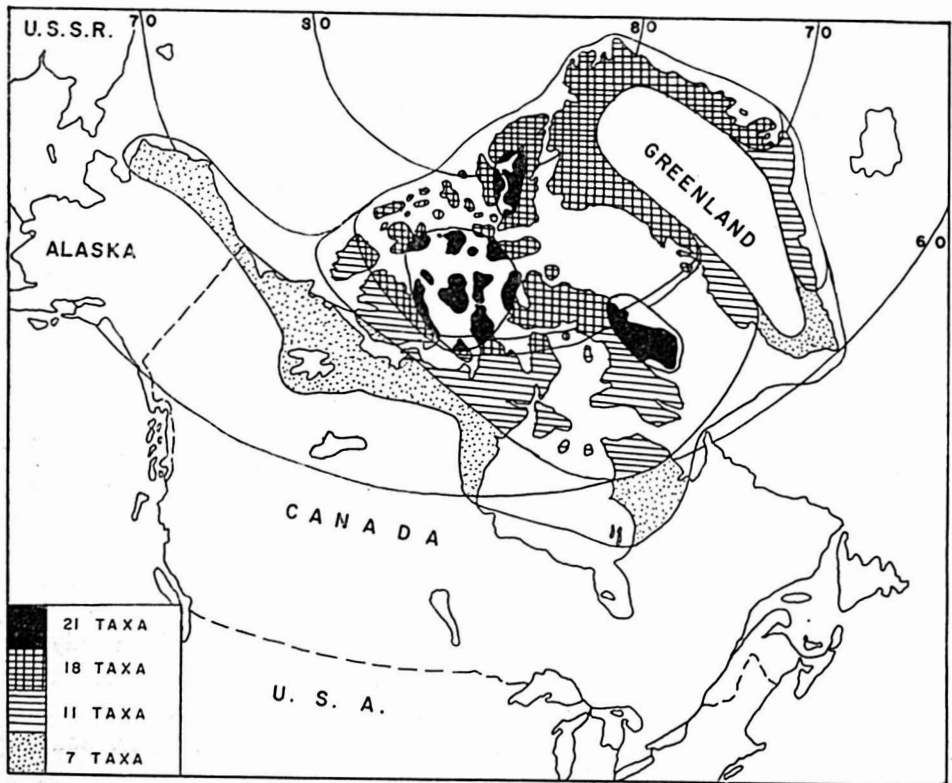


FIGURE 1. The equiformal progressive areas of 21 vascular plants endemic to the North American High Arctic.

And, finally, an additional seven taxa reach southernmost Greenland, the lower parts of Hudson Bay, the northern part of the continental Northwest Territories, and the north slope of Alaska: *Draba bellii* Holm, *D. groenlandica* El. Ekman³, *Papaver radicum* Rottb. s. str., *Potentilla rubricaulis* Lehm., *Puccinellia andersonii* Swallen, *Ranunculus sabinei* R.Br., and *Taraxacum phymatocarpum* Dahlst.

The equiformal progressive areas of these endemic high arctic plants are shown in Figure 1.

I must emphasize again that I am here considering only the *high arctic* endemics, and have excluded from the treatment all low arctic endemics (which comprise most of the "Eastern Arctic Endemics" of Porsild (1955)) as well as all taxa primarily endemic to the Western Arctic. A recently described species, *Chrysosplenium rosendahlia* Packer, has been considered a high arctic endemic (Packer 1963), but only three of its fifteen known localities are north of 70° N (and none above 73° N) and I am thus excluding it from consideration here.

We thus arrive at a total of 21 taxa of vascular plants which can be considered endemic to the Canadian High Arctic. This may seem small, but there are other plants with amphi-atlantic or circumpolar distributions, but which are nevertheless endemic to the High Arctic. These I think must be mentioned here, even if they have a wide occurrence outside the Canadian High Arctic.

There are eleven taxa of amphi-atlantic plants that are restricted to the High Arctic, and whose North American ranges do not extend far below 70° N. These are: *Cerastium regelii* Osft., *Colpodium vahlium* (Liebm.) Nevski, *Deschampsia brevifolia* R.Br., *Draba subcapitata* Simm., *Eriophorum triste* (Th. Fries) Hadač & Á. Löve, *Festuca hyperborea* Holmen, *Pleuropogon sabinei* R.Br., *Poa abbreviata* R.Br., *P. hartzii* Gand., *Saxifraga flagellaris* Willd. ssp. *platysepala* (Trautv.) Porsild, and *Taraxacum arcticum* (Trautv.) Dahlst. One of the most noteworthy of these is *Festuca hyperborea*, only very recently described from northern Greenland (Holmen 1952) but also known from Spitzbergen and recently found in the Canadian High Arctic, on Axel Heiberg and Ellesmere Islands (Brassard and Beschel 1968, Brassard and Longton 1970).

Among the circumpolar flowering plants occurring in Arctic Canada, the following nine are endemic to the High Arctic: *Braya purpurascens* (R.Br.) Bge., *Carex ursina* Dewey, *Dupontia fisheri* R.Br. ssp. *fisheri*, *Eutrema edwardsii* R.Br., *Hierochloa pauciflora* R.Br., *Lesquerella arctica* (Wormskj.) S. Wats. var. *arctica*, *Luzula nivalis* (Laest.) Beurl., *Ranunculus nivalis* L., and *Saxifraga foliolosa* R.Br.

³ Since shown by Mulligan (1971) to be restricted in Canada to the Arctic Archipelago.

In addition one must include *Pedicularis sudetica* Willd. ssp. *albolabiata* Hult. a recently described taxon with a high arctic range extending from the Yenisei valley across Beringia to the Canadian High Arctic (Hultén 1961).

By including these one doubles the number of vascular plant taxa which can in a broad sense be considered endemic to the Canadian High Arctic. This total (42 taxa) forms a substantial part of the total vascular flora, about 20%.

There is also a well-documented element of high arctic bryophytes (Steere 1953, 1965) which comprises about 15% of the total arctic bryophyte flora. Most of the species belonging to this element are circumpolar, and the few which are not will undoubtedly be found to be circumpolar in the future. Very few are known only from the North American High Arctic: *Fissidens arcticus* Bryhn, *Funaria polaris* Bryhn, *Oligotrichum falcatum* Steere, *Pterigoneurum arcticum* Steere, *Tritomaria heterophylla* Schuster, and a possibly undescribed species of *Grimmia*.

Most of these high arctic mosses and liverworts have a more or less continuous distribution in the American High Arctic, ranging from the north coast of Alaska to northeast Greenland. Of particular interest to phytogeography are those species that in North America have two centres of distribution, one in Arctic Alaska, the other in Ellesmere Island, but with a gap in the intermediate regions of the High Arctic, e.g. *Fissidens arcticus* Bryhn, *Philocrya aspera* I. Hag. & C. Jens. ex C. Jens. and *Seligeria polaris* Berggr. These, and other mosses and flowering plants with a similar type of discontinuous high arctic distribution strongly suggest that these taxa survived at least the Wisconsin Glaciation in refugia centred on northern Ellesmere Island and in Arctic Alaska.

From the standpoint of endemism it is also significant that several mosses belonging to this high arctic circumpolar element are "old" taxa, which have either no close living relatives, or ones that occur only in distant parts of the world. Several are monotypic genera (*Bryobrittonia*, *Haplodon*, *Oreas*, *Philocrya*), well-defined subgenera or isolated genera (*Mielichhoferia* subgen. *Acropus*, endemic to North America, *Seligeria* subgen. *Blindiadelphus*, *Psilopilum*, *Voitia*), or very distinct species, for example *Aulacomnium acuminatum* (Lindb. & H. Arnell) Paris, *Cinclidium latifolium* Lindb., *Polytrichum hyperboreum* R.Br., and *Tortella arctica* (H. Arnell) Crundw. & Nyholm.

It is interesting to note that, while the endemic high arctic vascular plants are largely species in plastic or rapidly evolving genera (e.g. *Draba*, *Puccinellia*, *Taraxacum*), the bryophytes endemic to the same region are in large part genera or species which probably evolved long before the Pleistocene epoch, and are very stable taxa when compared with the corresponding flowering plant endemics.

Conclusions

Thus, the flora of the Canadian High Arctic is richer in endemic taxa than appears at first glance. Between ten and twenty percent of the vascular and bryophytic floras are in a broad sense endemic to the region.

Because the total flora is relatively small, and reasonably well known, there are probably very few, if any, undiscovered endemic taxa of vascular plants and mosses, and new discoveries are unlikely to alter significantly our present-day views on endemism in the Canadian High Arctic.

I have not considered here in any detail the related topic of disjunctions, which in the High Arctic is an equally significant aspect of phytogeography as endemism. In the future a symposium of this type dealing with disjunctions, would, I believe, provide a valuable complement to the present symposium.

Acknowledgements

I wish to thank Dr. T. Mosquin and Dr. D. B. O. Savile for helpful discussions during the preparation of this paper.

References

- BESCHEL, R. E., 1969. Floristic relations of the Nearctic Islands. *Bot. Zh.*, **54**: 872-891. In Russian, English summary.
- BRASSARD, G. R. and R. E. BESCHEL, 1968. The vascular flora of Tanquary Fiord, northern Ellesmere Island, N.W.T. *Can. Fld Nat.*, **82**: 103-113.
- BRASSARD, G. R. and R. E. LONGTON, 1970. The flora and vegetation of Van Hauen Pass, northwestern Ellesmere Island. *Can. Fld Nat.*, **84**: In press.
- BROWN, R., 1823. *Chloris Melvilliana*. A List of Plants Collected in Melville Island, (Latitude 74°-75° N., Longitude 110°-112° W.), in the Year 1820; by the Officers of the Voyage of Discovery under the Orders of Captain Parry. London. Preprinted from Suppl. Append. Capt. Parry's Voyage.
- HART, H. C., 1880. On the botany of the British Polar Expedition of 1875-76. *J. Bot.*, **18** (new series 9): 52-56, 70-79, 111-115, 141-145, 177-182, 204-208, 235-242, 303-306.
- HOLMEN, K., 1952. Cytological studies in the flora of Peary Land, North Greenland. *Meddr Grønland*, **128**: 40 p.
- HULTÉN, E., 1961. Two *Pedicularis* species from NW. America, *P. albertae* n. sp. and *P. sudetica* sens. lat. *Svensk bot. Tidskr.*, **55**: 192-204, 1 plate.
- LÖVE, DORIS, 1962. Plants and Pleistocene. In *Problems of the Pleistocene and Arctic*, **2**: 17-39 (Publ. McGill Univ. Museums, Montreal).
- MOSQUIN, T. and D. E. HAYLEY, 1966. Chromosome numbers and taxonomy of some Canadian arctic plants. *Can. J. Bot.*, **44**: 1209-1218.
- MULLIGAN, G. A., 1971. Cytotaxonomic studies of the closely allied *Draba cana*, *D. cinerea*, and *D. groenlandica* in Canada and Alaska. *Can. J. Bot.*, **49**: 89-93.

- PACKER, J. G., 1963. The taxonomy of some North American species of *Chrysosplenium* L., section *Alternifolia* Franchet. *Can. J. Bot.*, **41**: 85-103.
- POLUNIN, N., 1940. Botany of the Canadian Eastern Arctic. Part I. Pteridophyta and Spermatophyta. *Bull. natn. Mus. Can.*, **92**: 408 p. + map.
- PORSILD, A. E., 1955. The vascular plants of the Western Canadian Arctic Archipelago. *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 135, 226 p.
- PORSILD, A. E., 1957. Illustrated Flora of the Canadian Arctic Archipelago. *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 146, 209 p.
- PORSILD, A. E., 1964. *Ibid.* 2nd edition, 218 p.
- SAVILE, D. B. O., 1961. The botany of the northwestern Queen Elizabeth Islands. *Can. J. Bot.*, **39**: 909-942.
- SAVILE, D. B. O., 1964. General ecology and vascular plants of the Hazen Camp area. *Arctic*, **17**: 237-258.
- SIMMONS, H. G., 1906. The vascular plants in the flora of Ellesmereland. *Rept. 2nd Norweg. Exped. in the « Fram » 1898-1902*, **1(2)**: 197 p., 10 plates.
- SIMMONS, H. G., 1913. A survey of the phytogeography of the Arctic American Archipelago with some notes about its exploration. *Lunds Univ. Arsskr. N. F. Afd. 2*, **9(19)**: 183 p.
- STEERE, W. C., 1953. On the geographical distribution of arctic bryophytes. *Stanford Univ. Publs, Biological Sciences*, **11**: 30-47.
- STEERE, W. C., 1965. The boreal bryophyte flora as affected by Quaternary glaciation. *In: The Quaternary of the United States*. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J., 485-495.

ENDEMISM IN THE VASCULAR PLANTS OF THE GULF OF ST. LAWRENCE REGION ^{1, 2}

PIERRE MORISSET,

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

Résumé

L'auteur présente quelques-uns des problèmes que soulève la présence de plusieurs taxons endémiques autour du golfe Saint-Laurent. Plusieurs espèces à aire disjointe et apparentées à des espèces de l'Ouest américain se retrouvent dans cette région ; cette flore spéciale est discutée en rapport avec sa survivance durant la dernière glaciation et avec sa localisation dans des habitats ouverts de façon permanente. Les mécanismes par lesquels des taxons endémiques peuvent se différencier dans ces habitats sont très peu connus. L'auteur insiste sur la nécessité d'études expérimentales de ces endémiques.

Abstract

Some of the problems raised by the presence of many endemic taxa around the Gulf of St. Lawrence are reviewed. The occurrence of a disjunct flora of western affinity is briefly discussed with respect to both its survival during the last glaciation and its present localisation in permanently open habitats. Mechanism of differentiation of endemics in these habitats are considered to be very poorly known, and the need for experimental studies of these endemics is stressed.

Introduction

The problem of endemism in the vascular plants around the Gulf of St. Lawrence dates from the botanical explorations and taxonomic works by Fernald and Marie-Victorin in the first quarter of this century (Fernald, 1925, 1926; Marie-Victorin, 1929, 1938; Marie-Victorin et Rolland-Germain, 1969). These authors and their collaborators discovered in the Gaspé Peninsula, in Newfoundland, in the Mingan Islands, on Anticosti Island, and in a few other localities, disjunct populations of many western or arctic species. They considered many of these populations to be distinct enough from their

¹ A paper presented to the symposium "Endemism in the vascular flora of Canada" at the annual meeting of the Canadian Botanical Association, Université Laval, Québec, 10 June 1970.

² Contribution no. 10 du département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec 10.

closest relatives to be described as new taxa. A number of very localised species and varieties thus became known as endemic to the Gulf of St. Lawrence or part of it.

As is usually the case, different authors have held different opinions regarding the taxonomic status of these endemics, either maintaining them as distinct or including them within the taxa to which they are related. For instance, *Gentiana gaspensis* described by Marie-Victorin (1932) as a local endemic from the mouth of Bonaventure River in the Gaspé Peninsula was maintained as a distinct species by Fernald (1950) and Scoggan (1950), but is included within *Gentianella crinita* (Froel.) G. Don ssp. *macounii* (Th. Holm) J. M. Gillett by Gillett (1957). *Draba luteola* Greene var. *minganensis*, described by Marie-Victorin in 1928, was raised to the specific level by Fernald (1934, 1950) but is included by Boivin (1966) within *D. aurea* M. Vahl. Often such changes reflected authors' opinions and concepts much more than new data. This is not unexpected but does not modify the basic problem to be solved: why are some plant populations around the Gulf of St. Lawrence peculiar enough — in distribution and in morphology — to have been considered as endemics? Possible answers to this question can be looked for without having to review the taxonomic fate of every endemic taxon described by Fernald, Marie-Victorin and others. In this paper no judgment will, therefore, be made pertaining to the problems of deciding whether a given population is just an outlier or a disjunct, or if it is a "true" endemic.

The Gulf endemics and the problems they raise

If we consider the fluctuating state of their taxonomy, the number of taxa endemic to the region of the Gulf of St. Lawrence or to part of it cannot be very precisely ascertained. Fernald (1925) recognized 81 species endemic to the Gulf of St. Lawrence, i.e. "species which are restricted to the regions about the Gulf or which, abounding there, have extended their ranges only a few hundred miles to the north, west or south" (p. 292). These endemics, together with about 320 "western species centering on the Gulf of St. Lawrence", are listed in his Table IV (p. 275-286).

More recently Scoggan (1950) has recognised in the Gaspé Peninsula flora 39 endemic species (3.9% of the flora) and a number of endemic varieties. Some of these taxa are endemic to the Gulf, occurring in the Gaspé Peninsula as well as in Newfoundland, sometimes in the Mingan Islands and/or in Anticosti Island as well. To this group belong

- Arenaria marcescens* Fern.
- Erysimum coarctatum* Fern.
- Antennaria vexillifera* Fern.
- Arnica chionopappa* Fern.

Others are endemic to the Gaspé Peninsula, for instance *Rosa Williamsii* Fern. And many are extremely localised :

Salix chlorolepis Fern.
Fragaria multicipita Fern.
Oxytropis gaspensis Fern. & Kelsey
Astragalus scrupulicola Fern. & Weath.
Solidago chlorolepis Fern.

Local endemics occur also in other places around the Gulf, for instance *Myriophyllum magdalenense* Fern. in the Magdalen Islands, *Solidago anticostensis* Fern. and *Aster anticostensis* Fern. on Anticosti Island, and *Cirsium minganense* Vict. in the Mingan Islands.

This list is far from being exhaustive, but it does emphasize two interesting points : the fact that Fernald described almost all the region's endemics, and among the latter the abundance of very localised ones.

Most of these taxa are related to species with a western, Cordilleran distribution (Scoggan, 1950). In eastern Canada they form small populations restricted to one or a few localities. In 1969, for instance, the total observed population of *Cirsium minganense* was composed of 47 individuals — 20 flowering ones and 27 first-year rosettes — on three of the Mingan islands; again, the Ile Nue population of *Draba minganensis* totalled about 30 individuals on exposed limestone gravel (Morisset, unpubl.). Scoggan (1950), Rune (1954) and others have pointed out that the Gaspé disjuncts and endemics are found in three main types of habitats : sea cliffs, river gravels, and mountain summits. These habitats have one character in common, namely they harbour an open and pioneer vegetation. Furthermore, all rare plants localities are on basic substrata ; Scoggan's (1950) determinations show that they are relatively high in available calcium and have a pH varying between 7.1 and 8.0.

Summing up, most of the Gulf endemics are 1) small populations ; 2) restricted to one or very few localities ; 3) found in open habitats with a basic reaction ; and 4) related to Cordilleran species. These four points are important if we are to understand the causes and nature of endemism around the Gulf of St. Lawrence.

However, another important phenomenon is the disjunction in range that isolates the Gulf populations from their closest relatives. For some populations the distribution gap even amounts to 2000 miles, e. g. for those of *Cirsium minganense* (Marie-Victorin, 1925). Of course, such disjunction is also met with in the numerous Cordilleran and arctic-alpine species that have, around the Gulf of St. Lawrence, disjunct populations that are not considered as endemics, for instance *Dryas Drummondii* Richards., *Plantago eriopoda* Torr., *Senecio residifolius* Less., etc. For the Gaspé Peninsula Scoggan (1950) lists 133 species with an Arctic affinity and 62 which are "Disjunct American", these two groups making up 19.5% of the Gaspé flora. These figures can

bring up three further questions. Firstly, why are so many disjuncts found in Eastern Canada? Secondly, why have some of these disjuncts (grossly 20%) been considered as endemics and not the others? And thirdly, why have the western species produced more endemics about the Gulf of St. Lawrence than have the arctic species?

Possible answers to all these questions will now be briefly considered. It should perhaps be stressed at this point that among the processes occurring in allopatric speciation (see Mayr, 1963), we find all the phenomena to be discussed here: geographical isolation, habitat specialization, population size, breeding system, etc. As far as the Gulf endemics are concerned, we must seek reasons for the geographical isolation and for the subsequent genetic differentiation. Finally, we must evaluate this differentiation and decide whether it is worth a taxonomic recognition or not.

The origins of the disjunction

Unless long-distance dispersal is invoked, which seems most improbable, the Gulf disjuncts must be relicts (Fernald, 1925). In other words, they were once more widespread and their distribution has been reduced to the present one. There are two facets to this problem: we must know how these plants, especially the western ones, came to occupy two isolated areas in the west and in the east; and secondly why they disappeared in intervening areas but survived in the east.

The first aspect, namely how and when these species with a discontinuous distribution reached their present extreme localities, is still a quite unsolved problem. Two hypotheses have been proposed by Marie-Victorin (1938): the "rainbow" explanation and the "sidewalk" explanation. The "rainbow" explanation states that the so-called Cordilleran relicts in northeastern America are arcto-tertiary units that have migrated from their high-arctic place of origin along the two main paths offered to them on either side of Hudson Bay and that have later become extinct in the Arctic regions (see Marie-Victorin, 1938, figure 60). The "sidewalk" explanation states that they migrated during the last glaciation along "the dry unforested belt that must have existed along a receding ice-front, as a kind of side-walk extending from the Rockies to the Gulf of St. Lawrence . . ." (p. 254). This second explanation seems favoured by Stebbins and Major (1965) as best accounting for the disjunct Cordilleran-Gaspé species. However, I very much doubt that our knowledge of the movements of floras since the Pliocene is sufficient to prove or disprove any such hypothesis. Did *Cirsium scariosum* Nutt. *s. lat.* ever occur between the Rockies and the Gulf of St. Lawrence, or must we favour the "rainbow" hypothesis? In the lack of adequate fossil data there is not much we can admit for certain in this respect. It can be pointed out though that palynological studies have shown that a more or less extensive tundra-like vegetation succeeded the retreat

of the ice, probably throughout North America. This tundra belt was rather more extensive and persisted for a longer time in the northeast (Davis, 1967) than further west where the late-glacial continental climate allowed forest growth very close to the retreating ice (see for instance West, 1961). The latter situation would certainly interfere with the west-east migration of species of open habitats. However, the critical data which we need concern the full-glacial conditions and vegetation south of the ice front. These data are still much too few and their interpretation questionable (Whitehead, 1965).

The second geographical aspect, namely survival in northeastern America, has been widely discussed and is still controversial. In his classical 1925 paper Fernald suggested that this special flora is now found at or close to the precise spots where it has survived the Wisconsin glaciation. This so-called *nunatak theory* has gradually been abandoned as further geological work revealed around the Gulf of St. Lawrence a more extensive glaciation than presumed in 1925 (Flint, Demorest & Washburn, 1942; Alcock, 1944), and as botanical data accumulated that could not be reconciled with Fernald's theory (Marie-Victorin, 1938). At any rate, this theory cannot easily explain the survival of the many delicate plants that are part of the Cordilleran group in the Gulf (Wynne-Edwards, 1937). Furthermore, species such as *Dryas drummondii* that are found today in Gaspé and Anticosti at low altitudes on river gravels cannot have survived in these localities which were both overrun by the ice and by the subsequent marine invasion (Marie-Victorin, 1938). More recently, Ives (1963) has suggested that parts of the Torngat Mountains in Northern Labrador as well as parts of the Shickshock Mountains may have remained ice-free at the maximum of the Last Glaciation; this conclusion was partly based on the occurrence at high altitudes of mature mountain-top detritus that would take a longer time to develop than has been available since the end of the Last Glaciation. However, as Hoppe (1963) and Ives himself have pointed out, it is very difficult to determine the age of mountain-top detritus because of the many variables affecting its formation. It is not the place here to review all pertinent evidence but from the present knowledge of glaciation in the Gulf of St. Lawrence we can conclude that there are definitive signs of glaciation in all parts of the Gulf including the highest summits of the Shickshocks (Alcock, 1944); that there may very well have remained some high-altitude ridges partly ice-free at the maximum of the Wisconsin glaciation, although this is not *proven*; and that those possible mountain nunataks might have served as refugia for some of the hardest plants but are not sufficient to explain the survival of most of the disjunct elements in eastern Canada.

However, these plants had to survive somewhere. It seems more and more certain that, in Ives' (1963) words, "appreciable areas of the continental shelf may have been dry land and thus have provided ample habitats for the survival of a wide range of flora and fauna" (p. 352). Indeed, the climatic conditions in such coastal refugia must have been oceanic and relatively mild since,

according to Liljequist (1956), a warm sea current went up along the atlantic north american coast during the last glaciation. Moreover, Lindroth (1970) has studied such a coastal refugium south of Vatnajökull in Iceland and has found its flora and fauna to be rich and to have a subarctic, rather than arctic, character. The probability that large coastal refugia existed in northeastern America during the last glaciation cannot be avoided, and it would certainly account for the persistence around the Gulf of St. Lawrence of most of the disjunct populations that are found there today.

If we now turn to the precise localities where we find today most of these disjuncts and endemics, it is evident, as Wynne-Edwards (1937) forcefully stressed, that these localities all present special ecological conditions that make them very suitable to calcicolous (or serpenticolous) plants of open habitats, as are most western and many arctic plants found around the Gulf. Wynne-Edwards went on arguing that these localities could therefore be relicts from late-glacial times. As ice retreated and left bare vast stretches of land, this land was colonized by a pioneer vegetation which was later eliminated by the forest except in these places where the habitat could remain permanently open. Habitats where we find today an assemblage of rare plants are precisely such open habitats, namely sea cliffs and talus slopes, river gravels, and mountain tops and ridges. This hypothesis states that rare plants in the east were not reduced to their present localities by the ice but by the post-glacial forest (Wynne-Edwards, 1937, 1939).

Such an explanation accounts for the discontinuous distribution of rare species in the British Isles, and has been fully substantiated there by much palynological and macrofossil data (Pigott and Walters, 1954 ; Godwin, 1956). These data have revealed the widespread occurrence in late-glacial times of species that are today very rare in the British Isles and localised there in permanently open habitats. It is very likely that a similar explanation applies equally on this side of the Atlantic, although we unfortunately do not have yet sufficient data on precise species to substantiate it reasonably well. It must be mentioned, however, that Argus and Davis (1962) have found in a late-glacial deposit at Cambridge, Mass., macrofossils of such arctic-alpine species as *Salix herbacea* L., *Dryas integrifolia* Vahl. and *Vaccinium uliginosum* L. This indicates that a tundra-like vegetation existed there at that time (11,000-13,000 years ago), that these species were available to colonize from the south the land abandoned by the ice, and that at their present locations in northeastern America such species must represent relict vegetation from the Late-Glacial. Palynological studies have also revealed the existence of a late-glacial open vegetation of a tundra nature in Eastern Canada (Livingstone and Livingstone, 1958 ; Davis, 1967).

Coming back to the problem of endemism, the geographical isolation of many populations and their patchy distribution among some few localities

around the Gulf of St. Lawrence is a situation that can accelerate the genetic differentiation of these populations, thereby producing incipient endemics. The geographical isolation itself is a produce of pleistocene glacial events as well as of post-glacial ecological conditions. Both classes of factors have been important in determining the present distribution of rare disjunct populations around the Gulf, but it is difficult to evaluate their respective roles.

The differentiation of endemic taxa

Whereas problems related to the isolation of arctic-alpine and western floras in northeastern America have been widely discussed, the related phenomenon of endemism has been much less studied beyond the initial stage of description. It is only in some rare cases that we have experimental data which can help explaining the nature of endemic taxa. For instance, species of *Antennaria* endemic to the Gulf are apomictic (Stebbins, 1942); in small isolated populations, this condition would promote the fixation of morphological differences between populations. *Streptopus oreopolus* Fern. has been shown by Löve and Harries (1963) to be a sterile triploid hybrid ($2n = 24$) between the diploid *S. roseus* Michx. ($2n = 16$) and the tetraploid *S. amplexifolius* (L.) DC. ($2n = 32$).

On the whole, however, we know next to nothing about the cytology, the variability, the breeding system, and the ecology of so-called Gulf endemics. Pending deeper studies, we can speculate on various conditions that could have brought about the differentiation of such endemics. It is well known that small populations can adapt closely to a precise habitat (Ford, 1964) and can therefore diverge genetically from larger related populations. Random genetic drift could also cause such divergence, although that is very difficult to demonstrate in nature. One of these processes or both might have been operative in the origin of the many described Gulf endemics that have small population size. Self-fertilisation will also favour rapid genetical divergence. The "senescence" advocated by Fernald (1922) to explain the small population size and lack of aggressiveness of many localised Gulf endemics could have been caused by selection in small populations for a precise habitat. Fernald's concept has been shown to be untenable (Stebbins, 1942), but might not the apparent "senescence" be due to small population size rather than the other way around as postulated by Fernald. This is what likely occurred in *Cirsium minganense* (see below). Such selection for a locally optimal but narrow habitat would tend to produce "genetically depleted" populations *sensu* Stebbins (1942; see Mosquin, 1971). A problem relevant to Stebbins' concept and for which we have no data is the following one: are the relatively few biotypes presumably making up the narrowly restricted populations and endemics "genetically depleted" because they are homozygous as suggested by Stebbins (1942, p. 248), or because the breeding system inhibits recombination and the release of variability, or because ecological conditions are such that recombinants find no suitable

habitats? In other words, is the "genetic depletion" inherent to the population or temporarily forced upon it by the local ecological conditions? We badly need precise data to evaluate the respective role of these two processes in the origin of restricted endemism. Both must have been operative, and the second one almost certainly for *Cirsium minganense* (see below).

It is evident that experiments designed to test the validity of these various suggestions will be time-consuming. Meanwhile, careful field observations can teach us a great deal about the nature of localised endemics. Let me illustrate this point with one example, that of *Cirsium minganense*. The problem created by the presence of this thistle (related to the western *C. scariosum* Nutt.) on the Mingan Islands is so disturbing that some authors went so far as to suggest that it was introduced by chance, about 50 years ago, all the way from Alberta or Montana, and that it has since died out (Lemieux, 1964; Moore and Frankton, 1967). As I mentioned earlier, it was still there in 1969. The fact that Lemieux (1964) could not find it might be due to the very narrow habitat of this plant. It is found in protected coves, never on exposed beaches (Marie-Victorin, 1925); it grows well in the upper part of the *Elymus* belt but seems unable to invade the spruce forest or the willow thicket that comes down to the beach in protected coves. It is thus a plant of open but protected habitat; the only habitat of this kind in the Mingan Islands is found in the less exposed and upper parts of the strand, and *C. minganense* is forced to grow there without being an halotype. The only three specimens that were seen on Grande Ile à Marteau (Sea Cow Isl.) in 1969 were growing just at the edge of the forest at about one foot from the beach, whose entire *Elymus* belt had been destroyed and removed by a storm, probably the previous fall. *C. minganense* is thus tightly cornered between the shore and the forest. It cannot establish itself permanently throughout the *Elymus* belt because, being a non-rhizomatous biennial, it will be repeatedly eliminated from the beach by successive storms and exceptionally high tides. Even if it may have sufficient potential genetic variability to grow happily beyond its present habitat, a kind of catastrophic selection on a local scale will always corner it between the shore and the forest. Gull Island, the only island where a relatively large population (43 individuals) was found in 1969 is a low, small, unforested island, and *C. minganense* was growing there well above the *Elymus* belt, protected by tall Umbellifers, and above the reach of the highest possible tides. On the whole, however, it is certainly in danger of extinction.

Finally, is *C. minganense* a "good" endemic? Moore and Frankton (1967) believe it to be morphologically within the range of variation of *C. scariosum*, a very variable and poorly understood group of populations distributed in Idaho and neighbouring areas. It also has the same chromosome number of $2n = 34$ as *C. scariosum* but it is self-fertile (Morisset, unpubl.) whereas *C. scariosum* is self-sterile (Moore and Frankton, 1967). *C. minganense* occupies a very precise habitat in a peculiar region. It shows an important

difference from *C. scariosum* in its breeding system. And it is morphologically uniform. These ecological, genetic and geographic characters are certainly as important biologically as morphological distinctness and I think that they should be recognized taxonomically. Zoologists are quite willing to recognize sibling species (Mayr, 1963), and I do not see why botanists should refrain from doing so if they have sufficient data.

Conclusion

It is not possible in such a short paper to review and comment all that has been written on endemism in northeastern America. What I have tried to do is to define and clarify the various problems that relate directly or indirectly to an eventual understanding of the causes and nature of endemism around the Gulf of St. Lawrence.

These problems must find their solution in two widely different fields, the study of pleistocene changes in vegetation and the processes controlling genetic changes in populations. I think that the problem of endemism is primarily a problem in biogeography and population genetics rather than a taxonomic problem. That is why I have refrained from discussing the taxonomy of these special populations. Many of them have never been seen again since they were first discovered, and it is useless to argue about their nature with the help of nothing but a few herbarium specimens. It is essential that some precise work should first be done on the genetical and ecological aspects that control the processes of differentiation and habitat restriction in these populations. That is where the basic problem stands, and all further discussions about taxonomic status without more biosystematic data are bound to be sterile.

References

- ALCOCK, F. J., 1944. Further information on glaciation in Gaspé. *Trans. R. Soc. Can.*, III, 38 (Sect. IV): 15-21.
- ABGUS, G. W., and M. B. DAVIS, 1962. Macrofossils from a late-glacial deposit at Cambridge, Massachusetts. *Am. Midl. Nat.*, 67(1): 106-117.
- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. III. *Naturaliste can.*, 93: 583-646.
- DAVIS, M. B., 1967. Late-glacial climate in Northern United States: a comparison of New England and the Great Lakes Region. In: E. J. Cushing and H. E. Wright, Jr. (Eds). *Quaternary Paleocology*. Yale University Press, New Haven. p. 11-43.
- FORD, E. B., 1964. *Ecological Genetics*. New York, John Wiley & Sons Inc.
- FERNALD, M. L., 1925. Persistence of plants in unglaciated areas of Boreal America. *Mem. Am. Acad. Arts Sci.*, 15(3): 237-342.
- FERNALD, M. L., 1934. *Draba* in Temperate Northeastern America. *Rhodora*, 36: 285-305.
- FERNALD, M. L., 1936. Two summers of botanizing in Newfoundland. III. Noteworthy Vascular Plants Collected in Newfoundland, 1924 and 1925. *Rhodora*, 28.
- FERNALD, M. L., 1950. *Gray's Manual of Botany*, 8th ed. New York, American Book Company.

- FLINT, R. F., M. DEMOREST and A. L. WASHBURN, 1942. Glaciation of Shickshock Mountains, Gaspé Peninsula. *Bull. geol. Soc. Am.*, **53**: 1211-1230.
- GILLET, J. M., 1957. A revision of the North American species of *Gentianella* Moench. *Ann. Mo. bot. Gdn*, **44**(3): 195-269.
- GODWIN, H., 1956. The History of the British Flora. Cambridge University Press, Cambridge.
- HOPPE, G., 1963. Some comments on the "ice-free refugia" of northwestern Scandinavia. In: A. Löve and D. Löve (Eds.). North Atlantic Biota and their History. New York, Pergamon Press. p. 321-335.
- IVES, J. D., 1963. Field problems in determining the maximum extent of Pleistocene glaciation along the eastern Canadian seaboard — A geographer's point of view. In: A. Löve and D. Löve (Eds.). North Atlantic Biota and their History. New York, Pergamon Press. p. 337-354.
- LEMIEUX, G., 1964. Rapport annuel sur l'état de l'herbier (1962). Faculté d'Arpentage et de Génie forestier, Université Laval, Québec. Miméographié.
- LILJEQUIST, G. H., 1956. Meteorologiska synpunkter på ustidsproblemet. *Ymer*, **76**: 59-74. (Not seen, quoted by Hoppe, 1963).
- LINDROTH, C. H., 1970. The survival of animals and plants in ice-free refugia during Pleistocene glaciations. *Endeavour*, **29**: 129-134.
- LIVINGSTONE, D. A. and B. G. R. LIVINGSTONE, 1958. Late-glacial and postglacial vegetation from Gillis Lake, Richmond County, Nova Scotia. *Am. J. Sci.*, **256**: 341-359.
- LÖVE, D. and H. HARRIES, 1963. *Streptopus oreopolis* Fern., a hybrid taxon. *Rhodora*, **65**: 310-317.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1925. Sur quelques Composées nouvelles, rares ou critiques du Québec oriental. *Trans. R. Soc. Can.*, III, **19**: (Sect. I): 79-96.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1928. Deux épibiotés remarquables de la Minganie. *Trans. R. Soc. Can.*, III, **22** (sect. V): 163-176.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1929. Le dynamisme dans la Flore du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **13**: 1-89.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1932. Quelques plantes nouvelles ou reliquales du bassin de la Baie des Chaleurs. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **20**: 1-22.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1938. Phytogeographical problems in Eastern Canada. *Amer. Midl. Nat.*, **19**: 489-558.
- MARIE-VICTORIN, Fr. et Fr. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal.
- MAYR, E., 1963. Animal Species and Evolution. Cambridge, Mass., Belknap Press of Harvard University Press.
- MOORE, R. J. and C. FRANKTON, 1967. Cytotaxonomy of foliose thistles (*Cirsium* spp. aff. *C. foliosum*) of Western North America. *Can. J. Bot.*, **45**: 1733-1749.
- MOSQUIN, T., 1971. Evolutionary aspects of endemism. *Naturaliste can.*, **98**: 121-130.
- PIGOTT, C. D. and S. M. WALTERS, 1954. On the interpretation of the discontinuous distributions shown by certain British species of open habitats. *J. Ecol.*, **42**: 95-116.
- RUNE, O., 1954. Notes on the Flora of the Gaspé Peninsula. *Svensk bot. Tidskr.*, **48**(1): 117-136.
- SCOGGAN, H. J., 1950. The Flora of Bic and the Gaspé Peninsula. *Bull. natn. Mus. Can.*, **115**: 1-399.
- STEBBINS, G. L., 1942. The genetic approach to problems of rare and endemic species. *Madrono*, **6**: 241-258.

- STEBBINS, G. L. and J. MAJOR, 1965. Endemism and speciation in the California Flora. *Ecol. Monogr.*, **35**: 1-35.
- WEST, R. G., 1961. Late- and postglacial vegetational history in Wisconsin, particularly changes associated with the Valdres readvance. *Am. J. Sci.*, **259**: 766-783.
- WHITEHEAD, D. R., 1965. Palynology and Pleistocene geography of unglaciated Eastern North America. In: H. E. Wright, Jr. and D. G. Frey (Eds.). *The Quaternary of the United States*. Princeton University Press. p. 417-432.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1937. Isolated arctic-alpine floras in Eastern North America : a discussion of their glacial and recent history. *Trans. R. Soc. Can.*, III, **31** (Sect. V): 33-58.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1939. Some factors in the isolation of rare alpine plants. *Trans. R. Soc. Can.*, III, **33** (Sect. V): 35-42.

UTILITÉ DE DONNÉES TÉRATOLOGIQUES EN MORPHOLOGIE FLORALE ¹

JOACHIM VIETH

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal

Résumé

Le présent travail vise à souligner le rôle important que les échantillons atypiques peuvent jouer en morphologie interprétative. À l'aide de traitements appropriés, par des agents chimiques ou physiques, il devient possible d'induire expérimentalement certains types de morphose qui, en raison d'une régularité assez remarquable dans leur organisation, semblent manifester des potentialités normalement cachées. L'étude méthodique d'un assez grand nombre de formes intermédiaires d'une déformation donnée permet d'établir des homologies raisonnables. L'auteur montre l'intérêt de la tératologie expérimentale en se servant comme exemple des Dipsacacées, où plusieurs questions relatives à l'organisation de l'inflorescence, de la fleur et de l'involucelle sont restées longtemps en litige.

Abstract

The present paper emphasizes the role of teratological forms in interpretative morphology. With the proper use of physical or chemical treatments, it is possible to induce experimentally some types of deformation. These, on account of their regular organization, seem to reveal normally hidden potentialities. The methodical study of a sufficient number of intermediate anomalous forms allows us to establish possible homologies. The interest of experimental teratology is shown by using the *Dipsacaceae* as an example, where the organization of the inflorescence, of the flower and of the involucl (epicalyx) has long been questioned.

Introduction

Traduit littéralement le terme « téralogie » signifie : science des prodiges. La plupart des lexicographes parlent de science des anomalies et science des monstres. Or l'étude approfondie de monstruosité pourrait paraître inutile et même insensée, car — par définition — de tels spécimens représentent des conformations contre nature, apparemment anarchiques. Ainsi il ne faut pas s'étonner si, durant quelque temps, la tératologie fut la discipline la plus discutée et la plus critiquée en morphologie végétale.

¹ Texte d'un exposé donné lors du symposium « Morphogenèse et évolution de la fleur » (Congrès de l'Association botanique du Canada, tenu en juin 1970 à l'Université Laval, Québec).

Quelques critiques formulées par les morphologistes hostiles à la tératologie sont sans doute fondées. Mais est-ce une raison suffisante pour condamner toute étude tératologique? — Il existe quand même un grand nombre de cas où la véritable nature de certains organes a été reconnue seulement grâce à des exemplaires plus ou moins déformés. Dans d'autres cas, la distinction entre formes normales et anormales devient très difficile, et parfois tout à fait arbitraire. Prenons, à titre d'exemple, les inflorescences partielles des Chèvrefeuilles (*Lonicera*). Dans la plupart des espèces, les fleurs sont jumelées, c'est-à-dire disposées en inflorescences partielles biflores; chez quelques unes, il y a généralement des inflorescences partielles uniflores, mais souvent on y trouve un nombre considérable de formes biflores. Laquelle des deux modalités doit être considérée comme normale? La même question se pose parfois pour certaines formes biflores à ovaire normalement complexe commun aux deux fleurs où, au moins certaines années, on rencontre une grande quantité d'échantillons à ovaires plus ou moins séparés. En considérant ces échantillons de façon conventionnelle ou statique, ils représenteraient incontestablement des anomalies; vus sous un angle dynamique, par contre, ils pourraient difficilement être qualifiés d'anormaux².

En raison de l'impossibilité de délimiter parfaitement les formes normales et anormales, il me paraît inadmissible de rejeter en bloc toute la tératologie comme une discipline fantaisiste. Pourvu que les faits d'observation soient employés avec un esprit bien critique, au moins les échantillons faiblement modifiés devraient révéler des renseignements précieux.

Faute de matériel d'étude en quantité suffisante, l'examen méthodique de telles formes n'était guère réalisable autrefois. Il fallait introduire une expérimentation appropriée, afin d'obtenir des formes aberrantes en nombre assez important pour permettre des études comparées. Les premiers résultats encourageants ont été fournis par Peyritsch (1888), qui pratiqua une tératogenèse par l'intermédiaire d'insectes. Toutefois l'induction artificielle de déformations n'a pris un grand développement qu'à partir de la découverte du 2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) et de ses effets remarquables. L'intérêt général attribué à ces recherches s'est encore accru avec l'utilisation d'autres substances actives, altérant également les processus de croissance et de différenciation. De nombreux travaux publiés au sujet des effets morphorégulateurs de différentes substances ont montré que ces dernières sont capables de provoquer des modifications plus ou moins caractéristiques; plusieurs de ces modifications peuvent être induites également par l'influence de certains facteurs physiques, ainsi que par celle d'organismes pathogènes. Ces altérations reproductibles expérimentalement semblent déjà confirmer une prédiction de Goebel (1906)³, selon laquelle les anomalies se révéleront plus tard comme étant conformes aux lois

² Rappelons que, jusqu'à l'heure actuelle, on n'a pas réussi à établir des définitions précises et universellement acceptées pour certains termes couramment employés tels que : anomalie, déformation, malformation et monstruosité.

³ Il est à rappeler en passant que, à l'origine, Goebel était très hostile à la tératologie.

de la morphogénèse. Vu leur régularité et leur reproductibilité, de telles morphoses ne devraient pas être désignées comme anomalies dans le sens de modification anarchiques, mais plutôt dans le sens de déviations du développement habituel (Kiermayer, 1961).

Dans le cadre de cet exposé je ne peux pas résumer les principaux travaux publiés sur les morphoses induites expérimentalement. D'ailleurs, il existe de très bonnes mises au point à ce sujet, par exemple celles de Heslop-Harrison (1952), Bloch (1954), Meyer (1966), et Wardlaw (1968).

Dans beaucoup d'articles, on s'attaque au déterminisme des déformations ou alors à l'étude des divers facteurs externes et internes contrôlant les processus de différenciation. C'est ce côté qui est traité plus particulièrement dans les « *Flower Abnormalities* » de Meyer (1966), où l'auteur tient compte de 200 titres dont presque la moitié est postérieure à 1930; dans la discussion, on constate cependant que les renseignements acquis sont bien fragmentaires, clairs et parfois contradictoires.

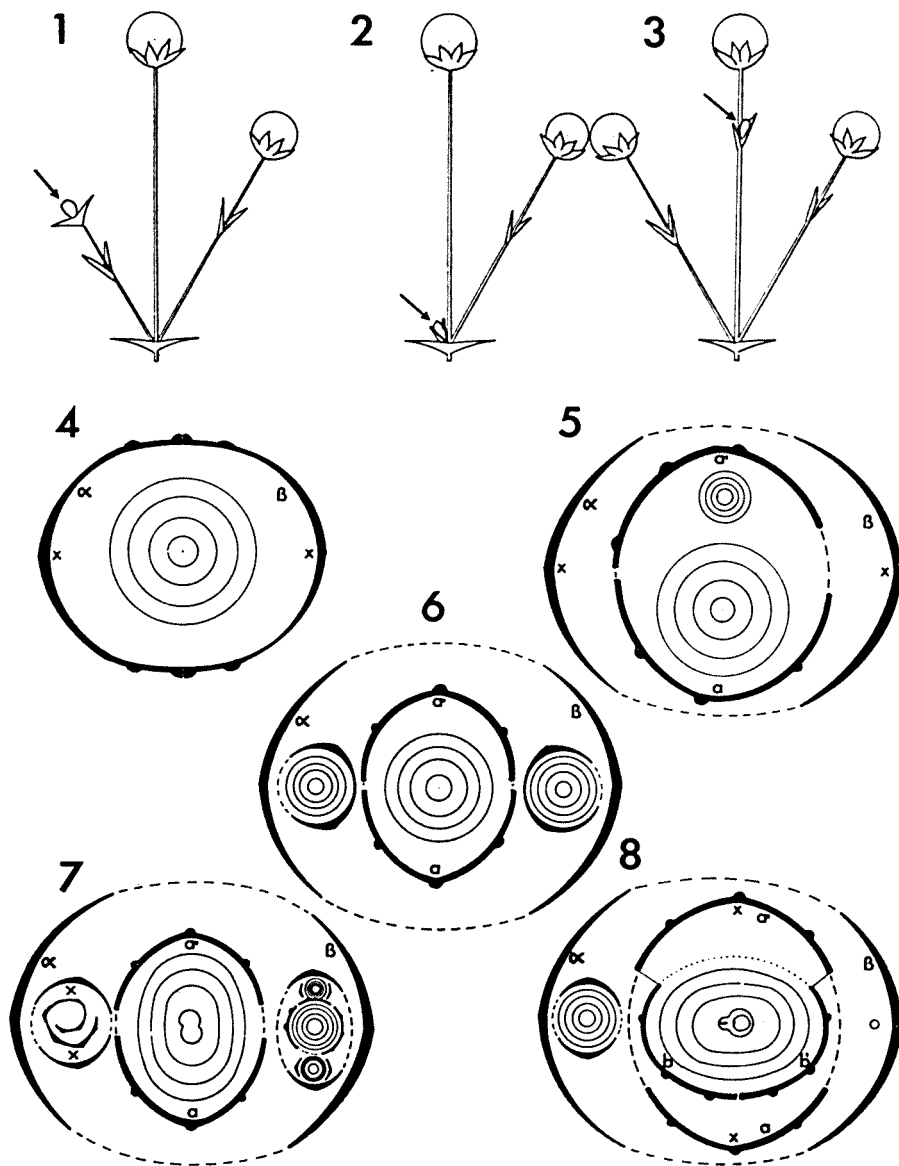
D'autres auteurs ont étudié plutôt le côté morphologique des déformations obtenues expérimentalement. Ici il faut nommer surtout plusieurs chercheurs en France: Astié (1956, 1957, 1960, 1962), Debraux et Astié (1958, 1959), Debraux et Gavaudan (1954, 1956, 1957), Dupuy (1963), Fromantin (1956), Gavaudan et Debraux (1955), Grossin (1956, 1960). Ces travaux montrent que, contrairement à ce que Meeuse a exprimé en 1966, les formes atypiques peuvent jouer un rôle important en morphologie interprétative.

Au lieu de présenter ici un aperçu des publications indiquées ci-dessus — aperçu qui serait sans doute plus ou moins indigeste à cause d'une trop grande hétérogénéité — je préfère décrire sommairement quelques-unes de mes propres observations et conclusions concernant la fleur des Dipsacacées (Vieth, 1965) ⁴.

Dans cette famille, les deux principales controverses concernent d'une part la valeur morphologique de la fleur et d'autre part la composition de l'enveloppe supplémentaire hypogyne, le calicule ou l'involucelle. Au sujet de l'enveloppe problématique, apparemment tétramère, cinq hypothèses ont cours (Eichler, 1875; Penzig, 1884; Celakovsky, 1893; Doll, 1927; Alvarado, 1928). L'accord général n'est cependant pas encore établi; dans un manuel relativement récent on trouve par exemple la description suivante: « *fleurs à préfeuilles rarement développées, à calicule [involucelle] [préfeuilles?]* » (Emberger, 1951). Pour la compréhension des explications données plus loin, il faut mentionner encore que, dans le travail de Doll, les *heruntergerutschte Einzelblüten* ou « fleurs isolées descendues » (figure 3), c'est à dire des fleurs éloignées de leur capitule, ont joué un rôle très important. D'après Doll, ces formations sont entourées d'un involucelle et précédées d'une paire de préfeuilles; ces dernières ne peu-

⁴ Cette partie condensée d'une thèse de doctorat n'a pas été publiée antérieurement dans une revue scientifique.

vent donc pas entrer dans la composition de l'involucelle. En ce qui concerne la valeur morphologique de la fleur des Dipsacacées, Goebel (1933) s'est prononcé pour une inflorescence partielle uniflore; celle-ci résulterait simplement de l'avortement des autres fleurs d'un ensemble pluriflore à l'origine. D'après une hypo-



Figures 1 à 8 — Inflorescences pauciflores de quelques Dipsacacées: Fig. 1 à 3: schémas montrant trois modalités dans la disposition des prétendues fleurs solitaires (voir flèches). Fig. 4 à 8: diagrammes de quelques-uns des échantillons étudiés. Seules les pièces extraflorales sont figurées en détail.

thèse plus récente il n'y aurait pas seulement l'avortement en jeu lors de l'appauvrissement, mais aussi la fusion intime de fleurs (Vieth, 1958). Cette conclusion se base essentiellement sur l'étude de formes aberrantes « naturelles ».

Inflorescences pauciflores induites expérimentalement sur des Dipsacacées

Afin d'augmenter artificiellement le taux des déformations habituelles, j'ai entrepris une sorte de tératologie expérimentale à l'aide de quelques régulateurs de croissance. Ces expériences, effectuées sur neuf espèces différentes, furent répétées durant plusieurs années. Beaucoup de formes atypiques ont été obtenues. Parmi celles qui ont apporté des faits nouveaux pour l'interprétation de la fleur, les prétendues fleurs isolées descendues se rangent, ici encore, au premier plan.

D'après leur disposition sur la plante, une bonne partie des « fleurs » solitaires devraient équivaloir à une inflorescence. Dans quelques cas rares, elles occupent l'emplacement d'un capitule (figure 1). Plus souvent elles semblent remplacer tout un rameau latéral (figure 2). Dans d'autres cas enfin, les prétendues fleurs isolées descendues, chacune axillée par une feuille bractéiforme, se situent à proximité de capitules (figure 3). Seules ces dernières formes pourraient être considérées comme éléments d'une inflorescence normale, dont ils ont été séparés secondairement par une croissance intercalaire insolite. Toutefois, il s'agit là d'une supposition purement gratuite, qui n'a jamais été vérifiée. Presque partout les « fleurs » solitaires ou inflorescences pauciflores⁵ sont accompagnées d'une ou de deux préfeuilles, ce qui évoque tout de suite le problème de la composition de l'involucelle. Mais en général, l'observation à la loupe ne suffit pas pour reconnaître si les préfeuilles participent à la formation de l'enveloppe supplémentaire. Sur certains échantillons l'involucelle typique paraît complètement absent.

Afin de déterminer avec précision le nombre et l'agencement des pièces contenues dans les « fleurs » solitaires en général et dans leur involucelle en particulier, j'ai étudié méthodiquement les coupes sériées d'environ trente exemplaires. Cette étude a dévoilé trois faits intéressants:

- [1] A peu près la moitié des exemplaires, uniflores à première vue, sont en réalité pluriflores; mais dans ce cas, il y a généralement une fleur privilégiée par groupe, la seule qui achève l'anthèse; les autres boutons restent plus ou moins inhibés et cachés, échappant ainsi à l'observation directe sans dissection préalable.

⁵ Inflorescences ne comportant qu'un nombre réduit de fleurs, à la rigueur une fleur unique; chez les Dipsacacées, ces inflorescences réduites remplacent chaque fois tout un capitule. Ne pas confondre ces structures avec les inflorescences partielles pluriflores, décrites plus loin, qui se forment parfois à la place d'une « fleur » typique.

- [2] La disposition des fleurs à l'intérieur de chaque inflorescence pauciflore manifeste une régularité certaine, répétant d'une manière plus ou moins claire la ramification de la portion végétative.
- [3] L'involucelle dans sa forme plus ou moins typique s'observe seulement sur la fleur centrale ou terminale de chaque groupe; en général, les boutons floraux d'ordre supérieur sont flanqués de simples préfeuilles séparées. Quant aux formes vraiment uniflores, l'enveloppe extraflorale semble fréquemment atypique.

Les quelques diagrammes donnés ci-dessous illustrent les principales formes rencontrées. Le premier diagramme (figure 4) est celui d'une véritable fleur solitaire, où l'enveloppe extraflorale semble constituée uniquement de deux préfeuilles. Anatomiquement et morphologiquement cette enveloppe se distingue nettement de l'involucelle habituel: la texture caliculaire typique ne se montre que dans deux secteurs médians relativement limités; le reste se présente comme deux feuilles normales en position latérale qui dépassent considérablement la hauteur du bouton floral, alors qu'un involucelle normal se termine à la limite supérieure de l'ovaire.

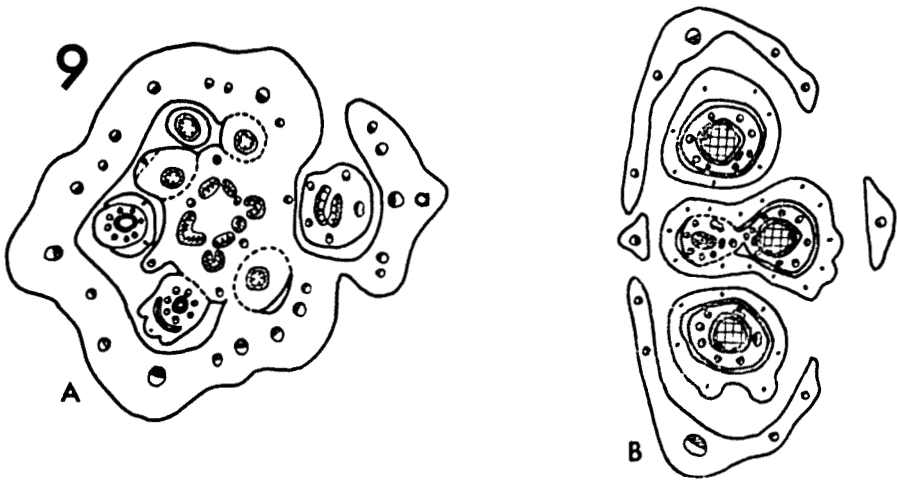


Figure 9 — Inflorescence partielle pluriflore de *Scabiosa prolifera*. (A) coupe à travers la base d'un capitule dont la première bractée involucrale a axille une inflorescence partielle thyroïde. (B) coupe transversale de cette inflorescence partielle.

Le deuxième spécimen (figure 5) possède deux paires de feuilles opposées-décussées. Les feuilles α et β du premier noeud, sans aucun produit axillaire, se présentent comme des préfeuilles banales. Le second noeud, au contraire, porte deux fleurs dont l'une est presque normale, l'autre méiomère. Sur ces deux

fleurs, il faut noter l'absence de l'involucelle typique. Les bractées florales a et a', séparées dès la base, simulent un calicule commun.

L'exemplaire schématisé par le diagramme suivant (figure 6) indique que les deux préfeuilles ne sont pas forcément stériles; ici, chacune axille une fleur à enveloppe extraflorale atypique: il y a juste deux préfeuilles, unies seulement dans leur partie adaxiale. Au centre de l'ensemble se dresse une fleur apparemment normale, garnie d'une enveloppe rappelant morphologiquement et anatomiquement un involucelle. Toutefois ce dernier est incontestablement dimère.

L'inflorescence pauciflore présentée par la figure 7 rappelle les deux derniers exemples brièvement décrits. C'est un thyrses réduit à deux étages. Les préfeuilles α et β présentent des produits axillaires très différents l'un de l'autre, mais les deux ramules florifères sont garnis d'une paire de préfeuilles d'ordre supérieur; à l'aisselle de β se trouve un groupe triflore avec une fleur centrale accompagnée d'un calicule nettement modifiée, spiralée et virescente. Au second noeud, a — a', on observe une autre fleur pléiomère, qui provient sans aucun doute d'une coalescence intime de deux fleurs. Les deux bractées florales forment ici encore un involucelle imparfait, commun aux deux fleurs.

Comparables aux deux échantillons précédents, la plupart des inflorescences pauciflores ont deux étages; sur la forme suivante (figure 8) on en distingue trois: les deux feuilles α et β du premier noeud axillent une fleur subnormale et un bourgeon à peine développé. Le deuxième noeud comprend seulement les deux bractéoles (a et a'), dépourvues de produits axillaires. Le troisième noeud se compose des bractéoles b et b'. Au centre se trouve une fleur unique. Cette dernière est pléiomère et correspond certainement à une synanthie, car son ovaire biloculaire complexe est surmonté par deux styles séparés dès la base. A première vue, la fleur pléiomère semble accompagnée d'un involucelle tétramère presque typique; d'après les coupes sériées, il est formé de quatre bractéoles indépendantes sur presque toute leur longueur: une paire en position médiane, appartenant au noeud stérile, et une paire plus ou moins transversale, appartenant au troisième noeud. Ces deux organes appendiculaires supérieurs doivent être considérés comme les bractées de deux fleurs intimement soudées.

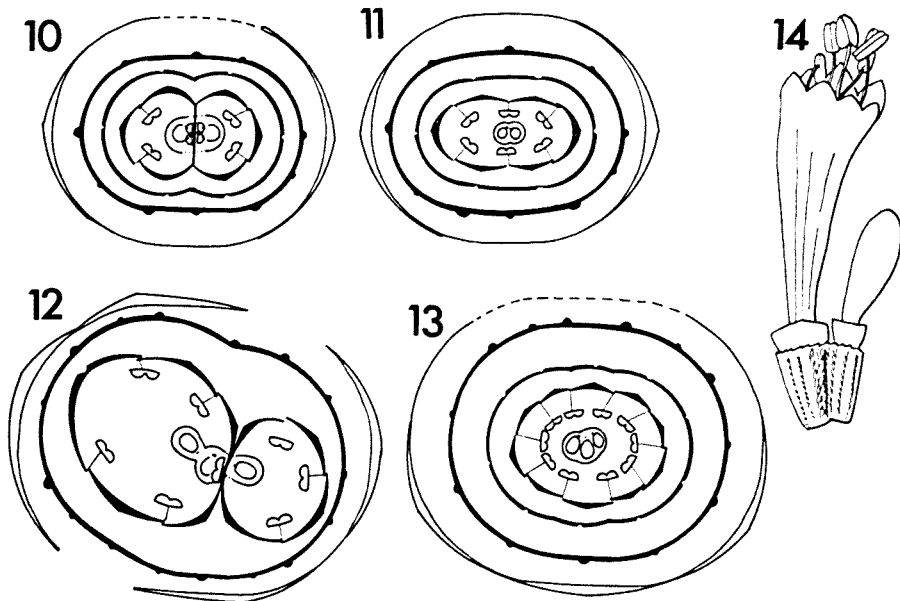
A l'exception de quelques formes à pièces en disposition spiralée, toutes les autres inflorescences pauciflores analysées montrent une organisation semblable à celle des exemplaires que l'on vient de voir. Ceci permet de conclure que les substances chimiques appliquées à très faibles doses n'ont certainement pas bouleversé les processus de différenciation. Les traitements infligés ont seulement rendu manifeste certaines potentialités qui, normalement, restent cachées.

Toutes les inflorescences pauciflores examinées ont soit des préfeuilles ou bractées plus ou moins soudées, soit des « involucelles » imparfaits; jamais il

n'y a ces deux formations réunies sur une même fleur. Elles semblent représenter des formes ataviques. Cette supposition ne signifie pas que je sois partisan du concept de Goethe selon lequel l'anomalie exprime une métamorphose irrégulière ou régressive. Avec Heslop-Harrison (1952) je pense au contraire qu'il faut distinguer, parmi les anomalies mineures, entre formes régressives et formes progressives. Dans le cas présent de la « fleur » des Dipsacacées, un caractère distinctif important entre ces deux catégories — formes régressives et formes progressives — est fourni par la configuration de l'involucelle. Du fait que cette fleur semble dériver d'une inflorescence partielle, on peut s'attendre à ce que les formes ataviques pluriflores aient des fleurs sans involucelle, mais simplement des bractées et, éventuellement, des bractéoles séparées. Et comme on vient de le voir, cette situation est effectivement réalisée dans les inflorescences pauciflores.

Inflorescences partielles pluriflores obtenues expérimentalement sur des Dipsacacées

L'inflorescence partielle indiquant une évolution progressive devrait être composée de fleurs munies chacune d'une bractée et d'une involucelle. Cette modalité a été trouvée sur le même matériel d'étude. Les échantillons correspondants se forment ici et là dans la zone périphérique de certains capitules.



Figures 10 à 14 — Inflorescences partielles complexes résultant de l'union intime de deux ou trois fleurs. Chaque diagramme est tracé après l'étude des coupes sériées d'un échantillon donné.

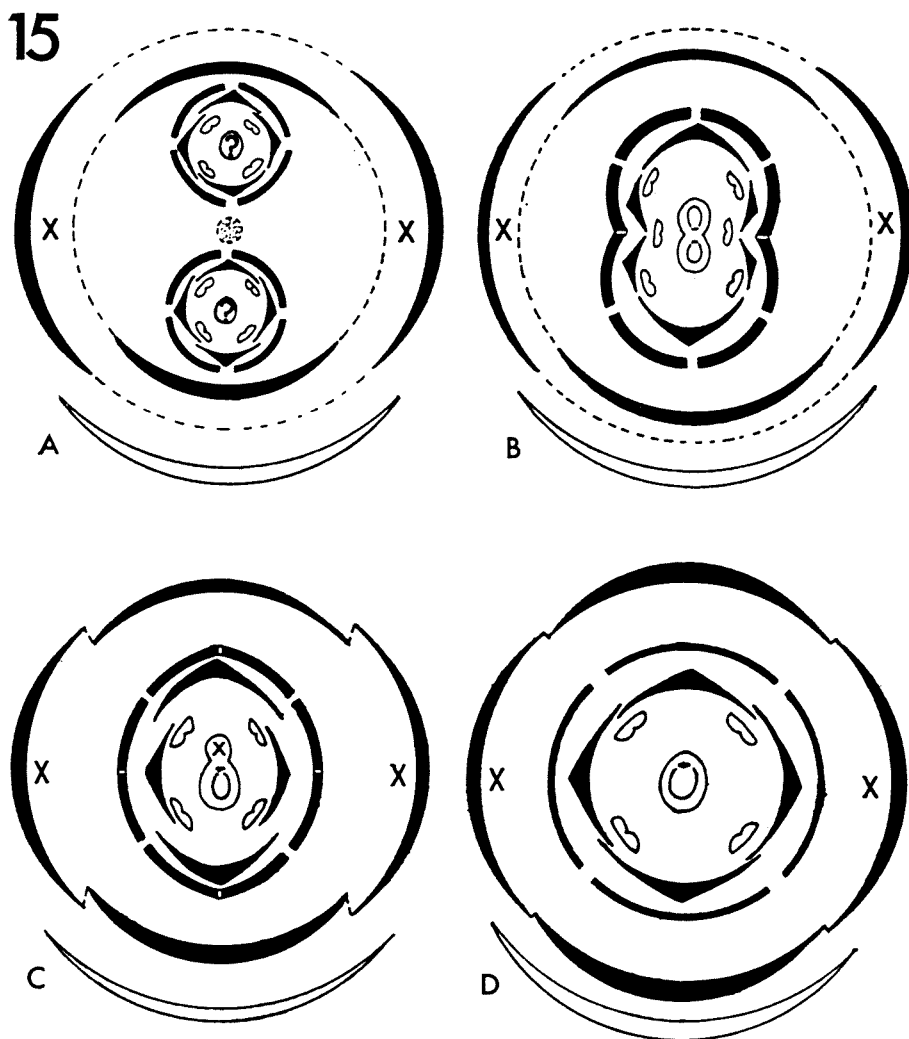


Figure 15 — Diagrammes illustrant comment on peut concevoir la formation de la « fleur » tétramère de Dipsacacées.

Il s'agit d'inflorescences partielles pluriflores, développées à la place de fleurs simples. Une coupe transversale d'un tel spécimen est donnée par la figure 9B, coupe qui passe dans la région ovarienne de quatre fleurs. La disposition générale des éléments est la même que celle de plusieurs inflorescences pauciflores vues antérieurement. Mais ici les deux fleurs inférieures sont entourées d'un involucre typique. Les deux fleurs supérieures, reliées entre elles par une syncarpe superficielle, ont un involucre pléiomère commun.

A priori, l'apparition de fleurs plus ou moins soudées — rencontrées aussi bien sur des inflorescences pauciflores que sur des inflorescences partielles

pluriflores — pourrait être considérée comme une simple coïncidence. Toutefois, à cause de sa fréquence extraordinaire, cette aberration doit avoir une signification. En effet, après la pléiomérie du périanthé, c'est l'anomalie la plus répandue des fleurs de Dipsacacées.

L'organisation de quelques inflorescences partielles complexes, issues de l'union de plusieurs fleurs, est illustrée par les figures 10 à 14. Parmi ces synanthies, il y a une nette prédominance des formes biflores. L'union peut être parfaite, concernant tous les verticilles floraux (figure 11), ou alors imparfaite (figure 10). Les formes triflores sont beaucoup plus rares. Ici encore, la coalescence est parfois complète (figure 13), parfois incomplète (figures 12 et 14).

L'examen minutieux d'une multitude de telles fleurs coalescentes a permis d'établir une série très nuancée, illustrant la concrescence progressive de fleurs, concrescence qui commence par l'union superficielle, qui passe par un stade de fusion en un ensemble pléiomère et qui va jusqu'à la fleur normale ou subnormale. De l'autre côté, les inflorescences pauciflores et les inflorescences partielles pluriflores ont montré qu'elles tendent vers le même type structural, celui que l'on considère comme fleur dans cette famille (figure 15D).

En se basant sur les structures observées, on peut estimer que les dernières phases ayant conduit à la création de la « fleur » des Dipsacacées se sont déroulées comme suit:

L'inflorescence partielle thyrsoidé est réduite à deux étages et chacun de ses ramules latéraux à une seule fleur.

Les deux noeuds du thyrsé restent plus ou moins tassés et les deux fleurs du noeud proximal ne se développent plus (figure 15A).

Entre les deux fleurs du noeud distal s'opère une fusion créant d'abord un stade hexamère instable (figure 15B).

Les deux noeuds du thyrsé réduit forment un verticille tétramère; la fusion entre les dernières fleurs du système devient si intime que leurs parties homologues s'unissent les unes aux autres de telle sorte que l'ensemble simule finalement une unité simple (figures 15C et D).

La fleur des Dipsacacées représenterait donc un état préfloral au sens d'Emberger.

Conclusion

Au début de ce travail je me suis proposé de vérifier l'utilité de la tératologie en général et de la tératologie expérimentale en particulier. Les résultats obtenus permettent de conclure que l'étude précise et méthodique d'un grand

nombre d'échantillons aberrants peut être la source de renseignements précieux pour éclaircir les problèmes restés en suspens. Cependant, pour y parvenir, encore faut-il utiliser des méthodes adaptées. Par exemple l'utilisation de substances actives est à conseiller, à condition qu'elles soient appliquées à des doses que l'on pourrait appeler « physiologiques »; avec des doses sublétales on risque de produire des structures trop aberrantes, qui n'ont presque plus aucun rapport avec les structures normales, ce qui rend douteux toute comparaison sur le plan purement morphologique.

Il serait sans doute très souhaitable de pouvoir aborder en outre l'ontogénèse des formes tératologiques, mais dans l'état actuel des choses on ne peut y prétendre tant que les déformations d'un type donné ne peuvent être induites vraiment à volonté.

Références

- ALVARADO, S., 1928. Der morphologische Aufbau des Hüllkelches der Dipsacaceen. *Bot. Jb.*, **61** (138): 10-21.
- ASTIÉ, M., 1956. Sur quelques caractères tératologiques obtenus expérimentalement chez la fleur de *Saponaria officinalis* L. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **242**: 407-410.
- ASTIÉ, M., 1956. Formation spontanée et expérimentale de staminodes chez *Saponaria officinalis* L. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **242**: 1352-1354.
- ASTIÉ, M., 1957. Induction expérimentale de pièces surnuméraires et de caractères « d'inflorescence » chez *Saponaria officinalis* L. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **244**: 933-935.
- ASTIÉ, M., 1957. Obtention expérimentale de fleurs pléimères chez *Saponaria officinalis* L. par action de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **245**: 2531-2533.
- ASTIÉ, M., 1962. Tératologie spontanée et expérimentale. Exemples. Application à l'étude de quelques problèmes de biologie végétale. Thèse, Rennes.
- ASTIÉ, M. et G. DEBRAUX, 1959. Variations morphologiques induites expérimentalement chez la fleur de *Digitalis purpurea* L. sous l'influence de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **248**: 837-840.
- ASTIÉ, M. et M. Th. LE BEC, 1959. Quelques types d'inflorescence produits expérimentalement chez le *Saponaria officinalis* L. et l'*Euphorbia Peplus* L. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **106**: 1-7.
- BLOCH, R., 1954. Abnormal plant growth. *Brookhaven Symp. Biol.*, N **6**: 41-54.
- CELAKOVSKY, L., 1893. Ueber den Blütenstand von *Morina* und den Hüllkelch (Aussenkelch) der Dipsacaceen. *Bot. Jb.*, **17**: 395-418.
- DEBRAUX, G. et M. ASTIÉ, 1958. Virescence expérimentale du cyathium chez l'*Euphorbia Cyparissias* L. Observations préliminaires. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **105**: 121-125.
- DEBRAUX, G. et M. ASTIÉ, 1959. Influence de la photopériode sur la biologie et la morphologie des *Bryophyllum* (Crassulacées). *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, **153**: 2067-2069.
- DEBRAUX, G. et P. GAUVAUDAN, 1954. Production expérimentale de caractères floraux phénocopiques étrangers au *Lilium candidum* L. sous l'influence du 2,4-D. *C. r. Trav. Lab. Biol. vég.*, Fac. Sci Poitiers, No. **7**.
- DEBRAUX, G. et P. GAUVAUDAN, 1956. Les virescences florales provoquées chez *Tropaeolum majus* L. par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique et l'existence de sporophylles chez les Angiospermes. *C. r. hebd, Séanc. Acad. Sci.*, **243**: 1906-1908.

- DEBRAUX, G. et P. GAVAUDAN, 1957. Production de fleurs anormales chez *Bryophyllum Daigremontianum* Hamet et Perrier sous l'influence de la rupture du rythme photo-périodique. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **244**: 936-938.
- DOLL, W., 1927. Beitrag zur Kenntnis der Dipsaceen und Dipsaceen-ähnlichen Pflanzen. *Bot. Arch.*, **17**: 107-146.
- DUPUY, P., 1963. Contribution à l'étude de quelques problèmes de morphologie et de tératologie expérimentales chez les Angiospermes. *Thèse*, Poitiers.
- EICHLER, A. W., 1875. *Blütendiagramme*. Engelmann. Leipzig.
- EMBERGER, L., 1960. Les végétaux vasculaires. T. II du *Traité de Botanique systématique*. Masson et Cie, Paris.
- FROMANTIN, J., 1956. Quelques considérations d'ordre évolutif à la suite des effets du 2,4-D sur la structure des carpelles de *Ranunculus arvensis* L. *Revue gén. Bot.*, **63**: 293-313.
- GAVAUDAN, P. et G. DEBRAUX, 1955. Révélation par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique. chez *Lilium candidum* L., d'un caractère morphologique latent commun à d'autres espèces du genre *Lilium* ainsi qu'à divers genres de Liliacées et diverses familles de monocotylédones. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **241**: 236-238.
- GOEBEL, K., 1906. Die Bedeutung der Missbildungen für die Botanik, früher and heutzutage. *Verh. schweiz. naturf. Ges.*, **89**: 97-128.
- GOEBEL, K., 1928-1933. *Organographie der Pflanzen*, 3è ed., Fischer, Jena.
- GROSSIN, F., 1956. Virescence spontanée chez *Dipsacus silvestris* Mill. et virescence induite expérimentalement chez *Zinnia elegans* L. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, **242**: 1349-1352.
- GROSSIN, F., 1960. Modifications florales spontanées et modifications provoquées par le 2,4-D chez le *Dipsacus silvestris* Mill. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **107**: 162-172.
- HESLOP-HARRISON, J., 1952. A reconsideration of plant teratology. *Phyton*, Horn, **4**: 19-34.
- KIERMAYER, O., 1961. Ueber die formative Wirksamkeit der 2,3,5-Trijodbenzoesäure (TIBA) im vegetativen und generativen Bereich von *Solanum nigrum*. *Oesterr. bot. Z.*, **108**: 101-156.
- MEEUSE, A. D. J., 1966. *Fundamentals of Phytomorphology*. Ronald Press, New York.
- MEYER, V. G., 1966. Flower abnormalities. *Bot. Rev.*, **32**: 165-218.
- PENZIG, O., 1921-1922. *Pflanzen-Teratologie*. 2è ed., Gebr. Bornträger, Berlin.
- PEYRITSCH, J., 1888. Ueber künstliche Erzeugung von gefüllten Blüten und anderen Bildungsabweichungen. *Sber. Akad. Wiss.*, Wien, *math. naturw. Kl.* **97**: 597-605.
- VIETH, J., 1958. Beitrag zur Kenntnis der Dipsacaceenblüte. *Ann. Univ. Saraviensis, Scientia*, **7**: 215-274.
- VIETH, J., 1965. Études morphologiques et anatomiques de morphoses induites par voie chimique sur quelques Dipsacacées. *Thèse*. Dijon.
- WARDLAW, C. W., 1968. *Morphogenesis in Plants. A contemporary study*. Methuen & Co., London.

COMMUNICATIONS BRÈVES

SALINITÉ DES EAUX DE SURFACE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

RENÉ LAVOIE¹ et GÉRARD BEAULIEU²

Nous avons récemment été amenés à considérer tous les travaux antérieurs concernant la salinité des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. Malheureusement, les publications en ce domaine sont encore relativement peu nombreuses comme en témoigne un travail récent de Brunel (1970). C'est donc avec plaisir que nous avons découvert et utilisé les données inédites du Commandant Lucien Beaugé, professeur d'océanographie à l'École Supérieure des Pêcheries de La Pocatière de 1938 à 1951.

Ces données ont été recueillies au cours de l'été de 1949, en vertu d'un accord survenu entre le Département des pêcheries maritimes du Québec et l'École supérieure des pêcheries. Cet accord mettait à la disposition du Commandant Beaugé la barque de pêche Jeanne d'Arc pour effectuer des travaux hydrologiques sur le fleuve Saint-Laurent. Grâce à ce bateau, Beaugé a pu effectuer deux parcours complets du fleuve entre Québec et l'embouchure du Saguenay. Entre les deux parcours, il fit aussi un voyage supplémentaire au cours duquel il établit des stations hydrographiques jusqu'à Rimouski.

Les résultats de ces travaux sont contenus dans un rapport manuscrit remis aux autorités du Département des pêcheries, Ministère de la chasse et des pêcheries, et actuellement en possession du second signataire de la présente note. Ce rapport rend compte de l'itinéraire des croisières, de la position des stations établies, des températures et des salinités observées en surface et à des profondeurs de 25, 50 et 100 mètres.

Nous avons compilé les données de salinité des eaux de surface recueillies au cours du mois de juillet 1949. A partir de ces données et des cartes fragmentaires de Beaugé, nous avons élaboré un gradient de salinité applicable au moyen estuaire et à la partie amont de l'estuaire maritime (Dionne, 1963).

Pour faire suite à de nombreuses suggestions en ce sens, nous publions ici la carte obtenue (figure 1) de même que les données qui ont servi à son élaboration (tableau I). Nous espérons que ces documents seront utiles aux personnes et organismes qui œuvrent de plus en plus nombreux dans l'estuaire.

¹ Associé de recherche, Département de biologie, Université Laval.

² Service de biologie, Direction des pêches, Ministère de l'industrie et du commerce du Québec.

TABLEAU I

Salinité des eaux de surface en différents points de l'estuaire du Saint-Laurent
(D'après Beaugé, 1949).

Position				Salinité ‰	Position				Salinité ‰
Latitude nord		Longitude ouest			Latitude nord		Longitude ouest		
47	22	70	07	12.70	47	37	69	52	22.52
47	11	70	21	3.50	47	44	69	43	22.10
47	07	70	25	1.78	47	46	69	45	23.27
47	03	70	32	1.78	47	47	69	47	20.00
46	58	70	41	1.27	47	48	69	50	22.52
46	52	70	58	0.98	47	52	69	51	22.60
46	50	70	08	0.98	47	56	69	46	22.74
46	51	71	08	1.09	47	59	69	41	23.01
47	01	70	56	1.09	47	59	69	34	24.36
47	02	70	47	0.11	47	54	69	35	24.22
47	05	70	32	0.98	47	50	69	35	21.56
47	08	70	31	1.78	48	02	69	28	24.18
47	13	70	28	2.42	48	07	69	34	27.34
47	17	70	32	7.84	48	07	69	42	19.94
46	26	70	21	15.00	48	09	69	26	24.18
47	29	70	13	15.68	48	14	69	11	23.64
47	31	70	09	14.09	48	22	68	50	23.91
47	26	70	06	19.65	48	30	68	30	25.44
47	28	70	05	19.65	48	41	68	23	24.72
47	37	70	06	24.72	48	55	68	15	26.71
47	37	70	02	23.55	49	12	68	03	21.47
47	37	69	58	23.18					

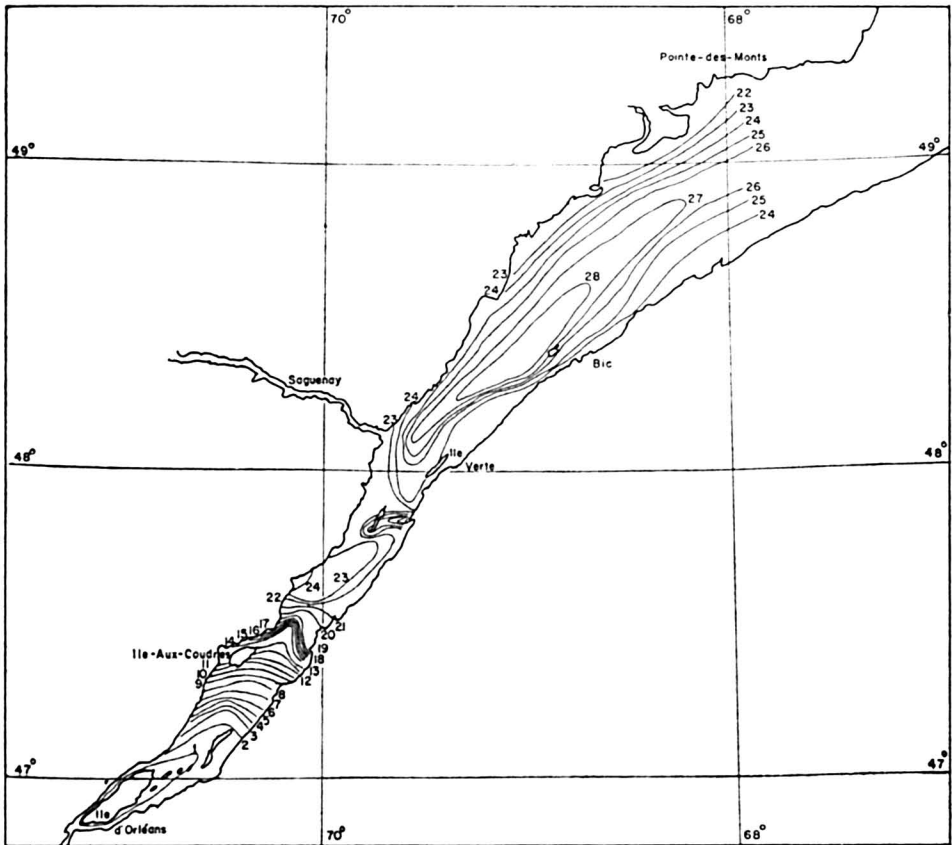


FIGURE 1. Salinité des eaux de surface de l'estuaire du Saint-Laurent, en juillet 1949. Les chiffres qui accompagnent les isohalines expriment les salinités en parties par mille. D'après Beaugé, 1949.

Références

- BEAUGÉ, L., 1949. Croisière de recherches sur le fleuve Saint-Laurent. (Juin-Septembre 1949). Rapp. manuscrit, Département des Pêcheries, Ministère de la Chasse et des Pêcheries, Province de Québec. 113 pp., 64 cartes.
- BRUNEL, P., 1970. Bibliographie choisie sur l'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent. *Rév. Géogr. Montr.*, **24** : 277-282.
- DIONNE, J.-C., 1963. Vers une définition plus adéquate de l'estuaire du Saint-Laurent. *Z. Geomorph.*, **7** : 37-47.

NOTES SUR LA FLORE DU QUÉBEC : ADDITIONS ^{1, 2}

L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE,
C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC
et J. G. PERRAS

*Faculté d'agriculture et Herbar Louis-Marie
Université Laval, Québec*

Parmi les milliers de spécimens que nous avons l'occasion d'examiner à l'Herbar Louis-Marie, il s'en trouve toujours quelques-uns d'intérêt tout particulier, surtout si ce sont des additions à la flore du Québec.

Les additions à la flore sont de deux sortes. Il y a d'abord les plantes adventices qui nous arrivent de d'autres provinces ou d'autres pays, surtout par les systèmes de transport routier, ferroviaire ou fluvial et qui sont trouvées au Québec et rapportées pour la première fois ; il y a de plus les plantes cultivées, surtout pour l'ornementation et qui s'échappent de culture pour devenir spontanées et s'intégrer ainsi à la flore du Québec. Dans cette énumération nous suivrons l'ordre systématique du Gray's Manual of Botany (Fernald, 1950).

Parmi les premières, nous traiterons de *Cenchrus pauciflorus*, *Silene nivea*, *Stellaria Holostea*, et *Glycine Max*. Le deuxième groupe comprend : *Ulmus pumila*, *Sedum rupestre*, *Dracocephalum thymiflorum*, *Cucurbita Pepo*, *Campanula persicifolia*, *Coreopsis grandiflora* et *Liatris spicata*.

ADVENTICES

Cenchrus pauciflorus Benth. (Graminées). Figure 1 a.
Québec, P.Qué. Le long des chemins de fer de la cour de triage de l'Anse-aux-Foulons, près de la plage Champlain. 31 juillet 1970. J.P. Bernard et J.-Guy Perras (70-268).

Première récolte pour le Québec. Boivin (1967) la rapporte pour le sud-ouest de l'Ontario. Une récolte d'Albany, N.Y., la plus rapprochée de notre station, se trouve à l'Herbar Marie-Victorin (MT).

Silene nivea (Nutt.) Otth (Caryophyllacées). Figure 1 b.
St-Pascal de Maizerets, Québec, P.Qué. Au bord du fleuve, près de la colonie de vacances du Séminaire de Québec. 31 juillet

¹ Contribution No. 99 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

² Ce travail a été subventionné en partie par le Conseil national des recherches du Canada.

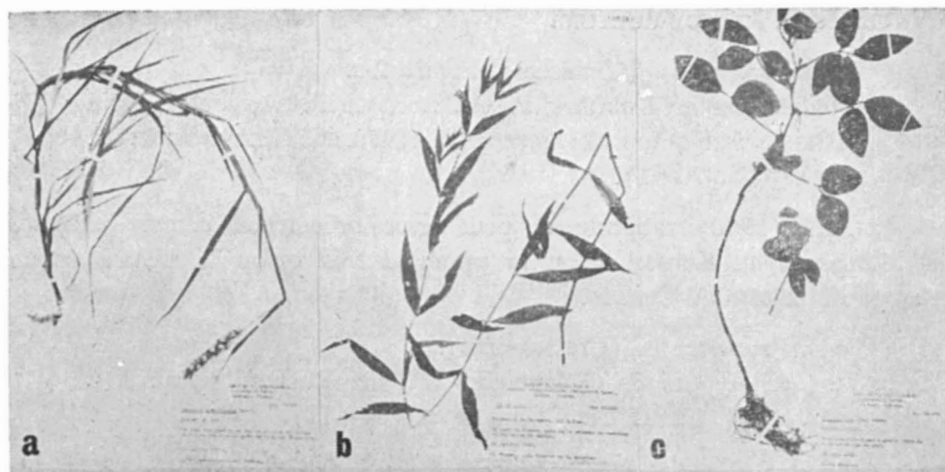


Figure 1 - a) *Cenchrus pauciflorus*; b) *Silene nivea*; c) *Glycine Max*, la fève soya.

1969. M. Gravel, J.C. Tessier et A. Mercier (69-228). Identifié par C. Frankton et G.A. Mulligan.

Première récolte pour le Canada. Fernald le rapporte pour les bois d'alluvions de la Pensylvanie au Maryland et du Dakota du Sud au Missouri et le dit cultivé et naturalisé au nord-est jusque dans le Maine. Toutes les spéculations sont permises quant à la raison de sa présence à Québec.

Stellaria Holostea L. (Caryophyllacées).

Verchères, Cté de Verchères, P.Qué. Champ humide sur le bord du fleuve. 24 juin 1952. Marcel Raymond et Lionel Cinq-Mars.

D'abord distribuée sous le nom de *Stellaria graminea*, cette récolte fut ensuite révisée à *S. obliqua* n. sp., puis à *S. palustris* Retz. par B. Boivin (in litt.). J.K. Morton vient de la réviser à nouveau à *S. Holostea*, devenant ainsi la première mention de cette espèce pour le Canada. Aux États-Unis, Fernald (1950) la rapporte comme introduite d'Europe, en Nouvelle-Angleterre et jusqu'en Virginie de l'Ouest et en Caroline du Nord.

Glycine Max (L.) Merr. (Légumineuses). Figure 1 c.

Québec, P.Qué. Près des élévateurs à grain, dans la cour de triage du port. 19 août 1970. J.G. Perras (70-475).

Fernald (1950) le cite comme échappé de culture dans le sud des États-Unis se rendant au Delaware, Michigan et Illinois vers le nord. La fève soja, originaire de l'Asie orientale, se cultive avec succès en Ontario et on en fait l'essai au Québec depuis quelques années. C'est la première fois que l'on signale des plants spontanés au Canada.

PLANTES ÉCHAPPÉES DE CULTURE

Ulmus pumila L. (Ulmacées). Figure 2 a.

Candiac, Cté de Laprairie, P.Qué. Bord du fleuve, route 3, loin de toute habitation. 23 septembre 1970. C. Rousseau et C. Lortie. (CL 70-91).

Fernald (1950) rapporte ce petit orme ornemental comme naturalisé du Minnesota au Kansas. C'est la première fois qu'on le signale comme échappé de culture au Canada.

Sedum rupestre L. (Crassulacées).

Ste-Clotilde, Cté de Châteauguay, P.Qué. Rochers calcaires. 8 juillet 1964. Lionel Cinq-Mars *et al.* (64-811).

Seule récolte au Québec, cette plante n'est citée qu'à Souris, Île-du-Prince-Édouard, pour le Canada. (Boivin, 1967).

Dracocephalum thymiiflorum L. (Labiées). Figure 2 b.

St-Jérôme, Cté du Lac St-Jean, P.Qué. Champ. 21 juin 1969. Leduc et A.B. (L 69-16).

Au Canada, cette plante ornementale croît spontanément de l'Ontario à l'Alberta et au Yukon, selon Boivin (1967), mais elle n'avait pas encore été trouvée au Québec.

Cucurbita Pepo L., var. *condensa* Bailey (Cucurbitacées).

Cap Rouge, Cté de Québec, P.Qué. Bordure de chemin. 21 septembre 1968. Pierre Girard.

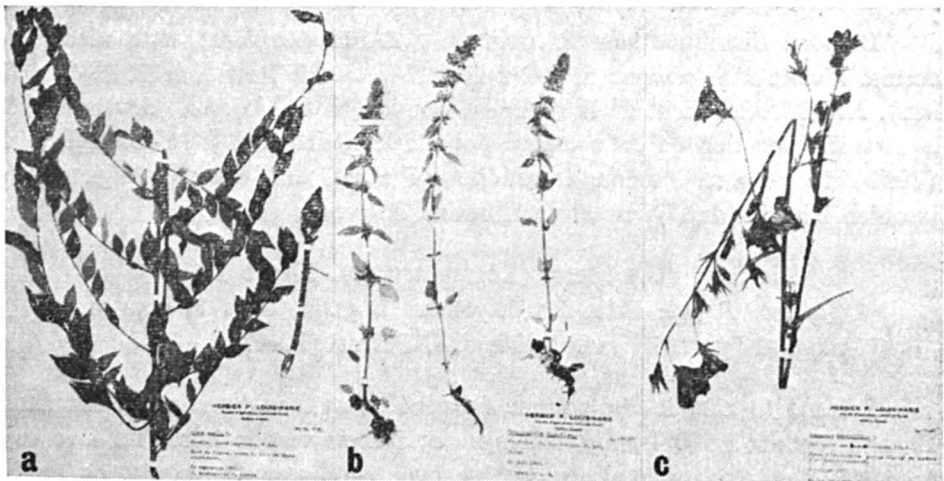


Figure 2 - a) *Ulmus pumila*; b) *Dracocephalum thymiiflorum*; c) *Campanula persicifolia*.

Ce spécimen, d'abord identifié par Jacques Sormany, a été vérifié par C. Frankton, du Ministère de l'agriculture, Ottawa. C'est la première fois que cette Courge est rapportée comme échappée de culture au Canada.

Campanula persicifolia L. (Campanulacées). Figure 2 c.
Oka, Cté de Deux-Montagnes, P.Qué. Ferme St-Sulpice, pacage négligé en bordure d'un jardin abandonné. 2 juillet 1970. R. Van den Hende (70-27).

Au moment de la publication de l'Énumération des plantes du Canada (Boivin, 1967), cette campanule cultivée et qui s'échappe souvent de culture aux États-Unis, n'était connue au Canada que de la Colombie Britannique. Depuis ce temps, elle a été rapportée de Lakeside (Nouveau-Brunswick), Berthier-en-bas (Québec), Guelph et Saugeen River (Ontario). Cette récolte est donc la deuxième pour le Québec, mais c'est une première mention.

Coreopsis grandiflora Hogg. (Composées).
Farnham, Cté de Missisquoi, P.Qué. Échappée de culture sur le talus de la route 41. 29 juin 1967. L. Cinq-Mars et A. Vézina (67-83). Une autre récolte a été effectuée à Oka par R. Van den Hende le 2 juillet 1970 (70-31).

Indigène au sud des États-Unis, cette Composée est cultivée plus au nord et s'y échappe facilement. Boivin (1967) en rapporte des colonies du Nouveau-Brunswick et de l'Ontario ; il n'est donc pas surprenant qu'on l'ait trouvée à l'état spontané au Québec.

Liatris spicata (L.) W. (Composées).
Oka, Cté Deux-Montagnes, P.Qué. Ferme St-Sulpice, pacage négligé en bordure d'un jardin abandonné. 2 juillet 1970. R. Van den Hende. (70-26).

Espèce du sud des États-Unis, cette belle plante est quelquefois cultivée pour l'ornementation en Nouvelle-Angleterre et dans l'état de New-York, où elle s'échappe de culture (Fernald, 1950). C'est la première fois qu'on en rapporte une colonie spontanée pour le Québec ; Boivin (1967) la rapporte pour le sud-ouest de l'Ontario.

Références

- BOIVIN, B., 1967. Énumération des Plantes du Canada. *Provancheria*, (Herbier Louis-Marie, Université Laval), no 6.
FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th edition. American Book Co.

NOTES SUR LA FLORE DU QUÉBEC : EXTENSIONS D'AIRES^{1, 2}

L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE,
C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC
et J. G. PERRAS

*Faculté d'agriculture et Herbarium Louis-Marie
Université Laval, Québec*

Plusieurs plantes furent trouvées en des localités différentes de celles où on les a déjà récoltées, au Québec, étendant ainsi leur aire de distribution. La plupart sont des mauvaises herbes encore rares dans la province, les autres sont échappées de culture.

Les mauvaises herbes sont des plantes introduites et sporadiques dans la province (*Amaranthus tamariscinus*, *Plantago Psyllium*, *Senecio Jacobea* et *Tragopogon dubius*) tandis que les dernières, *Ribes aureum*, *Ptelea trifoliata* et *Physalis ixocarpa* sont des plantes cultivées devenues spontanées en lieux incultes.

MAUVAISES HERBES

Amaranthus tamariscinus Nutt. (Amaranthacées). Figure 1 a.
Québec, P.Qué. Le long d'une voie ferrée, à proximité du Boul.
St-Sacrement. 17 septembre 1970. Marjolaine Imbeault et C.
Rousseau. (70-872).

Cette récolte, d'abord identifiée *Acnida tamariscina* par l'auteur sénior, d'après les flores classiques, mais ramenée au genre *Amaranthus* (*A. tamariscinus*) par B. Boivin et C. Frankton, du Centre de Recherches sur les végétaux, Ottawa, n'était constituée que d'un plant mâle. Depuis, nous avons identifié à cette espèce une récolte de J.P. Bernard restée indéterminée et qui serait la première faite au Québec (Stanbridge Station, Cté de Missisquoi, P.Qué. Près de la gare. 10 septembre 1959. J.P. Bernard, 59-316). En plus, B. Boivin (*in litt.*) nous signalait récemment qu'une récolte identifiée par erreur *Amaranthus tuberculatus* était en fait un plant mâle d'*A. tamariscinus* (Town of Mount Royal, Montreal, P.Qué. Wastefield along Côte de Liesse Road. Sept. 11, 1960. G. & P.H. Du Boulay, No. 1636). Nous connaissons donc maintenant trois stations de cette mauvaise herbe au Québec.

¹ Contribution No. 101 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

² Ce travail a été subventionné en partie par le Conseil national des recherches du Canada.

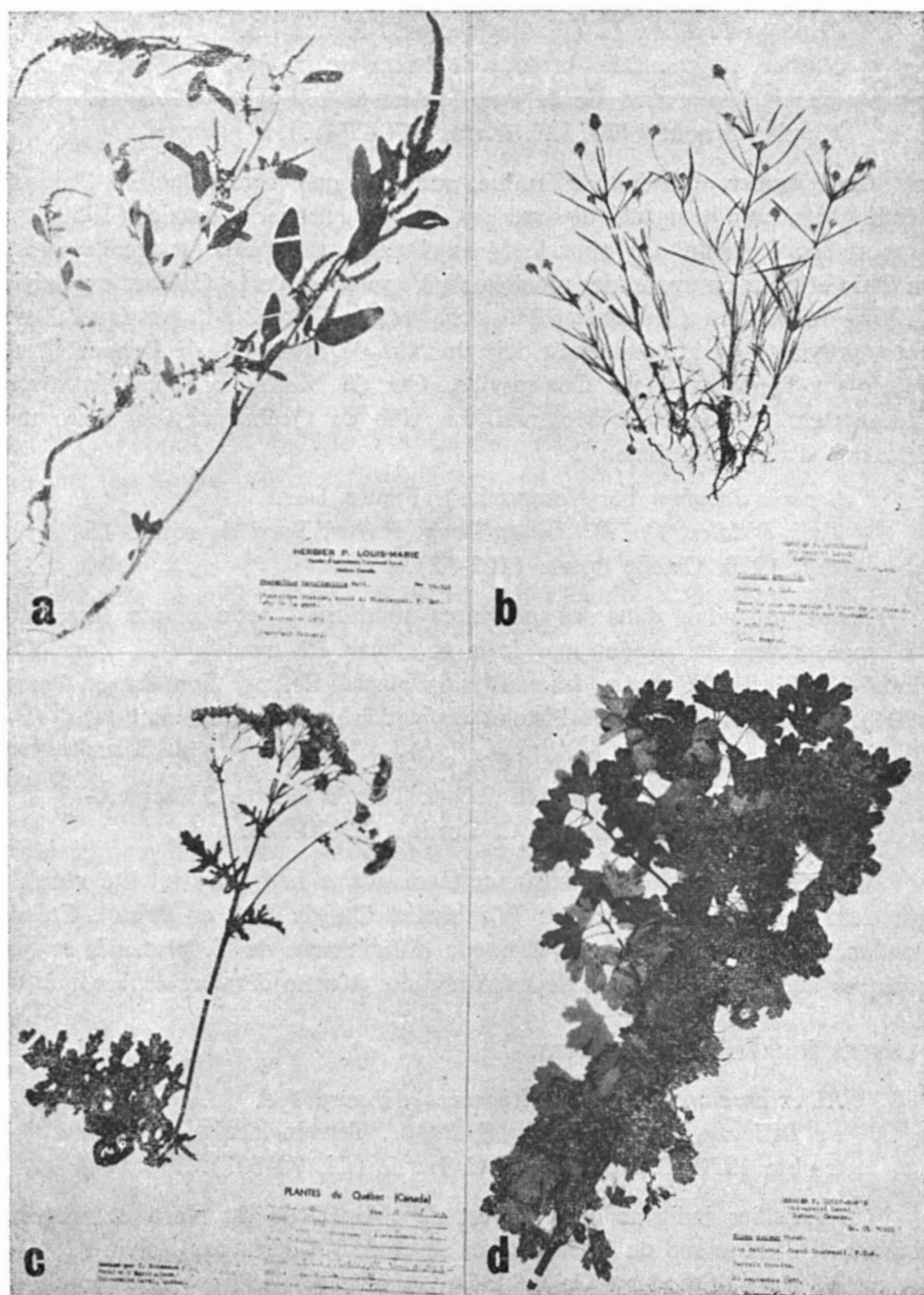


Figure 1 - a) *Amaranthus tamariscinus*, espèce dioïque : plant femelle à gauche, plant mâle à droite ; b) *Plantago Psyllium* ; c) *Senecio Jacobea* ; d) *Ribes aureum*.

Plantago Psyllium L. (Plantaginacées). Figure 1 b.

Québec, P.Qué. Dans la cour de triage de la Gare du Palais, (C.P.R.) au nord de la rue St-André. 27 juillet 1970, A. Mercier. 3 août 1970, J.G. Perras. (70-274).

Cette espèce, introduite d'Europe, constitue une forte colonie à l'endroit décrit qui nous fut signalé d'abord par M. A. Mercier. Fernald (1950) ne rapporte cette plante que pour le Massachusetts, mais elle fut récoltée aussi en Ohio et nous en avons des récoltes du Vermont et de la Californie ; Boivin (1967) la cite du Québec au Manitoba et en Colombie-Britannique. Dans notre province, on la connaissait déjà du port de Montréal, de Longueuil, de Pointe-aux-Trembles et de Cowansville, Cté de Missisquoi, localités toutes situées dans la région de Montréal. La ville de Québec devient donc une extension d'aire importante.

Senecio Jacobea L. (Composées). Figure 1 c.

Trois-Pistoles, Cté Rivière-du-Loup, P.Qué. Bord de route. 16 août 1970. Claude Potvin (103-12).

Assez répandue dans les provinces maritimes, cette plante introduite d'Europe préfère les régions maritimes et n'avait été trouvée qu'à York, Cté Gaspé-Nord, dans Québec, jusqu'à maintenant (Collins, Fernald et Pease, 1904). Cette récolte de Trois-Pistoles devient la seconde mention.

Tragopogon dubius Scop. (Composées).

Île Bellevue, Cté Vaudreuil, P.Qué. Terrain inculte. 23 septembre 1970. C. Rousseau et C. Lortie (CL 70-94).

D'après C. Rousseau (1968), cette mauvaise herbe n'avait été récoltée que deux fois dans la province : Wrightville, Cté de Hull et Bristol, Cté de Pontiac. Il faut dire qu'elle se distingue difficilement de *T. pratensis* et que quelques autres mentions ont déjà été révisées à cette dernière espèce.

PLANTES ÉCHAPPÉES DE CULTURE

Ribes aureum Pursh (Saxifragacées). Figure 1 d.

Île Bellevue, Cté de Vaudreuil, P.Qué. Terrain inculte. 23 septembre 1970. C. Rousseau et C. Lortie (CL 70-101).

Ce gadellier indigène dans l'ouest de l'Amérique du Nord et rapporté comme tel dans le sud de la Saskatchewan et de l'Alberta par Boivin (1967), est cultivé dans l'Est et en Colombie-Britannique et s'échappe quelquefois de culture. C'est ainsi qu'une récolte en avait déjà été faite par A. et B. Boivin sur le site actuel du Jardin botanique de Montréal (Lieu vague. Parc Maisonneuve, terrain des Frères des Écoles chrétiennes) en 1940. Une autre récolte de la région de Montréal, non vérifiée, se trouverait à McGill (MTMG). Cette récolte serait donc la troisième pour le Québec.

Ptelea trifoliata L. (Rutacées).

Oka, Cté de Deux-Montagnes, P.Qué. Échappé de culture le long de la clôture de l'Hôtel Baronnet. 28 août 1963. R. Van den Hende (63-1403).

Cette Rutacée est une autre espèce indigène dans le centre des États-Unis mais cultivée et échappée de culture plus à l'est et au nord. Les stations connues dans le Québec sont probablement toutes des introductions pour la culture ornementale (Mont-Royal, Pointe-du-Lac, Senneville). Une récolte du Morgan Arboretum (Collège Macdonald, Cinq-Mars *et al.*) provient de plantes cultivées.

À la nouvelle station que nous rapportons, la plante s'échappe définitivement de culture. En Ontario, l'espèce serait indigène. On ne la trouve dans aucune des autres provinces canadiennes. (Boivin, 1967).

Physalis ixocarpa Brotero (Solanacées).

Île aux Allumettes, Cté de Pontiac, P.Qué. Rivage de l'Ottawa près du quai. 15 août 1933. FF. M.-Victorin, Rolland-Germain et René Meilleur (43,923).

Ce spécimen, identifié par J.P. Bernard, nous a été remis en échange par A. Legault et S. Brisson, de l'Université de Sherbrooke, sous l'étiquette *P. peruviana* L. Il n'y a peut-être qu'une station de cette Solanacée au Québec, car la mention de cette plante pour Québec par B. Boivin (1967) est basée sur un double de la même récolte gardé à l'Université de Toronto, distribué sous le nom de *Physalis peruviana* L. et révisé par Boivin à *P. ixocarpa* en 1964. Fernald (1950) mentionne le sud du Québec dans la distribution de l'espèce sur la foi de la même récolte.

Références

- BOIVIN, B., 1967. Énumération des Plantes du Canada. *Provancheria*, (Herbier Louis-Marie, Université Laval), no 6.
- FERNALD, M.-L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8e édition. American Book Co.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, 95: 49-169.

ADDITIONS À LA FAUNE COLÉOPTÉRIQUE DU QUÉBEC

CLAUDE CHANTAL

*Québec**Carabidae**Acupalpus meridianus* Linné

Nous avons capturé deux spécimens de cette espèce, à Ste-Foy, comté de Québec (15-V-69, mâle; 25-VI-69, femelle), dans un terrain vague, sur le campus de l'Université Laval. L'habitat correspond assez bien avec celui décrit par Lindroth (1968). Cet insecte européen jusqu'alors étranger à notre faune, est déjà connu dans l'ouest canadien et américain.

Amara aulica Panzer

Une trentaine d'individus de cette espèce ont été capturés alors que nous arrachions des touffes d'herbage, à l'automne 1957 (2-XI- au 11-XI-) à proximité d'un terrain de jeux de Québec. Depuis, nous avons pris plusieurs spécimens à Ste-Foy, comté de Québec, d'autres spécimens ont été capturés notamment à Valcartier, Québec. Nous avons aussi noté que les rayons ultraviolets attirent cette espèce. L'habitat où nous avons trouvé ces insectes ressemble *grosso modo* à celui que Lindroth (1968) décrit pour cette espèce; de plus, cet auteur mentionne que *A. aulica* hiberne normalement à l'état larvaire alors que nous avons capturé ces adultes en état d'hibernation. Cet insecte européen n'avait pas été rencontré auparavant au Québec.

Amara carinata Leconte

Au moins trois représentants de cette espèce figurent dans les collections; un dans la nôtre, capturé à Ste-Croix, comté de Lotbinière, (29-VIII-64), sous des débris végétaux près de la rive du St-Laurent, et deux autres trouvés à Maria, comté de Bonaventure par P. Maheux (27-VII-68, coll. J.-C. Aubé). Lindroth, (1968), parle d'un vieux spécimen étiqueté à Montréal, mais doute de son authenticité; le doute est maintenant levé, cette espèce indigène existe au Québec.

Schizogenius ferrugineus Putzeys

Gilles Chantal et nous, avons trouvé huit spécimens de cette espèce, (26-V-63, 8-VI-64, 6-VIII-67, 26-V-68) à St-Augustin, comté de Portneuf, dans un habitat identique à celui décrit par Lindroth (1961), près d'un affluent du St-Laurent. Il s'agit d'une extension d'aire pour cette espèce nord-américaine, qui avait été signalée en Ontario.

*Staphylinidae**Rugilus angustatus* Fourcroy

Plusieurs spécimens de cette espèce européenne, mentionnée ici pour la première fois en Amérique, (Rapport d'identification de l'institut de recherches entomologiques no 70-677) furent capturés par Jean-Charles Aubé et nous, à Ste-Catherine, comté de Portneuf, (25-VI-64, J. C. A.; 28-V-68, C. C.), St-Augustin, comté de Portneuf, (25-VI-64, C. C.), à Berthierville, comté de Berthier, (24-V-69 et 4-X-70, C. C.) et enfin à Dosquet, comté de Lotbinière, (9-VI-70, J. C. A. & C. C.). La plupart furent pris au vol, au crépuscule; soit dans une tourbière, soit à l'orée de la forêt; les autres furent trouvés sous des débris végétaux sur sol sablonneux.

Références

- LINDROTH, Carl H., 1961. The Ground Beetles of Canada and Alaska, Zoological Institute, University of Lund, Lund, Sweden, part 1, 1-200.
- LINDROTH, Carl H., 1968. The Ground Beetles of Canada and Alaska, Zoological Institute, University of Lund, Lund, Sweden, part 5, 649-944.

REVUE DES LIVRES

LEDBETTER, M. C., and PORTER, K. R., 1970. *Introduction to the fine structure of plant cells*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. ix + 188 p., 51 pl., 8 fig. 21.5 x 28.5 cm. Relié, U.S. \$14.80.

Les études réalisées au microscope électronique constituent une nouvelle branche de la Science. Elles exigent une haute précision et des techniques complexes qui se sont développées et se sont perfectionnées depuis une vingtaine d'années. Aujourd'hui, cette perfection acquise entraîne avec elle, de plus en plus, et, inévitablement, presque tous les domaines de la Science. Les problèmes cytologiques et de l'ultrastructure cellulaire du règne végétal ne font pas exception. La morphologie des constituants cellulaires et tous ses aspects physiologiques, enzymatiques et ultrastructuraux, tout en réservant des possibilités de découvertes passionnantes, attend encore la solution de nombreux problèmes. Depuis les découvertes d'hier jusqu'à nos jours le chemin parcouru est énorme et si la somme des réalisations est telle que nous la connaissons aujourd'hui c'est grâce à la volonté des chercheurs et aux contributions apportées par chacun d'eux à ce progrès.

Le volume de Ledbetter et Porter en est un exemple par excellence. Cet ouvrage, présenté sous forme d'atlas, recueille au-delà de cinquante photographies, toutes d'excellente qualité. Ce livre, dont le champ d'intérêt est situé dans le domaine de la Botanique, de la Cytologie et de la Biologie cellulaire, est destiné autant aux enseignants qu'aux élèves et aux chercheurs. Même si, à notre avis, les chapitres sont courts, les auteurs essayent de traiter quand même chacun des grands thèmes de l'ultrastructure des cellules végétales. Ils introduisent et situent les lecteurs dans le domaine des cellules typiques des plantes supérieures, tout en expliquant les points saillants des problèmes qui sont spécifiquement liés à un type de cellules ou à des organites cellulaires qui s'y trouvent, insistant, en même temps, bien que brièvement, sur les rôles physiologiques, biochimiques et enzymatiques des éléments concernés. Ainsi, ils passent en revue : la structure générale de la cellule végétale, l'ultrastructure de l'interphase, les organites des cellules méristématiques, l'appareil de Golgi, les structures membranaires, la division cellulaire et la cytokinèse, la paroi cellulaire, les plasmodemes, les tissus vasculaires, les cellules épidermiques, les cellules de sécrétion, l'appareil photosynthétique, les chromoplastes, les cellules lactifères, les cellules sporogènes de l'anthere et le grain de pollen.

Afin de pouvoir couvrir le vaste domaine de l'ultrastructure des cellules végétales, les auteurs utilisent des tissus provenant de vingt-deux plantes différentes. Il est évident d'une part, que tous les types de cellules végétales existantes ne se retrouvent pas chez la même plante et qu'afin de pouvoir démontrer et décrire des cellules typiques, il faut recourir à des hôtes différents mais, d'autre part, la trop grande généralisation découlant d'une telle procédure peut présenter des dangers au niveau de l'interprétation. En outre, ne fut-ce qu'au point de vue didactique, il aurait été peut-être préférable de réunir les différentes cellules types provenant d'une même plante. On décèle une tendance déployée en ce sens puisque les sources principales des prélèvements ont été : *Saintpaulia ionantha* Wendl., *Phleum pratense* L. et *Triticum aestivum* L. ; les autres prélèvements proviennent de sources très variées. Ainsi donc pour l'illustration d'une cellule végétale typique les auteurs utilisent l'extrémité d'une racine de l'*Elodea canadensis* Michx. alors que le *Ligustrum vulgare* L. sert à démontrer l'ultrastructure de la cellule épidermique et que l'ultrastructure de l'épiderme cuticulaire du pétiole est illustré par des tissus de l'*Apium graveolens* L.

Les auteurs restent fidèles au titre de leur ouvrage qui précise qu'il s'agit d'une introduction dans le domaine de l'ultrastructure des cellules végétales. Toujours dans cet esprit, ils étudient une cellule provenant des tissus de racine de l'oignon, *Alium cepa* L., qui a été traitée pour l'observation en microscopie électronique par la technique du cryodécapage. Cette technique relativement nouvelle donne une réplique des constituants cellulaires tout en évitant les artéfacts qui peuvent se produire durant les procédures classiques de préparation dues aux agents chimiques. Ils nous font part également des avantages et des inconvénients de l'utilisation des techniques de fixation les plus courantes telles que : le tétrioxyde d'osmium OsO₄ et le permanganate de potassium KMnO₄. Afin de pouvoir mieux localiser les constituants cellulaires Ledbetter et Porter nous livrent deux diagrammes utiles au point de vue didactique. Après chaque chapitre, les lecteurs trouveront une courte bibliographie qui situe bien le sujet et les problèmes les plus importants qui s'y rattachent. Par contre il est regrettable qu'on n'ait pas fait pour ce livre un index alphabétique des matières, ni un index alphabétique des auteurs cités, index qui sont extrêmement pratiques pour une consultation rapide.

Ce livre répond bien à l'objectif que se sont fixé les auteurs : "*It will be hoped that this atlas will serve to introduce the professional botanist as well as the advanced student to this rapidly progressing area of plant research*" et fait en même temps la preuve d'un travail d'équipe, tandis que la forme et la qualité de l'impression sont, tout simplement, enviables. Cet atlas pourra donc être utile à tous ceux qui, soit pour la recherche soit pour l'enseignement, veulent se baser sur des résultats obtenus grâce à ce nouveau moyen d'investigation qu'est le microscope électronique.

György-M. OLÁH

*Département de phytotechnie
Université Laval, Québec*

DUCHAUFOUR, P., 1970. **Précis de pédologie**. Masson, Paris. 3ième éd., viii + 481 p., ill. 17.5 x 24.5 cm. Relié, prix non-indiqué.

Le sol fait partie intégrante de la plupart des écosystèmes. Beaucoup de pédologues semblent ne pas en être conscients, ou tout simplement, ne pas vouloir en tenir compte. Tel n'est certes pas le cas de Duchaufour. Son *Précis*, tout en conservant la structure classique, à savoir une première partie consacrée à l'étude des propriétés du sol (166 p.), une deuxième à la genèse, à l'évolution et à la classification (206 p.) et une troisième à la pédologie appliquée (62 p.), replace le sol dans son ambiance naturelle, c'est-à-dire dans les conditions écologiques de sa formation. Et là, non seulement l'influence des facteurs physiques tels le climat, la roche mère et la topographie, est analysée mais aussi celle de la végétation et des autres facteurs biologiques. Il en est de même de l'effet inverse, c'est-à-dire celui du sol sur la croissance des végétaux qui mène finalement à la notion de fertilité et de productivité des stations. Le lecteur canadien, plus familier avec la classification américaine, lira aussi avec profit, les pages consacrées à la comparaison de cette dernière avec la classification française.

Cette troisième édition, entièrement refondue et augmentée, contient plusieurs nouveautés. Ainsi, l'évolution des argiles du sol, la formation et l'évolution des complexes organo-minéraux, le potentiel d'oxydo-réduction, la dynamique du fer, l'influence du milieu sur l'altération et les migrations et l'étude de certaines classes de sols, tels les rankers, andosols, certains sols hydromorphes, pélosols et sols fersiallitiques, furent ajoutés ou augmentés substantiellement. Signalons aussi que certains chapitres spéciaux furent rédigés en collaboration avec d'autres spécialistes.

Enfin, une annexe de 13 pages portant sur les méthodes pratiques d'analyses des sols, une abondante bibliographie regroupant séparément les traités généraux puis, les publications portant sur les constituants et la physique du sol, la chimie du sol et la fraction minérale, la matière organique et la biologie des sols, l'évolution des sols, les sols de climats tempérés ou froids, les sols de climats chauds ou secs, les applications et les analyses, complètent avantageusement ce volume que nous recommandons non seulement aux pédologues mais aussi aux écologistes, aux forestiers, aux agronomes et aux géographes.

Miroslav M. GRANDTNER

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

UPTON, W. B., 1970. **Landforms and topographic maps**. John Wiley, New York. 135 p., 50 cartes-couleurs. 30.5 x 24.5 cm. Cartonné à anneaux multiples, \$8.75.

Les cartes exercent un attrait fascinant sur la plupart des curieux intelligents qui sont avides de connaître le milieu dans lequel ils vivent. Les atlas représentent pour ces gens une riche source de connaissances à laquelle il faut savoir puiser. L'étude du relief à partir de la carte topographique constitue un exercice courant à l'intérieur des départements de géographie, qui devrait être inclus également dans les programmes d'études de tous ceux qui font des travaux de terrains : pédologues, forestiers, ingénieurs, biologistes et surtout géologues. Cet exercice fort enrichissant devient un plaisir goûté et recherché, quand on dispose de documents cartographiques aussi intéressants que ceux offerts dans l'ouvrage d'Upton.

Ce recueil contient 50 extraits de cartes topographiques en couleurs provenant de 41 états américains et illustrant une très grande variété de formes et de reliefs tant d'érosion que d'accumulation : formes littorales, glaciaires, structurales, karstiques, éoliennes, fluviales, deltaïques, volcaniques ; reliefs de versants et de régions arides. Au total plus de 300 formes ou phénomènes géomorphologiques sont représentés. C'est dire l'attention mise à la sélection des cartes choisies parmi une collection qui en compte quelques centaines de milliers. 54% d'entre elles sont à une échelle moyenne, soit au 1 : 62,500 ; 38% à une échelle plus grande, soit au 1 : 24,000 ; les autres sont au 1 : 48,000 ou à de petites échelles : 1 : 125,000 et 1 : 250,000. Outre les cartes, l'ouvrage comprend une brève introduction, une directive sur la manière d'utiliser le recueil, une liste des formes représentées, une carte index localisant la portion des feuillets incluse dans l'album, une liste des cartes géologiques correspondantes, une très brève bibliographie, une liste des symboles et un précieux lexique de dix pages. Les cartes sont présentées sur la feuille gauche, alors que la feuille de droite, qui lui fait face, contient divers renseignements : le numéro et le nom de la feuille topographique, la date de parution, la localisation, l'échelle (numérique et graphique) et une liste des formes à découvrir. L'auteur a choisi de présenter les cartes dans l'ordre alphabétique de l'état d'origine ; ce qui ne paraît pas un critère très géographique mais offre l'avantage d'en faciliter la consultation.

Cet ouvrage d'une grande simplicité s'adresse aussi bien aux étudiants du secondaire qu'à ceux au niveau de la licence. C'est un guide pratique et une source d'information précieuse mise à la portée d'un grand nombre. Bien que plusieurs exemples fournis soient identiques à ceux contenus dans l'*Atlas of landforms* de Scovel *et al.*, publié par la même maison d'édition, l'album d'Upton est beaucoup plus simple et surtout moins cher que ce dernier, ce qui en rendra la diffusion plus facile. Il serait intéressant qu'un recueil de cartes du même genre soit fait à partir d'exemples canadiens ; nos étudiants auraient

l'avantage de connaître leur pays avant ceux d'outre frontières. Disons tout de suite qu'un premier essai a été tenté, il y a quelques années, par la diffusion, via Ottawa, d'un album de cartes de grandes dimensions. Hélas! si les cartes sont belles et utiles, le choix est discutable et les commentaires comme la présentation plutôt désordonnée en font un recueil assez médiocre. Il conviendrait donc de repenser la formule en s'inspirant d'ouvrages comme celui d'Upton et confier cette tâche à des gens capables de l'assumer avec succès.

Landforms and topographic maps nous apparaît un ouvrage très recommandable à tous ceux qui désirent s'initier à la lecture des cartes et à la géomorphologie avant d'entreprendre une balade sur le terrain.

Jean-Claude DIONNE

Laboratoire de recherches forestières
Ministère des pêches et des forêts, Québec

KONINCK, R. de, 1970. **Les Cent-îles du lac Saint-Pierre**. *Travaux de l'Institut de géographie de l'Université Laval*, (N.S.) no 1. Presses Univ. Laval, Québec. x + 125 p., 40 fig. 17.5 x 25.5 cm. Broché, \$5.00.

L'étude d'un milieu insulaire retient toujours l'attention en raison, principalement, des habitudes singulières dictées par l'isolement. Toutefois, malgré l'intérêt réel de cet ouvrage, l'auteur, dans la description physique de cet archipel, a ignoré certaines données connues et publiées. Aussi, lorsqu'il écrit : (p. 9) « La roche-mère repose à plus de 200 pieds sous le niveau moyen des eaux » et aussi : « que les données sur l'épaisseur des dépôts sont trop peu nombreuses pour nous permettre d'en définir le pendage », il omet de citer Blanchard (R. B. 1936. *La Région du fleuve Saint-Laurent entre Québec et Montréal*. *Revue de Géographie alpine*, 24 (1) : 1-189. Transcrit intégralement dans : *Le Centre du Canada Français*. Montréal, Beauchemin, 1948) qui a dressé un profil (Pl. IV) de la surface rocheuse de cette partie du fleuve Saint-Laurent et qui a longuement discuté (p. 12 et 13, et p. 24 à 30) de la cryptodépression du lac Saint-Pierre. Ce dernier auteur a mentionné la profondeur énorme de 555 pieds du socle rocheux à Berthierville, une donnée que je lui ai fourni en 1934. L'auteur n'a évidemment pas pris la peine de consulter Blanchard (loc. cit.) lorsqu'il avoue ne pouvoir « établir scientifiquement l'origine deltaïque des Cent-îles du lac Saint-Pierre (p. 10) et en attribuant à L. E. Hamelin « la première allusion écrite » à un delta intérieur ». Or Blanchard écrit (p. 47) : « Dès lors s'éclaire l'allure du fleuve à l'amont du lac : il s'agit d'un delta », et il mentionne le manuscrit que je lui ai communiqué. Dans une communication de l'ACFAS (*Annales de l'ACFAS* no 1, 1935) intitulée : « Notes sur la formation des sols dans la région du lac St-Pierre », j'ai décrit le mode de formation d'un delta en amont de Berthier. Dans un article intitulé : « Notes sur les dépôts récents dans la région du Lac St-Pierre » (*Naturaliste canadien*, 64 (5) : 133-139, 1937), j'ai montré qu'un haut delta bien caractérisé, en amont de Berthier, s'est formé lorsque la mer (de) Champlain avait au moins 100 pieds de hauteur au dessus du niveau actuel de la mer et que ce processus s'est poursuivi avec l'abaissement du niveau de l'eau pour former les îles actuelles du lac Saint-Pierre. En se fondant sur les résultats de mes observations effectuées il y a plus de 36 ans et que Blanchard a repris, l'auteur de l'étude sur les Cent-îles du lac Saint-Pierre aurait mieux compris l'ordre de la distribution des dépôts selon la taille des particules et la raison du relief accentué en amont.

René POMERLEAU

1395, Parc Champoux
Sillery, Qué.

COME, D., 1970. **Les obstacles à la germination**. Masson, Paris. 162 p., 46 fig., 15 tabl., 16.5 x 21.5 cm. Broché, 60 FF.

Comment se fait-il que certaines semences mûres et saines placées à température et humidité favorables à la germination ne germent pas ? Quelles sont les obstacles à leur germination ? La présente monographie de physiologie végétale, la sixième de la collection dirigée par le Professeur Pilet, fait le point des connaissances actuelles sur ces questions fort complexes et à la fois très pratiques de la physiologie des plantes. L'auteur, M. Daniel Côme, chercheur au laboratoire de Bellevue (CNRS, France) est un spécialiste des problèmes touchant les dormances et les inhibitions de la germination. Il s'attache, dans cet ouvrage, à l'analyse des travaux biochimiques et biophysiques accomplis dans les nombreux laboratoires en vue de découvrir les mécanismes physiologiques de la germination et des dormances. Après une brève introduction, il fait un court historique des problèmes et un rappel nécessaire de la terminologie utilisée par les chercheurs. Puis, suivent six chapitres sur les facteurs : eau, oxygène, température, lumière et inhibiteurs intervenant soit pour permettre, soit pour limiter ou même empêcher complètement la germination.

La germination ne se produit que lorsque certaines conditions favorables sont réalisées simultanément. Il faut d'abord à la semence un milieu suffisamment humide dans lequel elle peut s'imbiber et une température se situant aux environs de 20°C. La plupart des semences requièrent, pour germer, de l'oxygène permettant une augmentation rapide du métabolisme. La lumière agit sur la germination d'au moins les deux tiers de toutes les espèces de plantes connues, par l'intervention d'un pigment photorécepteur, le phytochrome P_{730} . Malgré les travaux innombrables accomplis depuis l'isolation du phytochrome, il y a dix ans, le mode d'action de cette chromoprotéine n'est pas encore complètement élucidé. Quant aux inhibiteurs de la germination, l'on est parvenu à en isoler un très grand nombre dans les graines, les fruits et les divers organes d'une foule d'espèces de plantes. Il s'agit de substances telles l'éthylène, l'acide abscissique, les acides organiques (malique, citrique), les acides aromatiques (férulique, caféique, cinnamique, coumarique). Cependant, l'on ignore les mécanismes d'action de ces substances. L'auteur fait remarquer, en conclusion, que jusqu'à présent la plupart des recherches ont eu comme objectif de déterminer comment un facteur donné (ex : eau, température, etc.,) agit dans la germination ou dans les dormances. Pourtant, dans les conditions naturelles tous les facteurs interviennent, en fait, simultanément. Les recherches futures devraient donc être moins fragmentaires et s'orienter sur les interactions des nombreux facteurs en vue de parvenir, enfin, à une meilleure compréhension des phénomènes.

Les étudiants, professeurs et chercheurs en physiologie et biochimie végétales trouveront dans cette monographie une source d'informations scientifiques soigneusement mise à jour (en français, ce qui est rare), alimentée par une bibliographie abondante (près de 600 références). Ils y trouveront surtout une source d'inspiration scientifique ; car, ils constateront, une fois de plus, que les mécanismes de régulation des phénomènes vitaux sont très complexes et encore hypothétiques. L'auteur le souligne fréquemment et propose des thèmes de recherches assez précis qu'il importerait d'entreprendre afin de connaître un jour le métabolisme intime des semences.

Henri-Paul THERRIEN

*Département de phytotechnie
Université Laval, Québec*

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

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

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

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

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

Sommaire

ENDEMISM IN THE VASCULAR FLORA OF CANADA : A SYMPOSIUM

✓ Evolutionary aspects of endemism	THEODORE MOSQUIN	121
✓ Endemism in the flora of western Canada	J. G. PACKER	131
✓ A phytogeographic study of the floras of the continental Northwest Territories and Yukon	WILLIAM J. CODY	145
✓ Endemism in the flora of the Canadian High Arctic	GUY R. BRASSARD	159
✓ Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence region	PIERRE MORISSET	167
Utilité de données tératologiques en morphologie florale	JOACHIM VIETH	179

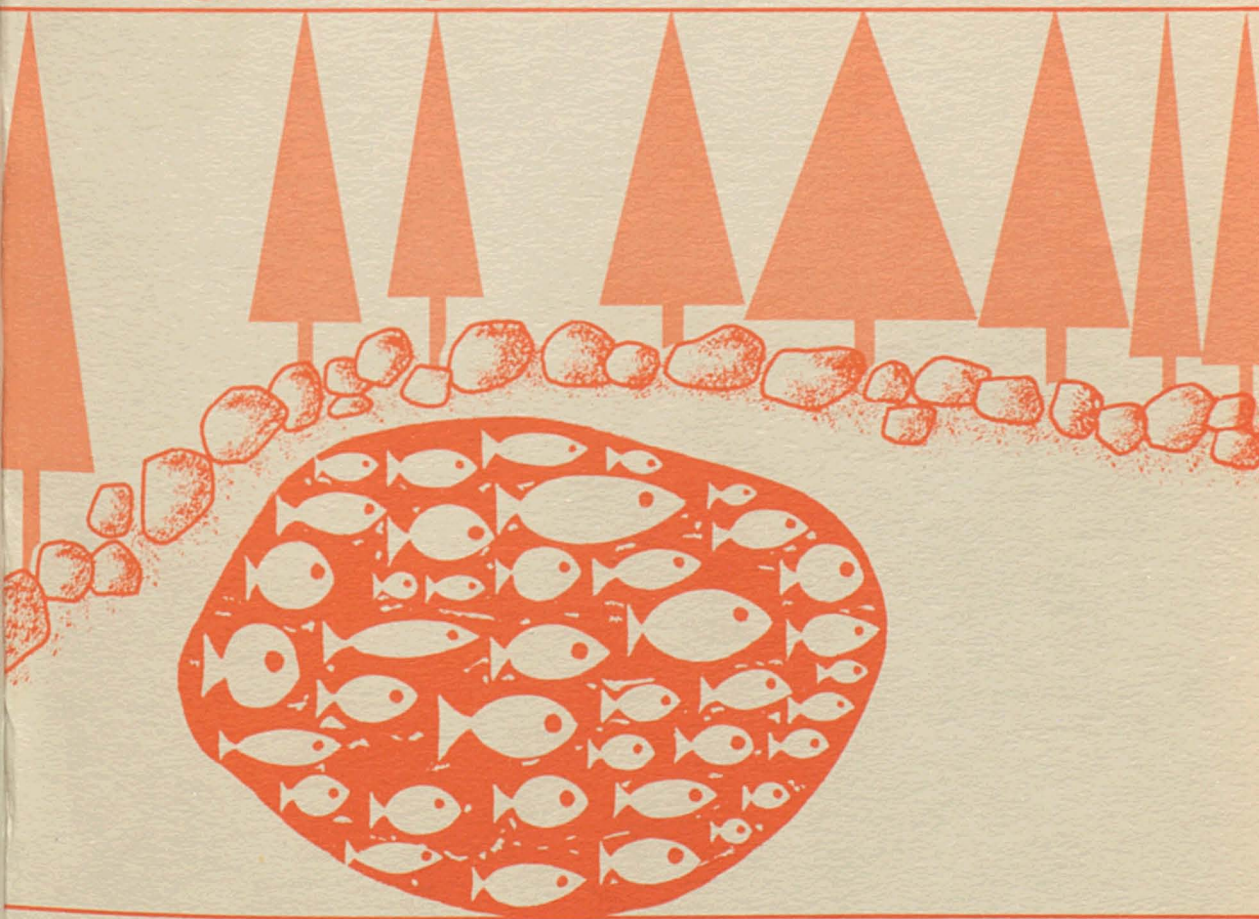
COMMUNICATIONS BRÈVES

Salinité des eaux de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent	RENÉ LAVOIE et GÉRARD BEAULIEU	191
✓ Notes sur la flore du Québec : additions	L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE, C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC et J. G. PERRAS	194
✓ Notes sur la flore du Québec : extensions d'aires	L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE, C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC et J. G. PERRAS	198
Additions à la faune coléoptérique du Québec	CLAUDE CHANTAL	202
REVUE DES LIVRES		205

PROPRIÉTÉ DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

Volume 98,
n° 3,
mai-juin 1971

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Université Laval*

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

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

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

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

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

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

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Service de la faune
du Québec*

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

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

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

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

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

Abonnement annuel

au Canada : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, 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 **Secrétariat de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.**

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

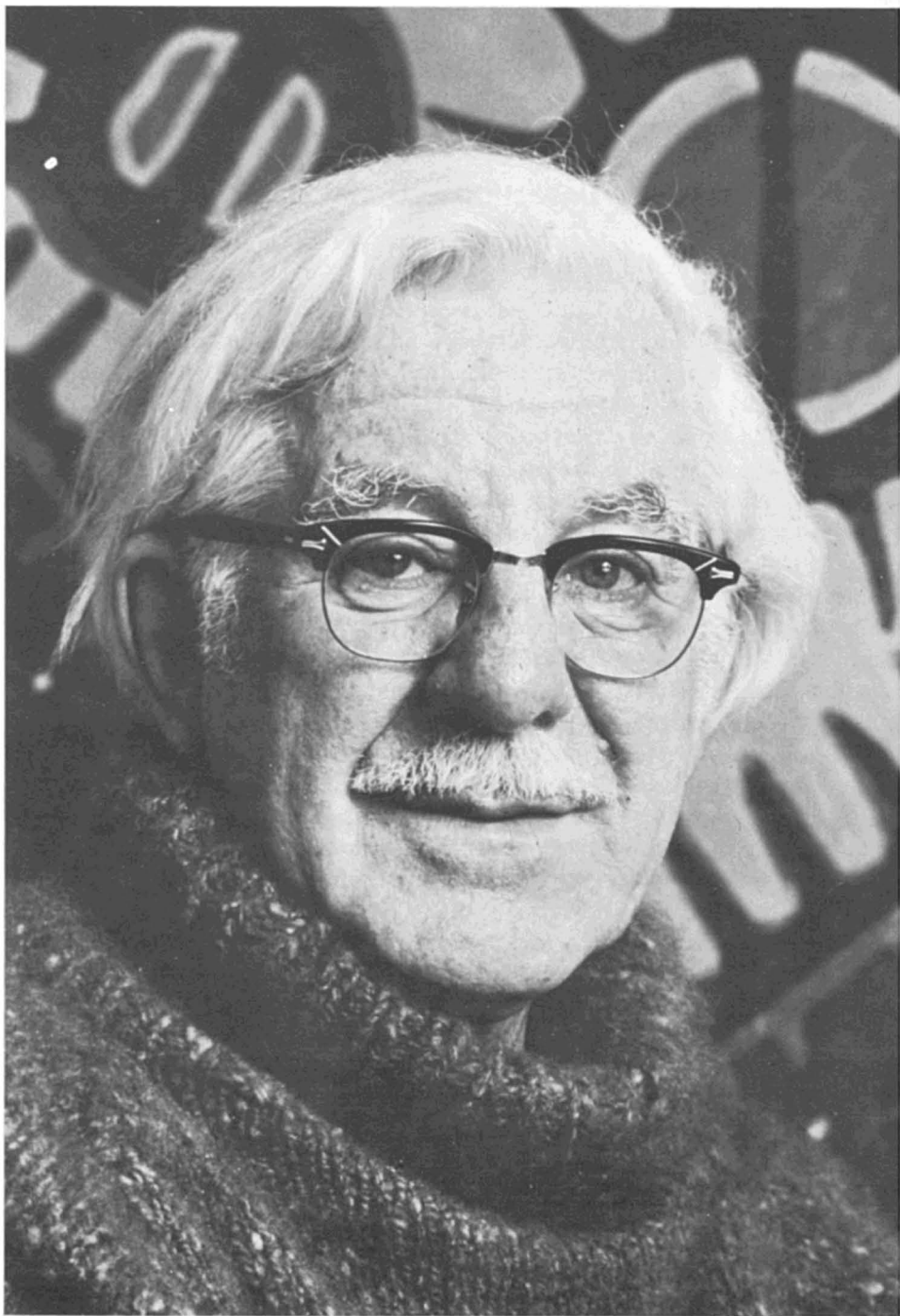
Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

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

Travaux dédiés
à la mémoire du Professeur

JACQUES ROUSSEAU

1905 - 1970



Jack Laurer

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Mai-Juin

No 3

JACQUES ROUSSEAU

1905 - 1970

Avec le décès de Jacques Rousseau, le 4 août 1970, le Canada français perd un botaniste éminent en même temps qu'un ethnologue de grande classe. Ce vide dans notre société ne sera pas facilement comblé car il laisse inachevée une oeuvre déjà énorme que nul ne peut reprendre tant elle est vaste et personnelle. Un animateur de son calibre et de son style ne se retrouve pas tous les jours. Il faisait partie du premier contingent de jeunes scientifiques des années 20 qui ont soutenu et accéléré le mouvement déclenché par le frère Marie-Victorin. Certes, quelques pionniers, comme l'abbé Provancher, le chanoine Huard, monseigneur Laflamme avaient déjà tracé les voies de la découverte de la nature québécoise, mais à une époque où la science n'éveillait pas de résonance, ils n'ont pas laissé de disciple et le flambeau s'est éteint. Puis, un nouveau phare s'est allumé avec l'entrée à l'Université de Montréal en 1920 du frère Marie-Victorin dont on venait de reconnaître la valeur. C'est dans le sillage de ce maître que Jacques Rousseau vint se placer en 1923, avant de rayonner lui-même dans plusieurs directions. Nos premières rencontres eurent lieu en 1925 ou 1926 dans ce cénacle dont le dynamisme avait attiré des jeunes cerveaux avides de connaissance et à la recherche d'une ouverture vers de nouveaux horizons. Depuis, nos rapports n'ont cessé de s'accroître et de s'intensifier. Mais d'où venait et qui était celui qui laisse une marque aussi profonde et indélébile de son passage ?

Ses origines et sa préparation

Né le 5 octobre 1905, à Saint-Lambert, comté de Chambly, aux portes de Montréal, notre héros était le troisième enfant d'une famille de quatorze, dont douze garçons et deux filles. Son ascendance, que l'on peut remonter jusqu'à LaRochelle au 17^e siècle, comprenait, selon son propre témoignage, du sang acadien et même indien. Plus près, chez son grand-père, le Dr Eugène Rousseau de Saint-Casimir, comté de Portneuf, perce cette ardeur à l'étude et au travail qui se retrouve aussi chez son oncle le docteur A. Rousseau, célèbre médecin de Québec et fondateur d'hôpital. La même tendance se décèle chez son grand-père maternel, le docteur Norbert Fafard, premier professeur et fondateur du Département de chimie de la Faculté de médecine de l'Université Laval à Montréal où il oeuvrait bénévolement. Son père, M. Lacasse Rousseau, époux de Gabrielle Fafard, l'un des premiers électriciens de Montréal contribua à l'électrification de Montréal et des environs, puis vint s'établir à Montmagny en 1920 où on l'avait

appelé pour travailler à la construction d'une centrale hydro-électrique. Cette hérédité de courage et de ténacité au travail et à l'étude se manifeste chez ses frères et soeurs qui comptent un avocat, deux ingénieurs, un dessinateur de précision, trois industriels dont un a aussi été ministre à Québec, un professeur, un missionnaire, un médecin, deux militaires (officiers-parachutistes) et héros de la dernière guerre mondiale, tombés au combat en France en 1944 et une étudiante en médecine devenue épouse de médecin.

Membre d'une famille aussi ardente, Jacques Rousseau reçut une éducation soignée et débuta dans la vie avec des perspectives élargies dans cette société canadienne-française du début du siècle. Il aborda le cycle des études classiques par une année au collège Sainte-Thérèse et deux ans au collège Sainte-Marie de Montréal. Puis, on le retrouve au collège de Sainte-Anne-de-la-Pocatière par suite de l'établissement de sa famille à Montmagny. Mais sa santé chancelante le força à quitter les maisons d'enseignement et à continuer ses études secondaires avec des professeurs privés à Montmagny et à Montréal jusqu'au baccalauréat en 1926.

C'est alors que se dessine sa vocation scientifique dont le frère Marie-Victorin a décrit le départ : " Nous sommes en 1923. Un bon matin, j'aperçus parmi les étudiants quelqu'un que je ne connaissais pas. Du fond de son patelin de Montmagny, il a suivi par les journaux la naissance et les débuts de notre entreprise. Il entend l'appel. " Je serai botaniste ". Et, avec une rapidité de décision qui est bien dans sa manière, il prit le train pour Montréal. Jacques Rousseau fut successivement timide auditeur au dernier banc, étudiant, assistant bénévole (1926), démonstrateur (1927), enfin chargé de cours (1928) et professeur agrégé (1935) ". Pendant qu'il poursuit ses études secondaires, il participa à des explorations botaniques de 1924 à 1926 dans les Cantons de l'Est, le comté de Portneuf et l'estuaire du Saint-Laurent. En 1928, il obtint la licence ès science de l'Université de Montréal. Je me souviens de ce jeune homme, tantôt glabre tantôt hirsute, mais toujours sympathique, qui se laissait difficilement distraire de son labeur au laboratoire de la rue Saint-Denis et que j'ai revu par hasard dans un train chargé de matériaux récoltés le long de l'estuaire du Saint-Laurent. Tout en prodiguant son enseignement à Montréal, il suit des cours de vacances à l'Université Cornell, Ithaca N. Y. (1931 et 1933), à l'Université de New Mexico (1932) et fit de courts stages à l'Université du Vermont et l'Université Harvard. Concuremment, il explora à pied la côte nord de la Gaspésie et les monts Shickshock (1928), les environs de Saint-Urbain, comté de Charlevoix et des rivières Restigouche et Matapédia (1929), la Nouvelle-Écosse et les Îles-de-la-Madeleine (1930) et de nouveau la Gaspésie qu'il traverse à pied, depuis Mont-Louis jusqu'à Cascapédia, en passant par le mont Jacques-Cartier (1931). Ses études le conduisirent aussi au Nouveau-Mexique, en Arizona et en Floride (1932) tout en préparant sa thèse de doctorat sur les Astragales du Québec qu'il présenta en mars 1934. Le 15 juillet de la même année, il épousa Madeleine Aquin à Montréal, une jeune fille qu'il a connue au Laboratoire de botanique.

L'homme

Dépeindre Jacques Rousseau en quelques lignes serait sûrement incomplet et injuste tant ce personnage présentait des facettes différentes. À 20 ans lorsque je l'ai connu, et surtout à 25 ans lorsque je l'ai revu, c'était un jeune homme de taille moyenne mais déjà fort et musclé avec une abondante chevelure brune qui très tôt devint grise puis blanche. Il était infatigable et ses traversées à pied, le plus souvent seul et chargé de matériaux, de la Gaspésie et de l'île Anticosti restent légendaires. La série de ses grandes explorations au Nouveau-Québec, de 1944 à 1951 : lac Mistassini, rivière George, rivière Payne et Kogaluk, rivière Korok jusqu'au mont Torngat, sont des exemples d'énergie et de courage qui semblent frôler parfois la témérité. Cependant il ne laissait rien au hasard il savait calculer les risques et mesurer les efforts physiques selon ses normes et ses propres forces. Il choisissait avec grand soin ses guides indiens qu'il traitait comme des égaux, car, dans leur propre territoire, leur expérience dépassait la sienne. Je garde un souvenir très vif de l'expédition dans les monts Otish en 1949 au centre du Nouveau-Québec. Levé tôt et couché tard, il travaillait sans arrêt et, à l'assaut des montagnes, il partait chargé comme un mulet. Ailleurs, j'ai raconté (*Revue de l'Université Laval*, IV : 1-16, 1950) une excursion vers le plus haut sommet de ce massif qu'il fit en compagnie d'un guide indien et dont il faillit ne pas revenir vivant. Sur la route du retour, il s'affaissa et il dut passer la nuit à la belle étoile. Le lendemain matin, il revint au camp exténué, mais heureux, car il avait trouvé et récolté l'*Agoseris* et autres plantes endémiques rares ou inconnues. Le témoignage que nous a donné le peintre René Richard, qui l'accompagnait dans les monts Torngat, souligne aussi son intrépidité et sa vigueur.

À l'étude et au travail, il a mené de front des tâches les plus diverses. Chercheur, explorateur, professeur, administrateur et animateur, il trouvait cependant des moments pour échanger des vues avec ses collègues et ses amis et pour entrer en communication avec une foule de personnes, sans mentionner le temps qu'il consacrait à sa vie privée, à son épouse et ses enfants. Bien plus, il ne négligeait pas les autres aspects de sa personnalité, l'artiste, le folkloriste, le fin lettré, le gourmet. Il a entretenu d'étroites relations avec les peintres et les sculpteurs canadiens. Signalons qu'il est allé, avec son épouse à Sandy Lake, près du 52° Lat. N., chercher les dessins et esquisses de Norval Morrisseau, un indien Ojibwé, pour une exposition au Musée du Québec. Il a réuni une modeste mais intéressante collection de tableaux et d'objets d'art. Fin lettré, il s'est exprimé avec élégance et simplicité à la fois et il a fréquenté les auteurs canadiens ; poètes, romanciers, essayistes, historiens qui l'ont, du reste, accueilli dans leurs groupes. Tous ses amis savent combien il appréciait un excellent dîner, mais probablement peu connaissent ses talents culinaires. Personnellement, j'ai goûté certains mets qu'il préparait dans le Nord québécois avec les moyens du bord : le lagopède des saules aux bolets roux et le filet de touladi aux pholiotes Otish. Du reste, il a contracté très tôt l'habitude de recueillir les recettes de cuisine

chez ses compatriotes canadiens-français ou acadiens et aussi chez les Indiens et les Esquimaux. Toutefois, c'est en tant qu'ethnographe, préoccupé surtout des relations de l'homme avec son milieu, qu'il s'est le plus fortement manifesté. Attiré très tôt par le folklore, il collectionne les noms vernaculaires des plantes au Québec et ailleurs. Il fréquente les Amérindiens ici et au Mexique dont il cherche à pénétrer l'âme. Pendant plus de 15 ans en France et au Québec, son enseignement a porté sur les premiers habitants de l'Amérique qu'il a souvent défendus avec âpreté parfois.

Parmi ses traits caractéristiques, on ne peut omettre de souligner son sens affiné de l'organisation et de l'animation. Il suffit de mentionner qu'il fut la cheville ouvrière de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) et qu'il lui a insufflé son dynamisme, qu'il a joué un rôle de premier plan dans l'édification du Jardin botanique de Montréal et qu'il a mis en branle le mécanisme dont l'aboutissement a été la tenue à Montréal du IXe Congrès international de botanique. Signalons aussi, sous cet angle, ses démarches pour obtenir de diverses sources les subventions indispensables pour ses expéditions à une époque où il était très difficile d'arracher des subsides pour de telles entreprises.

Sa bonté et son dévouement pour les autres n'avaient pas de bornes. Combien de botanistes, canadiens ou étrangers a-t-il aidés et encouragés ; combien d'étudiants a-t-il secourus et cela jusqu'à la fin de sa vie. De mille manières, il a soutenu et assisté des collègues, des artistes, des écrivains et bien d'autres et cela sans arrière-pensée. Souvent il s'est porté à la défense des opprimés et a combattu l'injustice de toutes ses forces. Il avait aussi un sens inné de l'humour et l'on se souvient qu'il était un conteur des plus intéressants et d'une grande subtilité. Il s'exprimait toujours correctement et il n'admettait pas la vulgarité.

Travailleur acharné et bouillonnant d'idées nouvelles, il avait une propension à exiger des autres un rendement au moins raisonnable. Ceux que cette attitude bousculait n'appréciait pas ce trait de son caractère que l'on taxait alors de difficile. En fait, il avait une forte personnalité et il suivait la voie qu'il croyait la meilleure. Il n'admettait pas les compromis pour conserver un poste. On lui a rendu des témoignages éloquentes de sa droiture, de sa fermeté contre l'oppression des subalternes qui conservent le souvenir de sa bonté et de sa générosité à les défendre. Sans doute, il a dérangé des habitudes d'inaction par sa fougue pour le travail et la nouveauté. Mais si ses ennemis ont eu parfois raison de lui, il n'a jamais abdiqué ses convictions pour conserver un poste. En revanche, nombreux sont ceux qui gardent de lui le souvenir d'un collègue exemplaire, d'un ami dévoué et accueillant et qui lui sont restés fidèles.

Sa carrière

Il y a peu d'exemples au Canada français d'une carrière scientifique aussi fertile que celle de Jacques Rousseau. Elle commence très tôt, car ses études

secondaires n'étaient pas encore terminées qu'il s'initiait à la botanique et il n'y a pas eu de solution de continuité entre sa vie d'étudiant et celle du scientifique à l'oeuvre. À titre de chargé de cours et chef de travaux pratiques à l'Institut botanique de l'Université de Montréal, depuis 1928, et de professeur agrégé, depuis 1935, il dispensa l'enseignement de la génétique, de la paléobotanique et de la botanique économique pendant 10 ans. Simultanément, il élargit sa formation par des stages dans diverses institutions américaines, il termina sa thèse de doctorat (1934), effectua presque chaque année une exploration botanique et publia plus de 100 mémoires et articles dans les revues et les journaux. À cette période, se situe le nouveau départ de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) fondée en 1923 par le docteur Léo Pariseau et le frère Marie-Victorin. Nommé secrétaire général de cette fédération en 1930, il ne s'accorda aucun répit avant d'avoir organisé son premier congrès en 1933. Cet événement, dont il était le principal animateur dans les coulisses, éclata comme un coup de foudre dans le ciel québécois. Ce fut une révélation pour tous de voir réuni un si grand nombre de participants, pendant trois jours, présenter et entendre autant de communications. Le mouvement était amorcé et il ne devait pas s'arrêter. Le rôle de Jacques Rousseau dans la fondation du Jardin botanique de Montréal ne peut facilement s'évaluer, mais nous savons qu'il a admirablement secondé le frère Marie-Victorin et directement contribué à la création de cette institution, et cela pendant les années de crise économique.

À compter de 1938, commence la seconde partie de la carrière de Jacques Rousseau. Nommé sous-directeur et administrateur délégué du Jardin botanique de Montréal, il doit s'occuper de construction, de finance, d'aménagement tout en accomplissant ses autres tâches : enseignement, direction de l'ACFAS et ses recherches. Aussi, on le retrouve en Gaspésie (1939) à l'île d'Anticosti (1940 et 1942) qu'il traverse à pied. Son intérêt pour l'ethnobotanique annoncé dès 1932 par ses travaux à Caughnawaga, se précise en 1943 lorsqu'il se rend chez les Indiens du Haut Saint-Maurice et surtout en 1944 lorsqu'il inaugura la série de ses explorations du Nord québécois par un voyage au lac Mistassini. Jusqu'en 1951, il parcourut diverses régions stratégiques d'un immense territoire, dont il rapporta des quantités invraisemblables de matériaux d'étude et notes géographiques et ethnologiques. Au retour, il distribua une partie de ses récoltes à des spécialistes ne se réservant que les plantes supérieures et ses notes ethnologiques. Rappelons que ces expéditions à la rivière George, aux rivières Payne et Kogaluk, et au nord-est de la baie d'Ungava, dans des secteurs qui n'étaient pas encore cartographiés, seul avec des Indiens, ou avec des chercheurs d'autres disciplines, étaient ardues et même audacieuses. Pendant ces années sa plume alerte ne s'arrête pas et il écrit un grand nombre d'articles scientifiques et de vulgarisation et un livre sur l'hérédité et l'homme. On le retrouve dans plusieurs organisations canadiennes et étrangères et au poste de professeur dans diverses universités du Québec et d'ailleurs. C'est en 1948 ou 1949 qu'il conçut le projet

de recevoir à Montréal les botanistes du monde entier réunis en un congrès international. À cette fin, il dut remuer beaucoup de gens et il obtint du Gouvernement canadien l'autorisation de lancer une invitation au congrès de Stockholm en 1950. Toutefois, ce ne fut qu'en 1954, à Paris, que ses démarches aboutirent et qu'il peut organiser un comité provisoire chargé de la préparation de ce congrès. Depuis 1930, il assumait bénévolement la tâche énorme de secrétaire de l'ACFAS qui comprenait la préparation des congrès et la rédaction des Annales. Mais en 1946, sous des pressions et des critiques plus ou moins camouflées, de jeunes scientifiques pressés de profiter du tremplin qu'il avait édifié, il préféra donner sa démission. Après la mort du frère Marie-Victorin, le Jardin botanique de Montréal, sous sa direction, poursuivit sa double mission d'éducation populaire et de recherche. Les publications de Rousseau, Marcel Raymond et James Kuciniak, notamment, lui méritaient une réputation internationale. Diverses activités parallèles se développaient ou naissaient sous son aile : Cercles des jeunes naturalistes, Cercle de mycologues amateurs. Mais, en raison même de l'activité débordante de Jacques Rousseau, une cabale s'organisa contre lui et l'on réussit en 1956 à lui rendre la vie tellement impossible qu'il accepta une autre situation.

La troisième étape de sa carrière débuta en 1956, lorsqu'il accéda au poste de directeur du Musée de l'homme du Canada. Pendant son séjour relativement court à Ottawa, il tenta de mettre de l'ordre dans cette institution pour en faire un centre très actif dans les domaines de l'ethnologie et de l'archéologie. Par ses travaux et ses publications, il donna lui-même l'exemple. Mais bientôt des intrigues se nouèrent autour d'un tel travailleur et contre ses méthodes administratives qui furent adoptées par la suite dans plusieurs ministères. " Plutôt que d'amender ses positions, il préféra quitter son directorat " comme l'a écrit Clément Marchand. Nous possédons peu de renseignements sur cet épisode de la vie qui, sans doute, fera l'objet d'une étude intéressante. Revenu chez lui, sans situation pendant huit mois, il poursuivit ses travaux et ses publications continuèrent de paraître. En 1959, il participa activement au Congrès international de botanique à Montréal, à titre de conférencier invité et de président des sections de nomenclature et d'ethnobotanique. Afin de suivre sa vocation, il dut s'expatrier et c'est la France qui l'invita à continuer ses travaux à titre de professeur associé à la Sorbonne et chargé de cours à l'École des hautes études. Outre l'enseignement, il continua ses recherches botaniques au Muséum d'histoire naturelle, participa activement à diverses organisations mondiales de botanique, d'ethnologie et de recherches arctiques, prononça de nombreuses conférences et mit sur le chantier des manuscrits volumineux. À l'invitation de l'Université Laval, il revint au Canada en 1962 pour occuper le poste de directeur de recherches et de professeur d'ethnologie au Centre des études nordiques où il déploya encore une activité fébrile. Son action s'exercera sur un grand nombre d'étudiants, notamment sur ceux dont il dirigea les travaux de thèse. Il participa à de nombreux congrès en Europe et en Amérique sur la botanique, les Amérindiens de l'Arctique, il écrivit de nombreux articles et surtout il reprit des travaux de longue haleine. Usé par son labeur incessant et surtout par les obstacles de

toute nature semés sur sa route, ce savant, doué d'une rare puissance intellectuelle et de travail, cet homme courageux et fort ressent bientôt les premières attaques du mal qui devait le terrasser en 1970.

Au cours de cette vie mouvementée et extrêmement féconde, il a exercé une influence considérable dans tous les milieux, car il s'intéressait à tous les problèmes de son temps, aussi bien sociaux, internationaux que scientifiques. Membre de plus de 70 sociétés nationales et internationales, il a souvent contribué à leur fondation et dirigé les destinées de plusieurs pendant des périodes parfois assez longues. Mentionnons en particulier les suivantes : Société canadienne d'histoire naturelle (1923), Société de biologie de Montréal (1926), Société de géographie de Québec (1937), Association forestière québécoise (1939), Société de géographie de Montréal (1939), American Society of Plant Taxonomists (1940), Association canadienne de conservation (1940), Botanical Society of America (1943), Champlain Society (1942), American Association for the Advancement of Sciences (fellow, 1946), Society for the Study of Evolution (1946), Fondation Marie-Victorin (1944), The Arctic Institute of North America (fellow, 1948), Société botanique de France (1949), American Anthropological Association (1948), International Association for Plant Taxonomy (1950), Société des américanistes (1950), Cercles des mycologues amateurs de Montréal (1950), American Society for Human Genetics (1952), International Union for Biological Sciences (1953), Bureau international de nomenclature botanique (1954), International Society of Bioclimatology and Biomeeteorology (1956), Anthropological Association of Canada (1963).

Ses grands mérites ont souvent été reconnus et il a reçu un grand nombre de distinctions et de titres honorifiques. Parmi les quelques trente mentions qui lui ont été décernées, signalons les suivantes : membre de la Société royale du Canada (1942), deux Prix scientifiques de la Province de Québec (1937 et 1942), médaille de l'American Philosophical Society et de la National Academy of Sciences (1946), Médaille Léo Parizeau de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (1947), Prix Henri de Parville de l'Académie des sciences de Paris (1949), Membre du groupe des " Dix " (1951), Médaille Marie-Victorin (1951), Médaille Isidore-Geoffroy-Saint-Hilaire de la Société d'acclimatation de France (1952), Certificate of Merit de la Botanical Society of America (1956), Médaille de la langue française de l'Académie française (1964), Docteur ès Sciences, *honoris causa*, de l'Université Laval (1966), Officier de l'ordre " Polonia restituta " (1966), premier récipiendaire de la Médaille George Lawson de la Canadian Botanical Association (1969), Médaille de l'Ordre du Canada (1969).

La Commission de Géographie vient de donner le nom de Mont Jacques Rousseau à une montagne de 4130 pieds d'altitude située sur la rive droite de la rivière Alluviaq dans une région du Nouveau-Québec qu'il a exploré en 1950.

Ses contributions

Marqué au coin de l'éclectisme, l'oeuvre de Jacques Rousseau se répartit dans divers domaines : botanique, ethnologie, linguistique et géographie. Toutefois, elle évolue dans un sens bien déterminé : le terroir québécois. Que ce soit dans ses travaux scientifiques, historiques ou littéraires, on retrouve toujours sa préoccupation sous-jacente : l'homme dans son milieu naturel. Il a tenté de décrire les diverses régions du Québec par la végétation surtout, mais sans jamais oublier les autres éléments de l'écosystème depuis l'assise géologique jusqu'aux populations humaines en passant par le sol, les plantes, les animaux, le folklore, l'histoire, la langue et bien d'autres manifestations. Essayons de cette masse de documents de dégager les principales données qu'il a recueillies et commentées.

Dans sa discipline première, ses apports sont si considérables qu'il est difficile de les évaluer sommairement. Dans presque toutes les régions du territoire québécois, il a puisé des échantillons de plantes et noté des observations écologiques précieuses. Seul ou accompagné de spécialistes dans d'autres domaines, il a rapporté des plantes supérieures, des champignons, des mousses, et des animaux qu'il a étudiés lui-même ou distribués à des spécialistes. Un nombre élevé de notes, d'articles et de monographies tirent leur substance originale de ces expéditions. Outre sa thèse sur le genre *Astragalus* au Québec, augmentée par des additions, il a décrit au delà de 130 espèces, variétés ou formes. Huit entités ont été nommées en son honneur. Ses contributions directes ou indirectes à la Flore laurentienne du F. Marie-Victorin consistèrent surtout en la préparation de la clé générale des familles et en la rédaction des chapitres sur les genres *Astragalus*, *Viola* et *Ceratophyllum*. Les rapports des plantes avec le milieu ambiant n'échappèrent jamais à l'attention de Jacques Rousseau : partout il a noté avec soin l'habitat des espèces récoltées. Il a étudié d'une manière spéciale la végétation de la zone intercotidale de l'estuaire du Saint-Laurent, des tourbières du littoral en Nouvelle-Écosse, des tourbières réticulées des régions nordiques et, bien sûr, des forêts-parcs des zones hémiarctique et subarctique et des prairies alpines ou de la toundra arctique. Il s'est attaqué au problème de la répartition des espèces de la pleine lumière et de leur signification en tant qu'indices de l'existence des "nunataks" dans l'est du Canada.

Ses travaux sur la végétation riparienne dans la région méridionale du Québec et sur les effets de l'exhaussement des eaux par les barrages montrent bien son intérêt pour l'écologie et la botanique appliquée. Ses contributions à la phytogéographie resteront probablement les plus importantes de sa carrière en raison même de l'étendue du territoire qu'il a parcouru. D'ailleurs les divisions phytogéographiques qu'il a proposées sont classiques et sans doute le resteront.

Un autre aspect de la botanique qui lui a valu une réputation internationale fut la nomenclature des plantes dont il est devenu un spécialiste reconnu. De partout, on le consultait pour obtenir son opinion sur la désignation d'une espèce,

d'un genre ou d'une famille. En particulier, il a proposé un code de nomenclature des hybrides intergénétiques et publié une longue étude sur l'appellation de notre érable à sucre. À plusieurs occasions, il a habilement dirigé les débats dans ce domaine plutôt légal qui prête à des discussions interminables lors des congrès internationaux. La phylogénie et la génétique des plantes faisaient partie de ses préoccupations et il a publié des observations sur la transmission des variations chez plusieurs espèces indigènes et exotiques, et sur la tératologie. Cependant, l'histoire de la botanique au Canada a retenu l'attention de Jacques Rousseau dès le début de sa carrière. Aussi a-t-il fouillé la vie et les oeuvres de l'abbé Ovide Brunet, l'abbé Léon Provancher et l'abbé J. Moyen, et il a fourni des preuves de la visite à Québec d'Asa Gray en 1858. On lui doit surtout une étude élaborée sur la botanique du nord-est américain avant 1534 et à l'époque de Jacques Cartier. Minutieusement, il retraça l'histoire et les contributions de Michel Sarrazin, Jean-François Gauthier, Gabriel Sagard, André Michaux, Père Albanel, Champlain, George Lawson, Pierre Boucher et Sébastien Vaillant et Banks. Enfin, il a trouvé en Suède le manuscrit inédit du journal du voyage au Canada de Pehr Kalm en 1549. Il a longuement travaillé à la traduction et à l'étude critique de ce document de grande valeur historique et botanique. Malheureusement, il est mort avant de voir ce travail terminé, mais sa publication ne devrait trop tarder car le manuscrit était en grande partie prêt pour l'impression. Il a entrepris d'indexer la Flore populaire de Roland et préparé à cette intention au delà de 100,000 fiches.

La botanique économique a toujours retenu l'attention de Jacques Rousseau. Outre de très nombreux articles de vulgarisation sur les plantes économiques du monde, il a écrit plusieurs notes et études sur les espèces comestibles, médicinales ou autrement utiles aux indigènes du Québec. Il a, en particulier, trouvé l'identité de l'*annedda*, cette plante aux propriétés antiscorbutiques dont un chef indien a recommandé l'emploi à Jacques Cartier en 1536. Dès 1932, il notait l'usage des plantes par les Indiens de Caughnawaga et ses études ethnologiques se poursuivirent pendant ses visites des réserves indiennes du Québec méridional, chez les Ojibwés en Ontario et ses expéditions au Nouveau-Québec. Ses essais sur la gastronomie indienne, sur l'alimentation végétale des Amérindiens chasseurs de la zone subarctique et son étude biogéographique et ethnobiologique de la péninsule Québec-Labrador resteront des modèles dans ce genre.

La contribution de Jacques Rousseau à l'ethnologie des populations indiennes du Québec restera sans doute l'une des plus considérables au Canada. Par ses nombreux séjours chez les Montagnais et les Esquimaux, il avait acquis une très grande expérience personnelle sur leur mode de vie actuelle et passée, sur leurs croyances et sur leurs moyens de communications. Afin de mieux pénétrer l'âme de ces peuples il a associé son épouse, Madeleine A. Rousseau, à ses travaux au lac Mistassini. Ses observations, disséminées dans un grand nombre d'articles de journaux, de conférences publiques ou autres et de communications à diverses sociétés, se trouvent en résumé dans certains mémoires comme celui

que la Société royale du Canada publia en 1957 dans son *Studia Varia* (L'Indien de la forêt, élément de la formation écologique).

Du début de sa carrière jusqu'à la fin, Jacques Rousseau, linguiste, s'est toujours intéressé à la nomenclature vernaculaire des plantes et des objets chez ses compatriotes. Il a défendu parfois avec âpreté les canadianismes de bon aloi. Dès 1928, il a fourni ses premières contributions au "Glossaire du parler français au Canada" et périodiquement il ajouta des mots à cette liste. Son dernier travail, publié quelques mois après sa mort, dans les Cahiers de la Société des Dix, dont il était membre, s'intitule : "Le parler canadien et le français universel". Selon Clément Marchand ces pages "constituent un plaidoyer convaincant pour leur conservation dans le français universel, malgré les tabous des milieux académiques ensnobés qui leur refuse le droit de cité".

Géographe, Jacques Rousseau l'a été du début à la fin de sa carrière, puisqu'il a décrit une partie du Nord québécois, proposé des noms à un grand nombre de lacs, rivières et montagnes, et montré les rapports très étroits entre le milieu naturel et les populations humaines dans un très vaste territoire. En tant que conférencier, directeur de recherches et professeur il a contribué à la connaissance, ici et ailleurs dans le monde, d'un grand nombre d'aspects scientifiques, géographiques, ethnologiques et historiques du Québec.

RENÉ POMERLEAU

ANATOMICAL STUDIES IN COTTON-THORN,
TETRADYMIA AXILLARIS A. NELS.

TYGE W. BÖCHER

*Institute of Plant Anatomy and Cytology
University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark*

Résumé

Tetradymia axillaris, un arbuste xérophytique, présente certains caractères anatomiques particuliers; entre autres, le comportement du cambium et le développement des tissus conducteurs semblent extraordinaires. Dans les jeunes tiges se forme un cylindre de faisceaux libéro-ligneux irréguliers. Quelques faisceaux contiennent du xylème primaire supplémentaire à l'extérieur du liber et, dans ce cas, le cambium est situé plus près de la périphérie de la tige. Chez les tiges plus vieilles, on peut aussi trouver des plaques isolées de xylème primaire supplémentaire à l'extérieur du cambium. L'activité du cambium est très variable. Dans certaines régions du cambium, la formation du xylème est ralentie, ce qui amène la formation de crêtes de xylème. Dans les jeunes tiges et dans les feuilles, les faisceaux libéro-ligneux sont entourés de gaines contenant un grand nombre de cellules trachéoidales qui emmagasinent de l'eau. L'auteur discute de l'importance des diverses structures xéromorphiques, et compare celles-ci aux structures non xéromorphiques.

Abstract

The xerophytic shrub, *Tetradymia axillaris*, exhibits a number of deviating anatomical characters among which the behaviour of the vascular cambium and the development of the vascular tissues are most striking. In young stems a cylinder of irregular bundles is formed. Some of the bundles contain additional xylem cells outside the phloem, and the cambium is here situated nearer to the periphery of the stem. In older stems the additional xylem may still be found as isolated groups outside the cambium. Cambial activity is not uniform. In some cambial sections the xylem formation is checked with the result that xylem ridges are formed. Vascular bundles in young stems and in leaves are surrounded by bundle sheaths which contain numerous tracheoid water storage cells. The importance of the various xeromorphic characters is discussed, and these characters are compared with non-xeromorphic ones.

Introduction

Tetradymia axillaris A. Nels. is an important member of the shrub-steppe e.g. in Nevada, U.S.A., where the writer had the opportunity to study this species during an excursion arranged by professor Fritz Went, Reno. The species is common on dry slopes and flats from the Mojave Desert north to Mono County and east to Utah and Arizona. As compared with the other species of the genus, *T. axillaris* deviates by shedding most of its leaves during

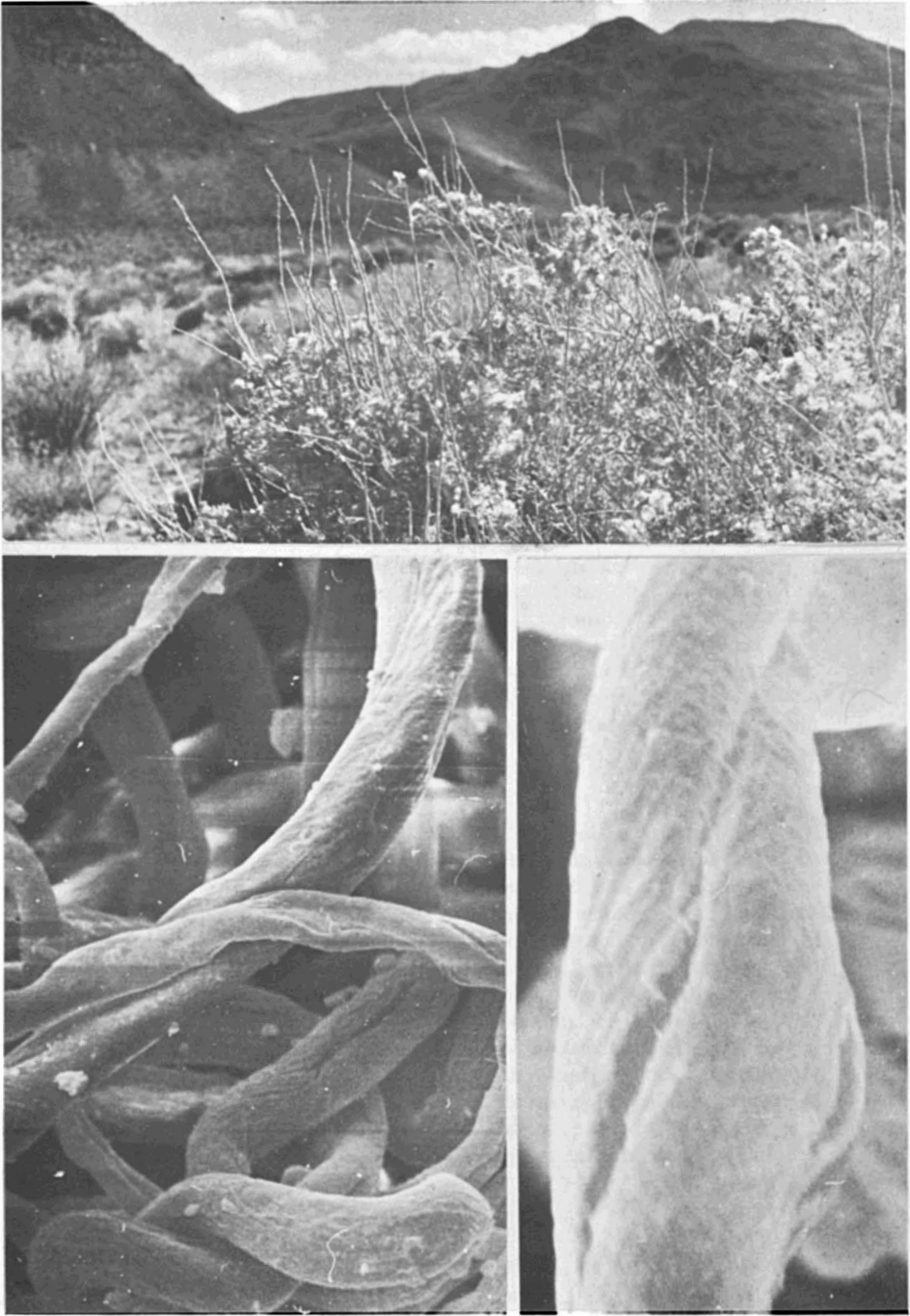


FIGURE 1. Top : *Tetradyamia axillaris* in shrub-steppe near Reno, Nevada. White, woolly, young branches and clusters of achenes covered with long, soft, white hairs reflecting sunlight. Bottom, left : Hair cover as observed in Scanning Electron Microscope ($\times 1100$), right : Part of single hair. ($\times 5500$).

the dry season, after which its appearance becomes quite striking. The branches are densely white-tomentose. The involucre bracts are short-woolly, and the achenes have many long and soft white hairs nearly equaling the pappus. In the dry season the plant is whitish and hairy and may look as if it was dried-up and dead. This impression becomes stronger when one squeezes the twigs which because of the many cavities in the tissues appear soft or even spongy (see further Fig. 1).

Material of this species was fixed in alcohol and brought to Denmark to be studied in connection with a more general study of the anatomy of species with assimilatory stems (cp. Böcher & Lyshede 1968). Such species which lack foliage or are deciduous in dry seasons and have green stems belong to a life form which has many members from widely different families. Particularly many apophyllous species are found e.g. in dry subtropical or temperate steppes in W. Argentina and in the Mediterranean areas.

The apophyllous life form includes several subtypes, and *Tetradymia axillaris* represents one such subtype characterized by the very dense cover of hairs. Most other apophyllous species are green and glabrous or with only few trichomes. A few are densely covered with glandular hairs (the *Fabiana*-type).

The material which was collected in Nevada (Fig. 1) deviated morphologically from typical *T. axillaris* by not having long rigid spines. The leaves which in the normal plant develop into thorns are shed with the exception of the leaf bases which remain as scale leaves. Near the top of the young shoots, however, some small and weak almost cylindrical leaves were found which were gently tapering into a mucro. These leaves were clearly predisposed to develop into spines but were probably shed before maturing as spines. In the axils of the scales the small shoot primordia are covered with long white hairs. Very often the scales or leaf bases are hidden among the hairs on the small axillary white woolly cushions. Small green non-woolly leaves are formed in fascicles in the axils and are, as primordia and in the early stage, also protected by the dense and long hair cover.

Epidermis

Young twigs have axially stretched epidermis cells. The outer walls are cutinized. Guard cell precursors have a denser cytoplasm and are only slightly sunken (Fig. 5, top).

In older stems the outer cutinized layer is thicker (10 μ), and the epidermis cells next to the guard cells curve inwards thereby forming a depression outside the guard cells (Fig. 3). In surface views the stomatal openings are surrounded by ridges which when stained with Sudan IV may resemble a pair of red lips in a most striking way (Fig. 2). In the bottom of the depression the openings between the outer ledges of the guard cells

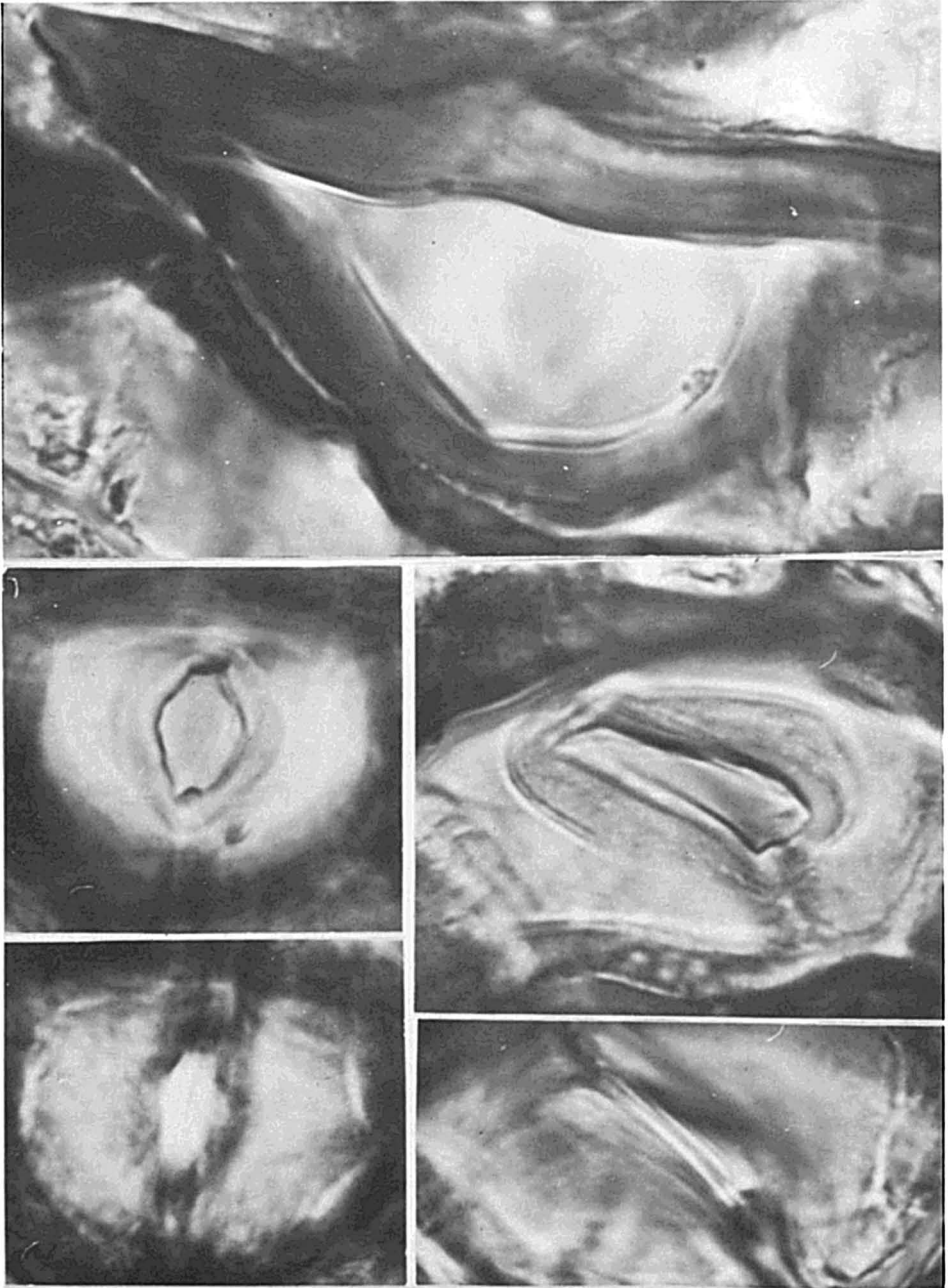


FIGURE 2. Stomatal opening in surface view. Photos - top, and two below to the left : Epidermal ridges surrounding opening stained with Sudan IV, and the same opening at lower focusing at plane of outer ledges and plane of central pore. Two photos below to the right : Oblique view at plane of outer ledges and below at central pore which is firmly closed. Black shadows from stained epidermal ridges above. ($\times 2000$).

are elliptic or elongate with nearly parallel sides, sometimes almost linear (Fig. 2, below). In 3-4 year old stems the thickness of the cuticular layer has increased by 20 μ and measures about 30 μ . It is clearly lamellated, each epidermis cell producing stacks of very thin dome-shaped cutin lamellae (Fig. 10).

The numerous trichomes consist of a few (most often two) erect basal cells and a single terminal, very long, and irregularly curled cell. The walls of the basal cells are cutinized and relatively thin, while those of the distal curled cells are very thick, strongly birefringent and consist of cellulose covered with a very thin cuticle. The basal part of the distal cell is swollen (Fig. 6, top). The protoplasm in the basal cells stays alive. The distal cell may be able to grow at the base for a long period.

Scanning electron micrographs clearly show that the distal curled parts are obliquely cross-striated, and that the cell wall splits lengthwise, mostly parallel to the striae. In Figure 1 the striae which probably are macrofibrils are seen parallel to the split, but another system of transversely oriented macrofibrils is clearly cut during the formation of the split. When moistened the hair cover on dried specimens takes up water which probably penetrates through the splits and is moved inside and between the hairs as a result of capillarity. There is no evidence of uptake of water by the basal living cells.

The stomatal apparatus is interesting in many respects, not only by the system of cavities being present in front of the central pore. As already described there is first a sheltered area formed by the erect basal parts of the trichomes which to some extent carry the curled parts of the trichomes as a roof (Fig. 6, top). Next are found the depressions in the epidermis framed by cutinized ridges (Fig. 3), and finally the front cavities limited by the outer ledges which form a diaphragm with a \pm narrow entrance to the cavity (Fig. 2 and 3). On the slides the pore itself was frequently found to be firmly closed. Very often one guard cell appeared to wedge into the neighbouring one which had a corresponding depression (Fig. 3, middle row, left). On both sides the protoplasm is reduced to a thin plate, and the walls towards the pore are secondarily thickened. This probably involves that the pores with increasing age become more rigid and the stomatal movement more or less checked.

In the central area the back cavities are open towards the wide substomatal chambers, but during the growth they are sometimes markedly narrowed by the interior walls of the guard cells. At the ends of the guard cells these walls are completely merged but they seem to be able to expand into the back cavity which finally may be filled by a triangular wall sector. During the growth the protoplasts have connections to the new wall areas by some very slender extensions resembling ectodesmata (see Fig. 4). In 4 year old stems the inner walls of the guard cells are mostly pressed towards one another and the very narrow pore more or less zigzag-bent (Fig. 4).

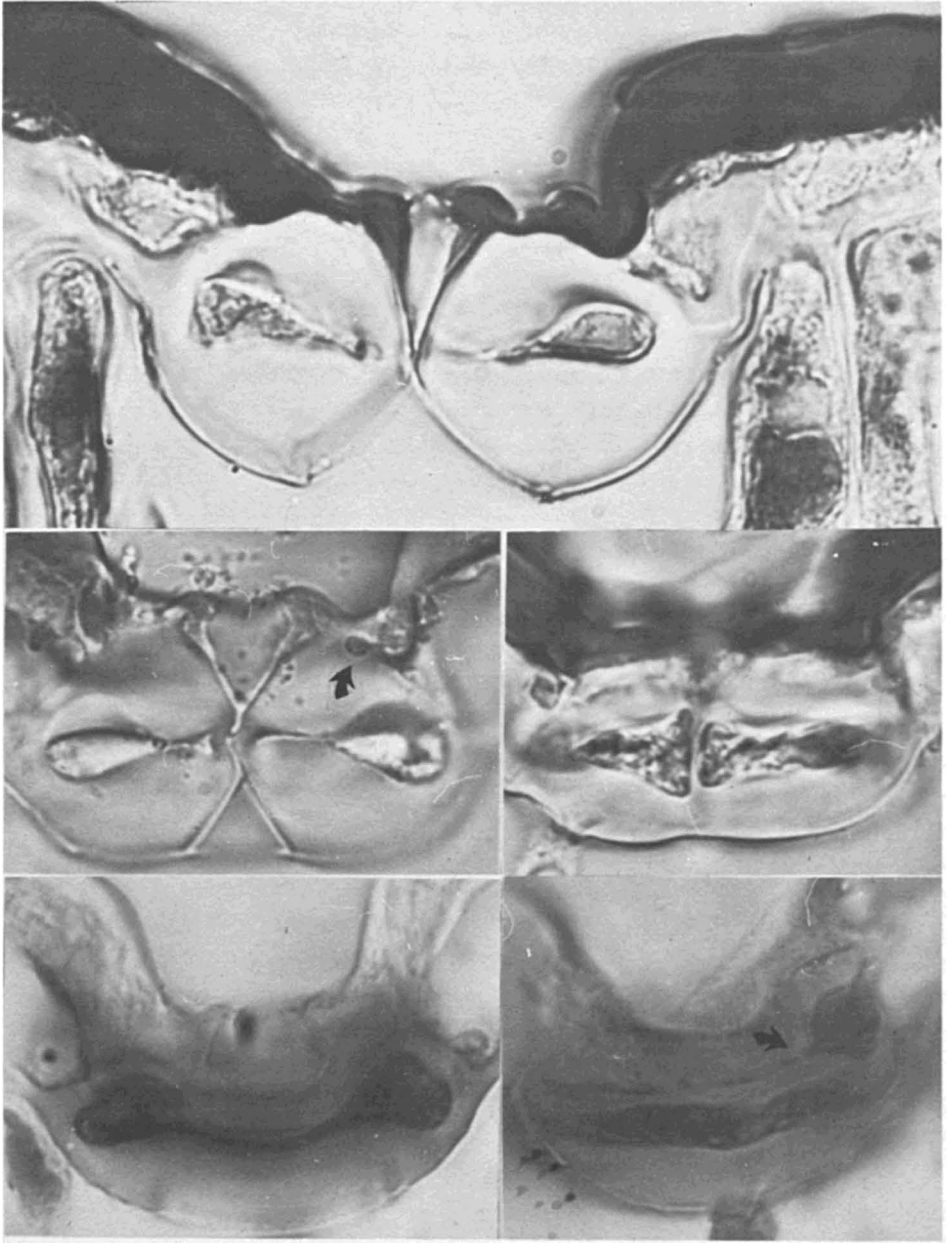


FIGURE 3. Stomatal apparatus in cross sections (three uppermost photos) and longitudinal sections (two pictures below). Top picture showing entire apparatus after staining with Sudan IV. Palisades on both sides of substomatal chamber. Two photos below to the left show central region adjacent to the pore and the front cavity. Pictures to the right show a cross section of one of the ends of the guard cells (treated with Sudan IV) and a longitudinal section of a guard cell through the thicker part of the protoplast distal to the pore. Arrows pointing towards extensions from subsidiary cell. ($\times 2000$).

The thick part of a guard cell protoplast has the shape of a telephone handset, while the thin part is like a plate which in the middle connects the two ends of the handset.

The subsidiary cells are placed obliquely upwards (outwards) in relation to the guard cells, and the protoplasts are separated from the thick parts of the guard cell protoplasts by a relatively thin wall which with increasing turgor in the guard cells probably bulges into the subsidiary cell. Only a rather strong curving of the backside part of the guard cell protoplasts will make an opening of the pore possible.

As it appears from Figures 3 (arrows) and 4 the subsidiary cells are provided with very thin protoplasmic extensions into the thick outer walls of the guard cells. In some cases these extensions are very thin plates which can be traced as a fine line parallel to the thick curved backside of the guard cell protoplast. In the margin they seem to swell. In cross sections a similar swelling is sometimes seen. The extensions may, therefore, have a marginal swelling running inside the outer ledges, a fact which indicates that the subsidiary cells here contribute to the building up of the walls on the outer side of the pore.

The position of the subsidiary cells indicates that the opening of the pore will involve an obliquely upwards movement of the guard cells. Hence the back cavities may be widened a little, and perhaps the angle between the outer ledges and the thick cuticular ridges will be less obtuse. The thin parts of the outer walls on both sides of the outer ledges may serve as hinges during such a movement which seems to be facilitated by the occurrence of the above-mentioned distal swellings of the extensions from the subsidiary cells (arrows in Fig. 3). Against this assumption speaks the fact that the plasmatic extensions sometimes are difficult to detect and may not be developed in all cases.

In parts of the stem the epidermis undergoes changes which imply the degeneration and dying of the protoplast. The first sign of this development is a lignification of a wall lamella inside the cuticular layer of the outer walls as well as of parts of the interior walls (Fig. 5, top). In the next stage the cells may either be compressed and filled with dark substances, or they increase greatly in size while, at the same time, their walls are lignified and suberized (Fig. 5).

In the green leaves the epidermis has a cuticle but hardly a cuticular layer. There are few or no hairs and the stomata are not sunken but provided with front cavities. The walls of the guard cells are thin compared to those of the stem guard cells. When young the thin bracts found on the scapes have stomata on the abaxial side which is covered with hairs.

In the leaves which were tapering into a mucro (suppressed spine-leaves) the epidermis was partly decomposed. Many cells were compressed and dead,

and the leaf was clearly kept intact by the cuticle. Of particular interest is the fact that the majority of the stomatal openings had been closed presumably before the normal epidermis cells degenerated. Obviously the back cavities had disappeared. The interior parts of the guard cells had approached one

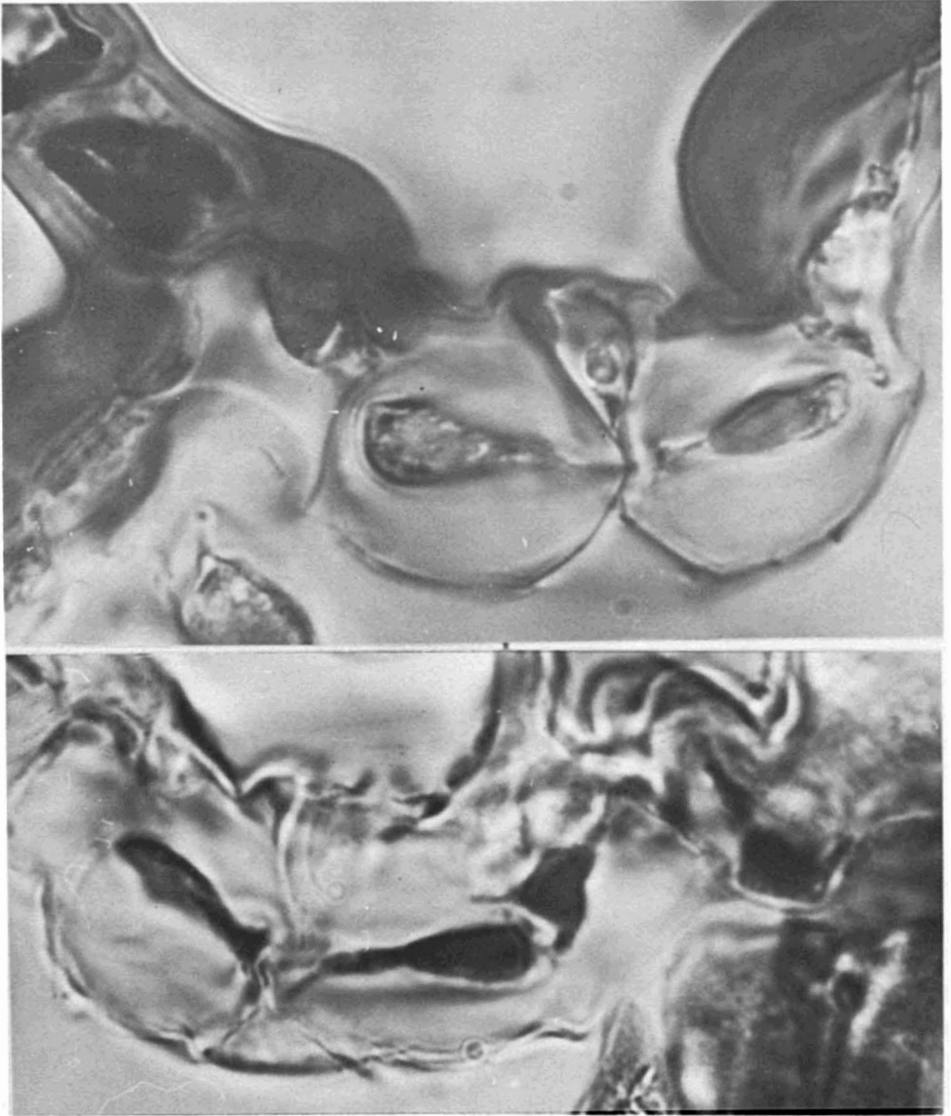


FIGURE 4. Transverse sections of stomatal openings. Top: stained with Sudan IV showing cuticular ridges and two basal cells of hair (to the left). Bottom: The back cavity has been filled by wall material; very slender extensions radiate to the triangular wall area below the pore. The protoplasm of the subsidiary cell to the right sends extension into the wall covering the guard cell externally. Below to the right palisade cells. ($\times 2000$).

another and merged. In some cases triangular wall sections filling up the back cavities were found. Such very late formed parts of the interior wall were frequently lignified.

Cortex

In the stems of *Tetradymia axillaris* the cortex is either normal or replaced by a phellem of a special type. Normal outer cortex tissues are assimilatory and usually consist of elongate palisade cells, but in certain stems green cells have more the character of water storage cells with chloroplasts. The normal elongate palisade cells are all provided with one crystal druse and a (larger) body (vacuole?) which stains red with Sudan IV and contains lipids. The fatty body is situated quite near the nucleus (Fig. 3, top). In the inner part of the cortex the cells are axially stretched and collenchymatous. Even if they sometimes (at the nodes) seem to develop into a collenchyma with mechanical function, they are in the material which was studied mostly subject to a decomposition by which the thick middle lamellae are dissolved. The wall thickenings in the angles of the cells are often maintained, while some of the thinner wall areas are dissolved. Very frequently short transverse walls are irregularly bent and break down in the middle part while the longitudinal walls are pressed together. As the material was preserved in alcohol, a dehydration of the pectic wall substances may have caused contractions resulting in a widening of the intercellular spaces and a rupturing of some of the walls. However, in this case the decomposition is probably due to environmental conditions (drought), or is just to be considered a natural stage in the development of the stem. The walls in the collenchymatous cells have thick middle parts composed of pectic substances which are rich in water. The collenchymatous tissue is placed just inside the palisade cells which during periods of water shortage may utilize the water reserves in the pectic wall layers (Fig. 7, left, arrow).

The dissolution of the inner cortex cells is probably simultaneous with the decomposition of a major part of the primary phloem. Originally this contained large water storage cells located probably in particular between the fiber strands, but it became transformed into a curious "cobweb" of wall remains and thin cell septa surrounding the cavities (Fig. 7 and 9).

A most striking alteration of the cortex had taken place in some of the young stems. The outer cortex cells were here transformed into phellem. This change was coordinated with that in which epidermis cells increase in size while their walls at the same time become lignified-suberized. The peculiar phellem formation goes on without initiation of a typical phellogen. At first the cortex cells increase in size, next their walls are altered chemically and the protoplasts die. As a result of the increase in cell size, the deviating phellem forms phellem cushions of varying size. Sometimes only the outer cortex cells.

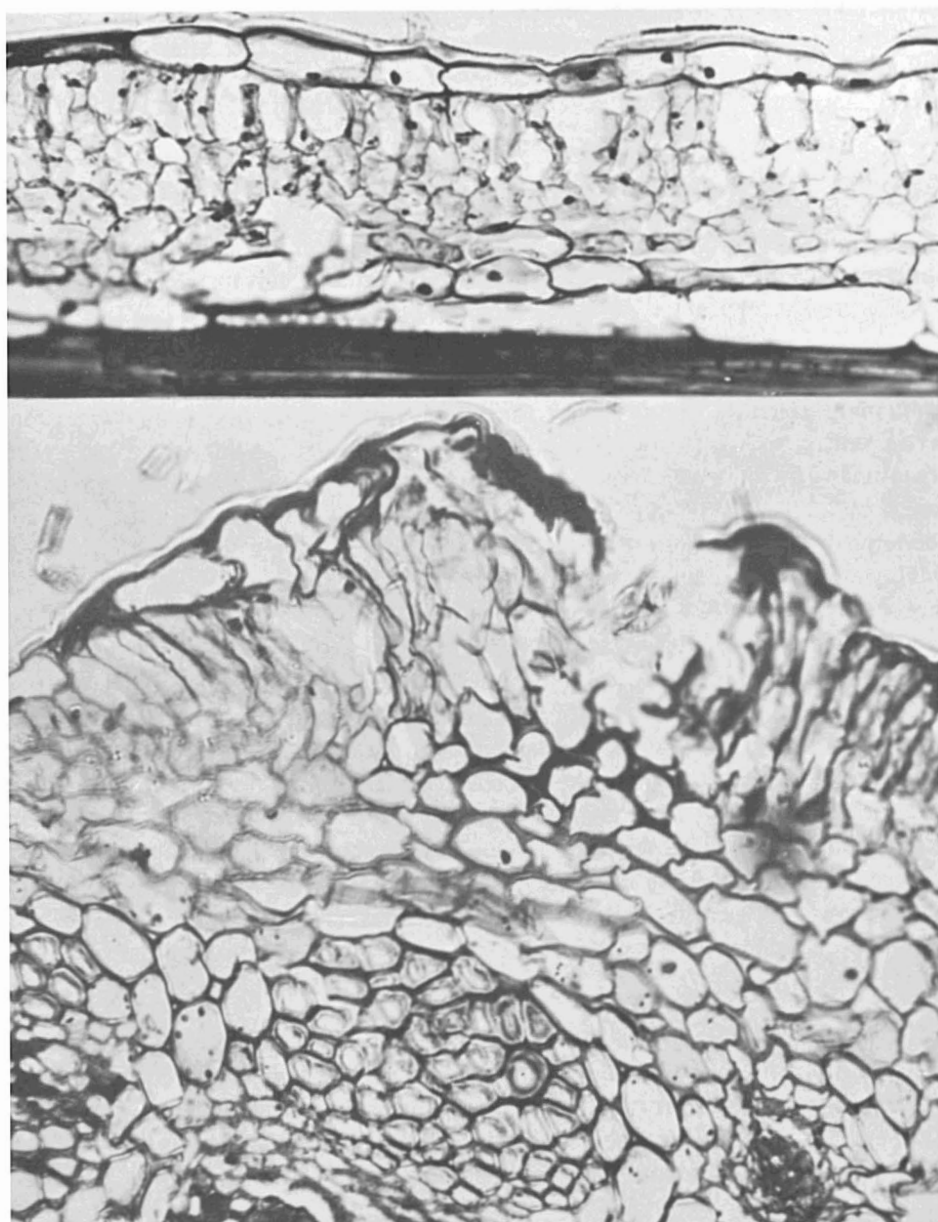


FIGURE 5. Top : Longitudinal section of young stem. Bottom : Cross section. Staining Fast-green - Safranin. - Top : Epidermis with two guard cell precursors, and on the extreme left, long cell with lignified walls subject to dying and compression. Below cortex parenchyma two layers of large elongate cells (bundle sheath) outside fibers (dark). - Bottom : Epidermis cells either compressed and decomposed (dark) or widened. Outer cortex cells radially elongated and widened, both lignified and suberized. Inner cortex collenchymatous, compound middle lamellae being decomposed. Bundle sheaths surrounding fibers of two large bundles and to the right a small leaf trace. ($\times 320$).

are changed, in other cases the phellem formation spreads inwards and finally reaches the phloem fibers. During the development of the outbulging phellem cushions parts of the primary tissues, which did not change into phellem, die and remain as shrivelled tissue flakes on the surface of the phellem cushions.

The phellem cushion formation sometimes involves rather large parts of the surface, in one case about half of the stem circumference. At the nodes phellem cushions may grow out, in some cases carrying on the top the shrivelled remains of an abortive lateral shoot which originally was formed in the axil of a scale leaf (cp. Fig. 12, top). In weak branches where the photosynthetic activity is limited due to lack of palisade tissue, the phellem cushion formation is extensive and starts very early. On the other hand it is very restricted or absent and starts late in assimilatory branches like those pictured in Figure 7.

In the cells which are transformed into phellem cells, the middle part of the thin walls stains red with Safranin. Sudan IV seems to stain lamellae on both sides of the middle lamella. Parts of the wall remain birefringent indicating that cellulose is present in spite of the lignification of the middle part and the apposition of suberin on both sides. Whether the suberin lamella is continuous is difficult to see. But in several cases the Sudan IV staining was very pale or did not include the intire wall. The phellem cells are probably related to what has been called phelloids. If they were able to swell, we would have found a new example of a plant with Schleimkork described by Jönsson (1902) to be found among certain desert plants.

In 3-4 year old stems normal phellogens are initiated in the inner cortex just outside the large phloem fiber strands. Also inside the latter phellogens arise which, when observed in cross sections, result in large fusiform phellem areas surrounding the fibers (Fig. 10). The phellem cells here were easy to stain with Sudan IV, and the walls had no birefringent layers.

Mesophyll

As already mentioned *Tetradymia axillaris* has leaf dimorphism. In the material at my disposal for anatomical studies there were none of the assimilatory green and glabrous ones which are placed in axial clusters and are shed in the dry season. On the other hand, some leaves on primary shoots were available for study. These were clearly predetermined to develop into spines, but remained weak and soft apart from the tip which was narrowed into a mucro. In structure they were obviously placed between green clustered leaves and strong spines, being somewhat hairy as the young spines, but presumably being shed like the green leaves. At the time of preservation the leaves were probably on the point of wilting. The cells in the mesophyll were collapsing as were the epidermis cells, and their walls were subject to dissolution. Whether this wilting was due merely to unfavourable conditions or should be

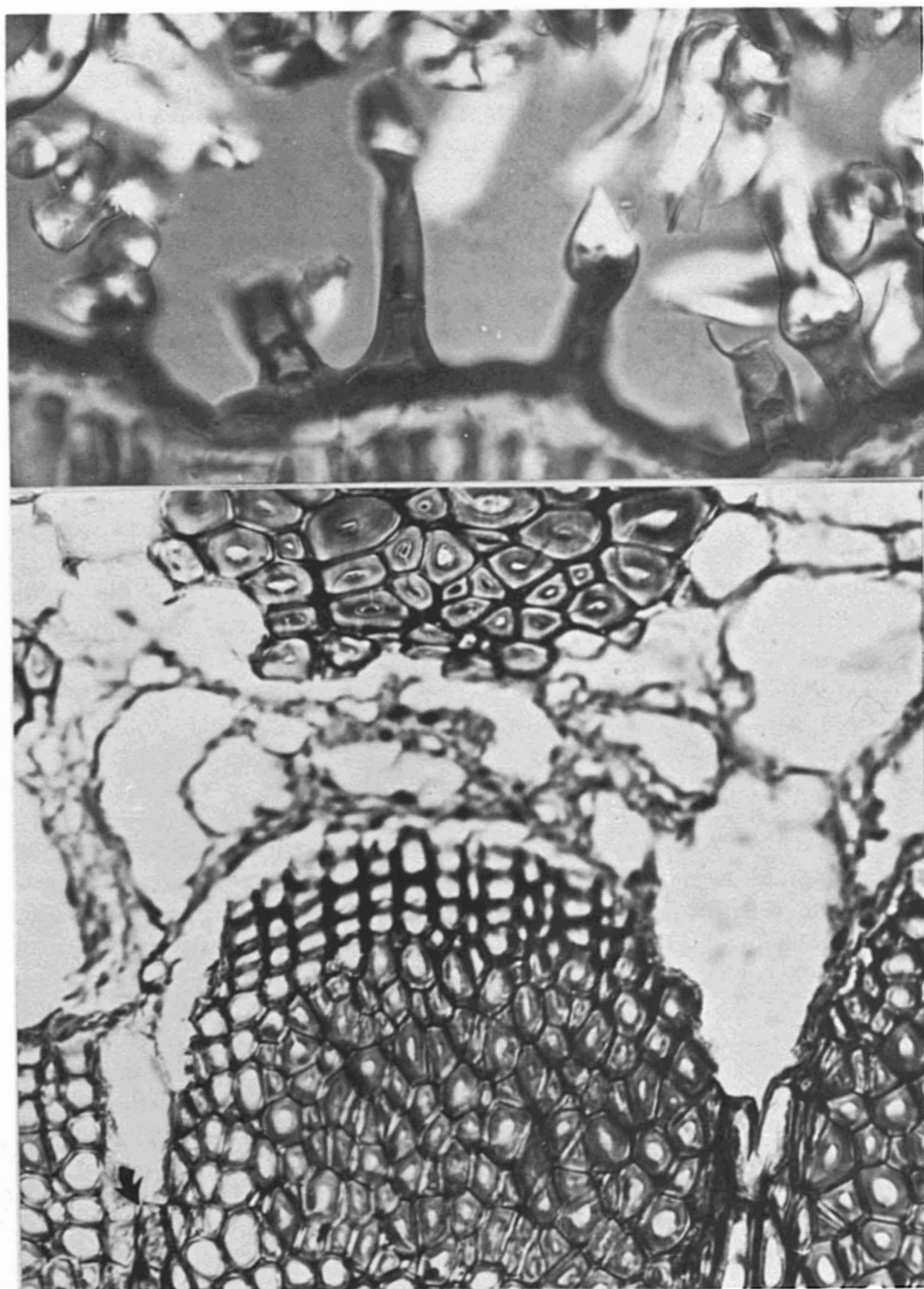


FIGURE 6. Top : Longitudinal section of epidermis in polarized light and stained with Sudan IV. Cuticular layer and basal cells in trichomes stained and not birefringent. Outer parts of trichomes curled and showing up brightly. - Bottom : Groups of phloem fibers, phloem (with many cavities) and xylem ridge. Cambial activity evident in most recent xylem elements outside group of xylem fibers. Large ray cells between ridges with many pits (arrow) are probably modified bundle sheath cells. ($\times 500$).

looked upon as a normal stage in the development of a spine was impossible to determine. The conducting tissues in the middle were arranged along the margin of a parenchymatous body which in cross sections was biconvex or flat on the adaxial side and convex on the abaxial side. Outside the marginal veins with their tracheoid water storage cells (see Fig. 9, top, left) the green cells in the mesophyll formed a continuous tissue, while in the parts which are farthest removed from the conducting tissues, thus near the dorsal and ventral surface of the leaf, the green cells are arranged in thin plates surrounding cavities. Some of the peripheral cavities are substomatal chambers. Each of the green cells contains one small crystal druse just as in the palisade cells in the assimilatory stems. In some leaves a single or a few larger ducts or cavities were found. They seemed to expand and reach the epidermis where they sometimes may burst liberating some resinous substances.

The scale leaves are persisting leaf bases and terminate in a scar. At the base they contain a number of ducts or cavities which are lined by living secretory cells. The cavities vary in size and are separated by thin cellular septae. Large parts of the scales are occupied by thick-walled cells with numerous oval pits. These cells resemble the bundle sheath cells to be mentioned later and they are clearly connected with the vascular bundles which traverse the scale (Fig. 12, above). Chemically the thick-walled pitted cells are deviating by being lignified and furthermore by having suberized lamellae. In particular, older cell walls stain red with Sudan IV as well as with Safranin. On the abaxial side a few green cells and substomatal air chambers may be present, and the surface is woolly.

The axil resembles a pitcher formed by the scale leaf base. The thick-walled pitted cells border the epidermis of the adaxial side which is not woolly but cutinized. The axillary buds consist of a cushion of small embryonic cells (a reduced stem) from which leaf primordia issue. The small leaves and all of the bud are covered by a wad of long white hairs. The leaf primordia and the cell cushion below are either provided with a thin cuticle or the cuticle is absent or submicroscopic. Below the cushion of embryonic cells is a bundle of tracheids which continues downwards in a group of tracheoid bundle sheath cells in connection with one of the vascular bundles. The tracheid strand and the tracheoid cells are surrounded by a collenchymatous nodal tissue. The structure of the scale leaf base and the axil suggests that water occasionally is taken up, e.g. by the non-cutinized cells, and transferred to the water storing pitted cells in the scale leaf base and to the vascular system. Perhaps some water is also stored in the walls of the collenchymatous cells.

The scale leaves do not function permanently in this way. They seem ultimately to be shed and the scar is covered by abscission cork which is formed below the secretory cavities.

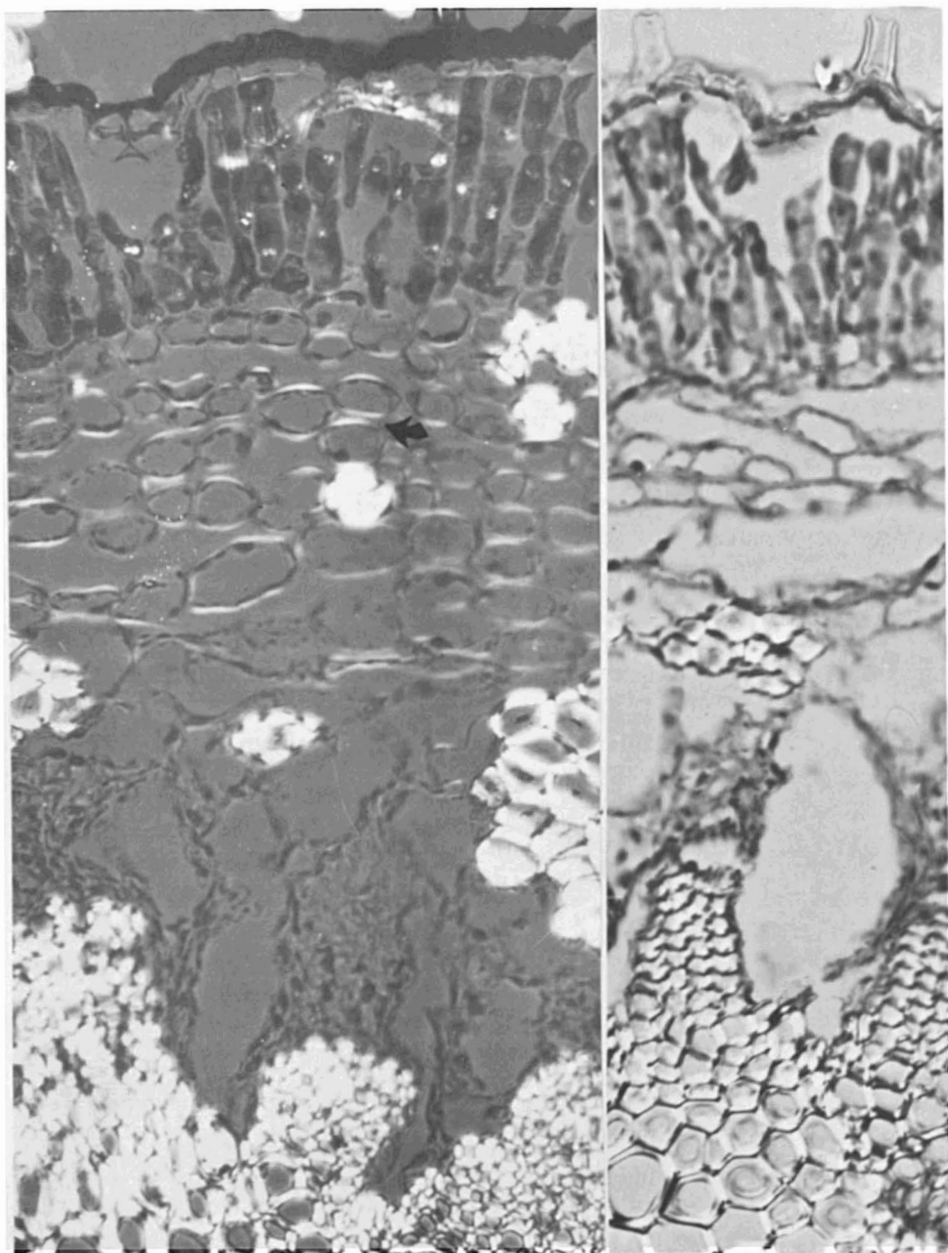


FIGURE 7. Cross sections of assimilatory stems in polarized light, material to the left stained with Sudan IV. - Epidermis with hairs and stomata. Green palisade cells with small crystal druses (showing up on the left). Inner collenchymatous cortex which in the photo to the left is transformed into the lacunar "cobweb". Two cellulose lamellae showing up and surrounding compound middle lamella rich in pectic material (arrow). Some sclerenchyma idioblasts showing up. Phloem also lacunous between groups of fibers and in the incisions between the xylem ridges. Xylem ridges united by thick-walled medullary sheath. ($\times 320$).

Vascular system

A very characteristic feature in *Tetradymia* is the occurrence of large lignified cells which form sheaths enclosing the vascular bundles. While most bundle sheaths described in literature accompany leaf veins, those in *Tetradymia* are connected with the bundles of the young stems. As bundle sheath cells may be regarded as belonging to endodermis, they should, theoretically, be considered together with the cortex, but, physiologically, the sheaths are so intimately connected with the vascular system that it is desirable to treat them as a part of this system. It should be emphasized immediately that bundle sheaths and vascular bundles are not found in the assimilatory branches but in weak branchlets or twigs with abundant phellem cushions and water tissue of enlarged cells containing chloroplasts.

Figure 8 shows part of a cylinder of vascular bundles, Each bundle is enclosed by a bundle sheath, and the cells of two adjacent sheaths form a common sheath area separating the vascular tissues in the two bundles. Most cells in the sheaths are axially stretched, but some of the peripheral ones are radially elongated or even tapering tracheoid elements and wedge in between the cortex cells (Fig. 8, below).

The vascular bundles are connected sideways and some of them fuse. They differ from one another in structure. Many are collateral, but a number are highly deviating having some xylem elements outside the phloem where one would expect fibers (Fig. 11). The bundles do not form a regular cylinder. Some, and mostly those which have the abnormal outer xylem area, are placed nearer to the stem surface in close connection with the watery cortex cells. Hence, the vascular cambia in the bundles are also placed at varying distances from the periphery.

Sometimes the sheath is continuous on the phloem side only, or the sheath is interrupted in the middle outside the vascular cambium. On the xylem side sheath cells may form a perimedullary tissue. Small leaf trace bundles seem always to be completely enclosed by sheath cells (Fig. 5).

In strong and young assimilatory stems the perimedullary part is clearly promoted at the expense of the outer phloic part. In such stems there are no bundles but a great number of xylem ridges connected by a cylinder of thick-walled perimedullary cells among which those situated between the xylem ridges resemble sheath cells by their type of pitting. Outside the ridges the phloem is accompanied by fibers. In one stem there were about 50 broad and narrow xylem ridges and half as many phloem fiber strands.

This anomalous structure which appears from Figures 6, 7 and 9 deserves some comments. A similar structure has probably never been seen before in xerophytic members of *Asteraceae*, but according to Schenck (1893, Plate XII)

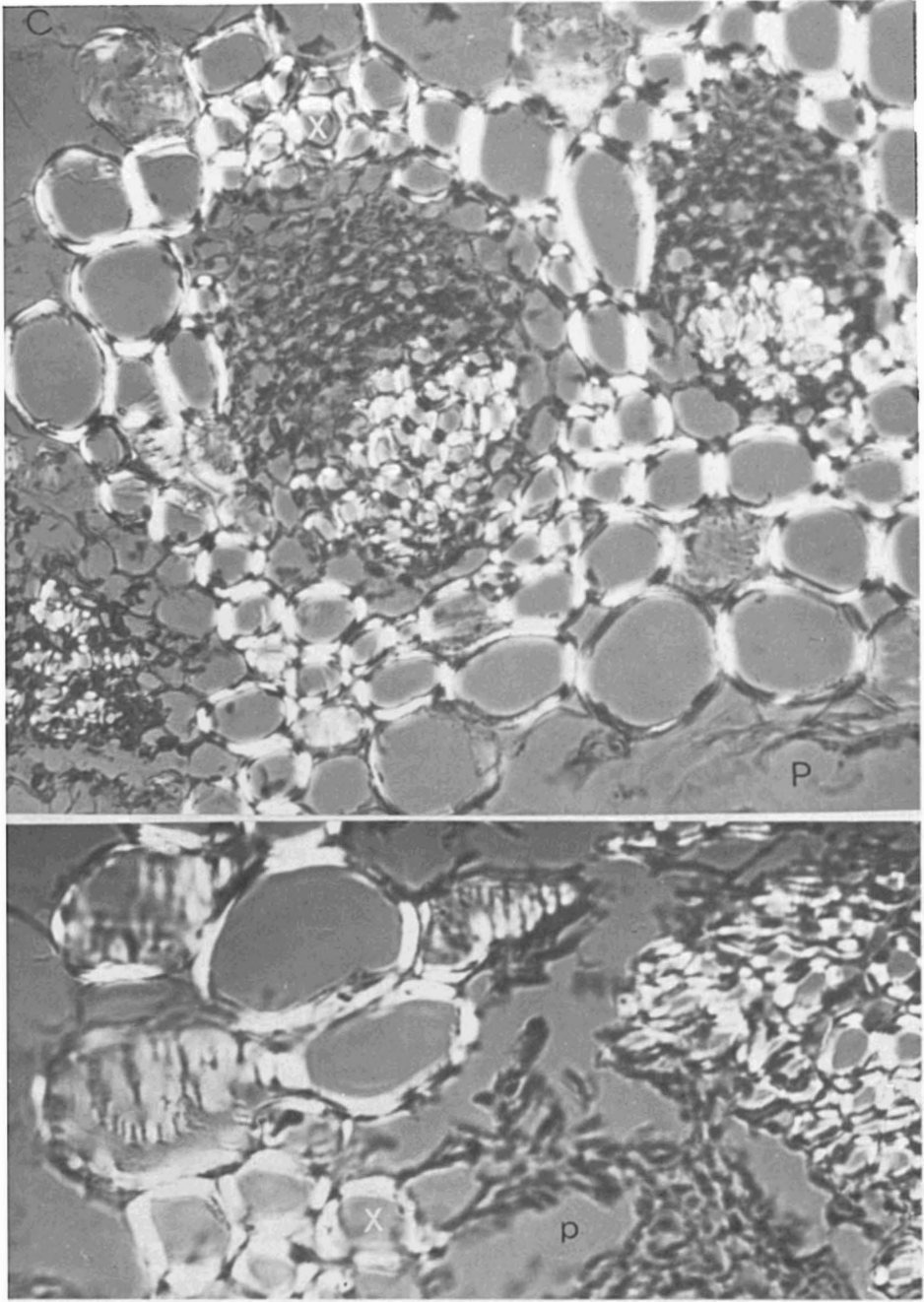


FIGURE 8. Top: Transverse section of vascular bundles. Bundle sheaths of large lignified cells and xylem appear bright in polarized light. Phloem dark. At *C* transition to thin-walled cortex parenchyma (water tissue), at *P* transition to central pith cavity. X: outer xylem. ($\times 320$). - Bottom: Part of similar transection showing group of particularly large, pitted cells which are stretched radially (tracheoid water storage cell): At *p* cavity in phloem. X: outer xylem. ($\times 500$).

it occurs in a woody liana related to this family. In this unnamed species the cambium is divided into sectors in which the xylem formation is checked, while in others it is promoted. It is exactly what happens in *Tetradymia*. In the incisions between the xylem ridges the cambium produces a few ray cells inwards and a lacunar tissue outwards which probably originally was a water storage tissue.

Usually the xylem ridges are distally rounded but may sometimes widen outwards or even divide into two or three separate, smaller ridges. They contain the protoxylem and exclusively narrow tracheids and xylem fibers. No vessels are found at this early stage.

The central column of the stems constitutes mechanically a very strong part which surrounds the pith and itself is enclosed by the peripheral soft and lacunar tissues. The xylem ridges radiating from the strong cylindrical perimedullary sheath may act like the buttresses of a round tower. At this stage the stems are pliable but do not break easily.

Advanced stages were unfortunately not included in the material preserved in alcohol, but herbarium material of four year old stems which was cut and stained gave unexpected good results.

After four years of xylem formation the abnormal structure is still present although less pronounced. The xylem ridges are much broader and the incisions very shallow (Fig. 10 and 11). Inside the incisions the xylem rays are very deviating being composed of thick-walled lignified cells with many pits resembling those found in the tracheoid cells connected with the bundle sheaths (Fig. 11). The rays in *Tetradymia* may therefore physiologically be compared with ray tracheids in Conifers. Also in other species of *Tetradymia* the ray cells are relatively thick-walled (Carlquist 1962).

A very curious feature is the occurrence of small more or less crescent-shaped xylem groups outside the cambium and the broad xylem ridges (X in Fig. 10 and 11). These groups, however, are absent outside many ridges. They are clearly derived from the above-mentioned outer xylem groups occurring in some of the original bundles.

Most of the xylem rays have two-three cell rows, but rays with four to five are not unusual. The wood is ring-porous and contains belts with almost exclusively xylem fibers or narrow tracheal elements (Fig. 11). The original phloem fiber strands are stretched tangentially and many secondary phloem fiber areas are inserted. In some cases the outer fiber strands split into two or more sections and the spaces between these sections are partly filled with phellem formed by the surrounding phellogens (Fig. 10). The phellem never forms a continuous cylindrical area which would cut off the green cortex. Four year old stems are still assimilatory, but the green cortex is compressed and the tissues contain many sclereids.

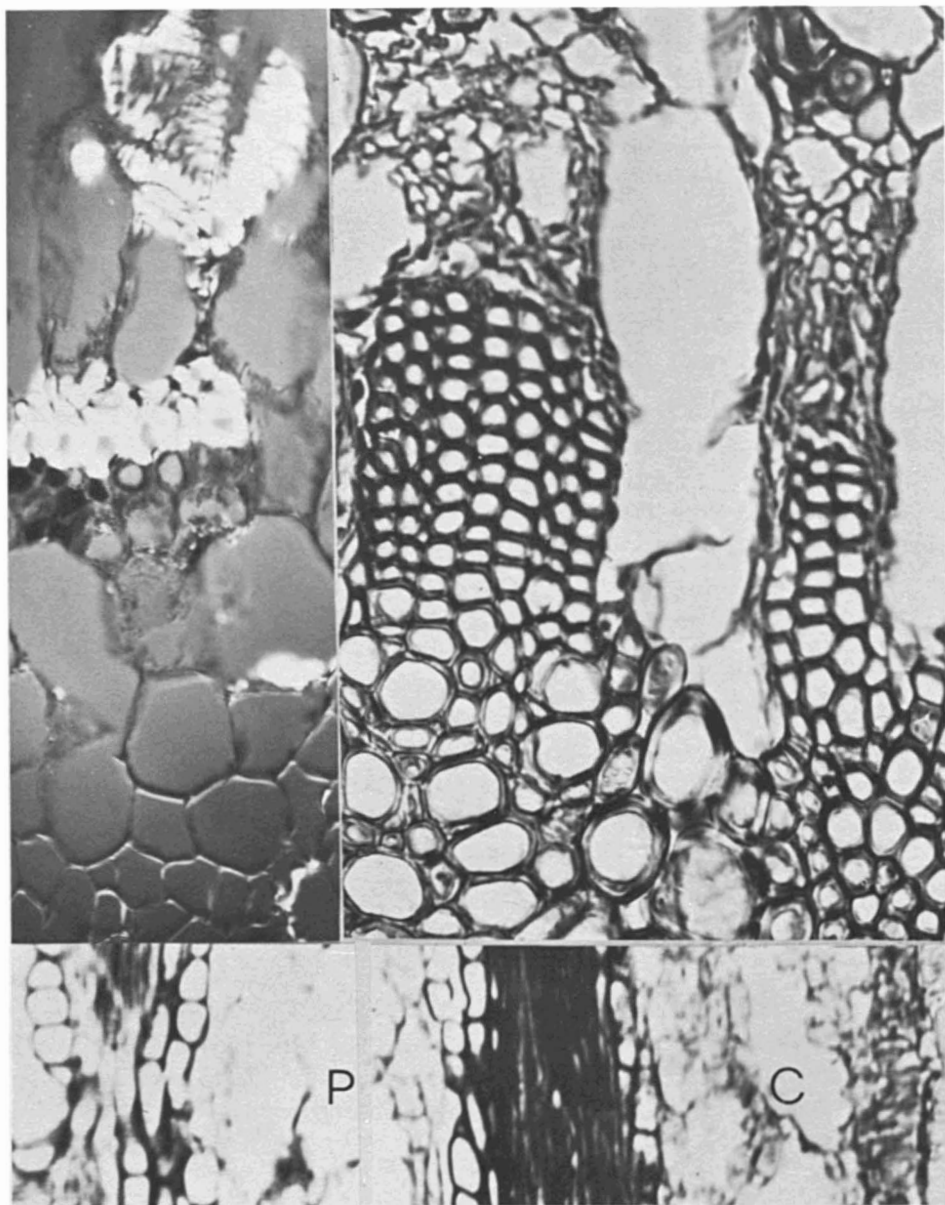


FIGURE 9. Top, left: Cross section of leaf bundles, one near the margin of the central parenchyma, the other in connection with group of radially stretched tracheoid cells tapering into peripheral tissue of large (wide) water storing cells. ($\times 500$). Right: Cross section of stem. "Cobweb" near phloem fibers, two xylem-phloem ridges connected with thick-walled cells in medullary sheath (interior parts of confluent bundle sheaths) and separate by large cavities. ($\times 500$). - Bottom: Part of longitudinal section of stem showing central pith cavity (P) on both sides surrounded by vascular strands with bundle sheaths. These consist of 2-4 cells arranged in groups which taper axially thereby resembling axial xylem parenchyma groups. At C inner lacunous cortex, on the extreme right palisade tissue and epidermis. ($\times 110$).

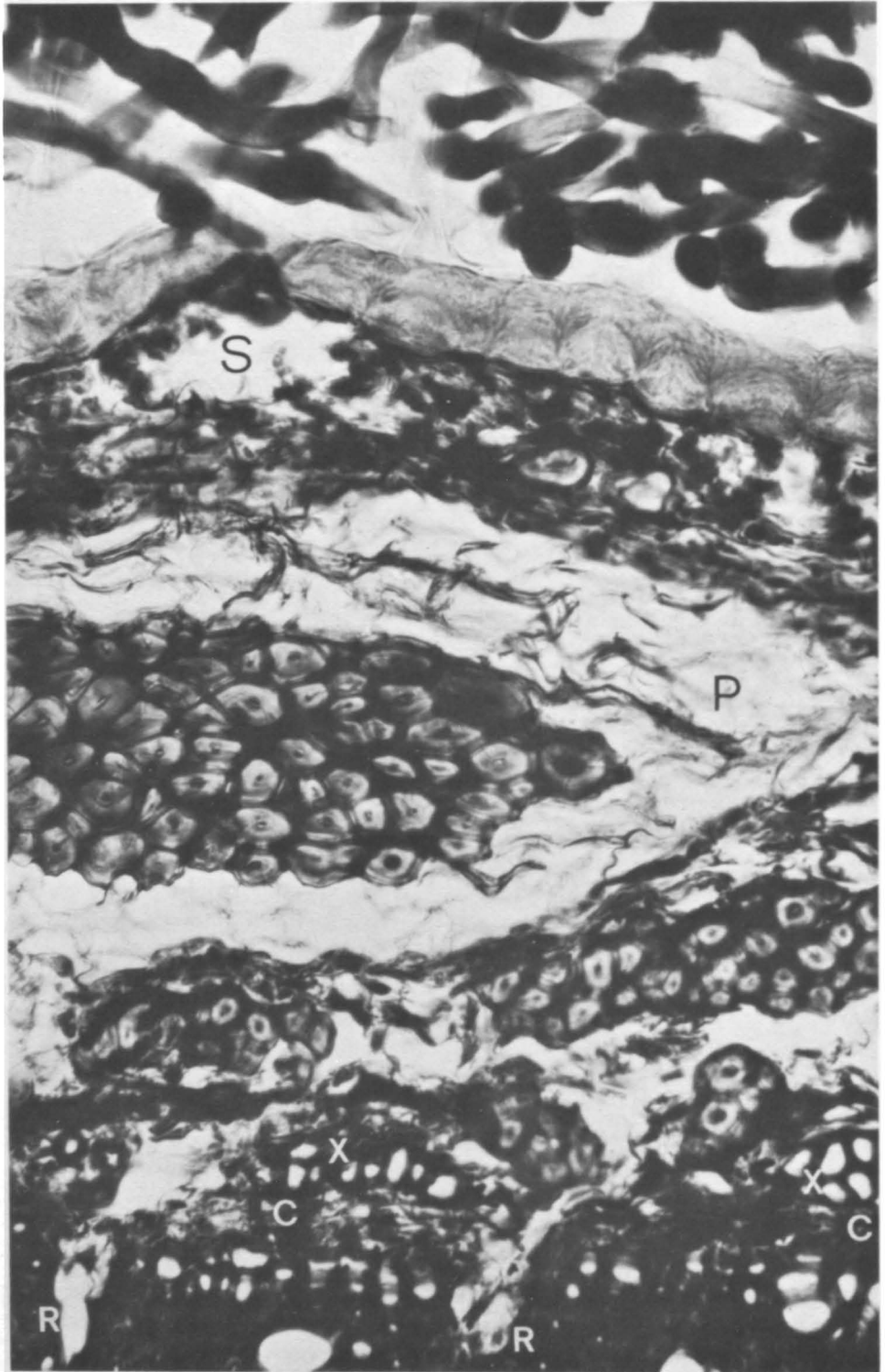
A radial extension of the original xylem ridges can proceed almost without a simultaneous increase in girth. The lacunar nature of the primary phloem does not create any obstacle to such extensions, and the assimilatory palisade cells are therefore able to remain active during a long period. In four year old stems the green cells are still functioning, but now the cortex appears compressed and stretched tangentially, and the tissues inside are largely transformed into fibers and phellem.

How the green cells in the cortex and the epidermis cells are supplied with water is not readily understandable in cases where the areas between the xylem and these tissues are either becoming lacunar (Fig. 7) or contain large amounts of fibers and phellem (Fig. 10). In young stems, however, the tracheoid cells connected with the bundle sheaths are probably of importance for the supply of water, and in older stems the possibility of intercellular transport in the phloem fibers should not be overlooked (see Mitchell & Worley 1964).

An eco-physiological explanation of the radiating xylem ridges may be found by assuming that they, during periods of high photosynthetic activity in the younger stems, were responsible for the water supply of the original water storage cells in the phloem and cortex, cells which later degenerated as a stage in the development of the stem, or as a result of extreme drought.

If, as previously suggested, the hair cover proved capable of water absorption, the water supply problems would be solved to a great extent.

The vascular system of the small leaves was studied in detail. These were believed to be predetermined to develop into spines, but did not carry through this development. A central collateral bundle was found to be surrounded by parenchyma of comparatively small cells which, however, in contrast to the peripheral green cells had lignified walls (Fig. 12, below). The cell size in this parenchyma, which appeared to be related to the bundle sheath tissue in stems, increased towards the periphery. At the margin of the central parenchyma a number of small veins were situated. In these the xylem is oriented towards the peripheral enlarged cells, while the phloem faces the central parenchyma and the phloem of the central bundle (Fig. 12). The xylem in the small veins has tracheoid extensions which radiate towards the peripheral cells (Fig. 9, top, left). The latter are green, but those which are nearest to the veins have the character of water storage cells. The tracheoid extensions clearly correspond to the "speicher tracheiden" described long ago by Heinricher (1885). According to him such water storing tracheoid elements occur in close connection to or as parts of bundle sheaths, and they become more numerous in those veins which are situated farthest away from the central bundle. It is exactly the case in *Tetradymia*. The close proximity of the xylem in the veins to the green tissues is a feature which occurs in other more or less succulent leaves thus e.g. in *Zygophyllum simplex* (Volkens 1887), *Salsola*



kali (Warming 1906 : 297, Shields 1951 : 178), and *Kochia hirsuta* (Warming 1906 : 298).

In longitudinal sections of the leaves it appears that the central bundle in the area where the leaf gently narrows into a short mucro (a reduced spine) becomes surrounded by a typical bundle sheath completely matching the strong bundle sheaths in the young stems. It consists of elongate thick-walled lignified parenchyma cells. The area of tracheids increases and many rows of tracheids taper into the surrounding green cells or continue into a small group of tracheoid water storage cells which border on the green mesophyll. The mucro itself is merely a continuation of the middle part in which a further increase in the thickness of the cell walls takes place while at the same time the mesophyll and the epidermis die and dry up.

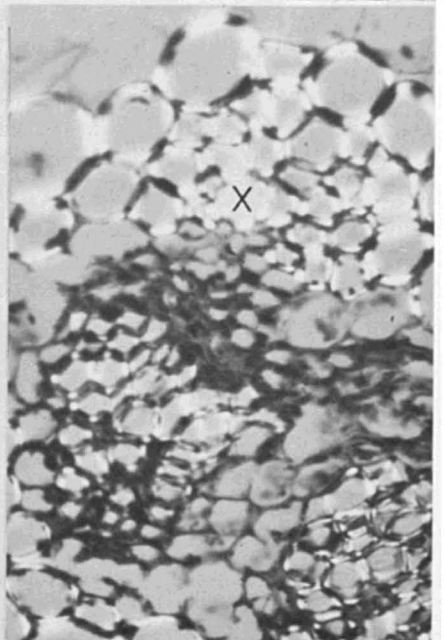
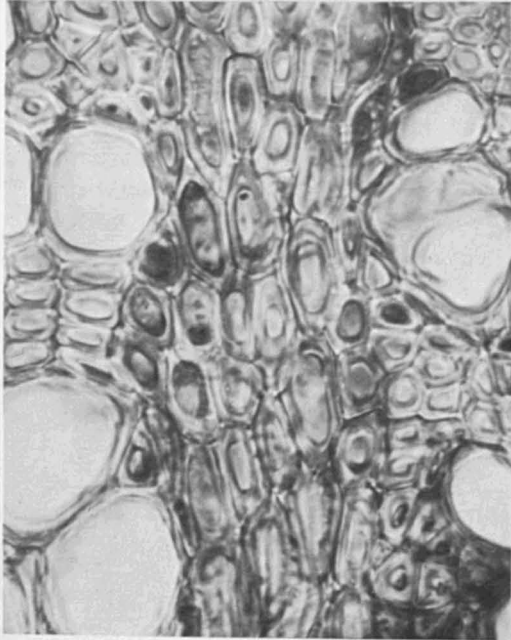
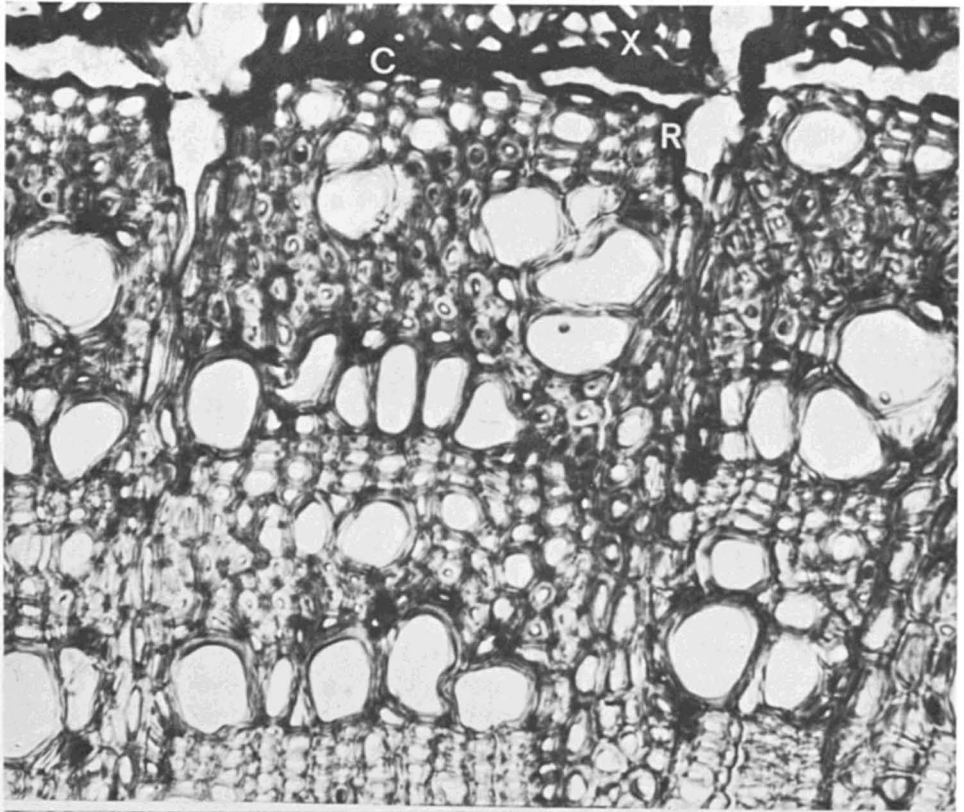
Discussion and Conclusion

Tetradymia axillaris is a xerophyte and exhibits a number of xeromorphic characters. While many of these may be rather well understood from eco-physiological points of view, others are not. Above all the understanding of the interaction of so many morphological, anatomical, and physiological properties is very poor, and further ecological and experimental investigations are needed. In the case of *Tetradymia axillaris* the more convincing xeromorphic characteristics are the following : the white woolly hair cover which by reflecting solar radiation protects the photosynthetic tissues and other living tissues by keeping down the temperature in the stems and leaves. Also it probably slows down the transpiration rates as does the thick cuticular layer of the epidermis cells.

As opposed to these commonly accepted xeromorphic characteristics are the many cavities found in *Tetradymia*. Well-developed palisade tissue with small or narrow intercellular spaces and a reduced spongy parenchyma are usually considered typical xeromorphic features. The palisade tissue in the main branches of *Tetradymia* is not compact but full of intercellular spaces, and inside the palisade tissue the cells form septa separating large intercellular spaces.

Some of the weak branches and the green leaves lack typical palisade cells. Instead a chlorenchyma with some water storing function is developed. In some parts of the cortex and the mesophyll the green cells form thin septa between cavities.

FIGURE 10. Transverse section of 4 year old stem. Johansen's quadruple staining. Cutinized and suberized walls unstained. Outer parts of trichomes dark blue (cellulose), fibers and xylem red. Dome-shaped thin cutin lamellae in cuticular layer. *S* : substomatal cavity. *P* : phellem. *C* : cambium. *X* : primary xylem situated outside cambium (see text). *R* : ray incisions. ($\times 320$).



An interpretation of this structural discrepancy is difficult, but it should be kept in mind that the green leaves are either shed or transformed into spines, and that a large part of the cortex in the weak branches is transformed into a kind of phellem. The stronger assimilatory branches which also have many cavities are protected against water loss by a thick cuticular layer combined with a thick hair cover, and the walls of the collenchymatous tissue inside the palisade cells may during water stress serve as water supply for the green cells.

The peripheral water storage or more or less lacunar tissues are situated between water conducting xylem and tracheoid sheath cells and an epidermis which probably reduces the cuticular transpiration so much that the cavities are able to keep up an adequate vapor pressure. On the other hand, if during periods of extreme drought the living cortex and phloem cells should lose their turgescence, these tissues would hardly collapse because of the central support and the strong fiber strands outside the phloem sections.

Also the development of bundle sheaths in the weak stems and of tracheoid cells connected with such sheaths and the peripheral veins in the leaves deserves much attention. According to Heinricher (1885) plants characterized by these structures originate from very dry and sunny habitats. The tracheoid cells undertake the transportation of water to the mesophyll. The occurrence of bundle sheaths with tracheoid cells has to be considered a xeromorphic character which, however, probably is connected with more or less ephemeral or short living parts of the plants, such as leaves or stems active during humid periods only.

In the aerial roots of certain epiphytical orchids wide tracheoid elements are found in the cortex parenchyma and may be filled with water when uptake of water from the atmosphere is possible.

Many leaves of xerophytic grasses possess bundle sheaths which are in direct contact with the green palisade cells radiating from the bundle sheath cells, e.g. *Andropogon* or *Aristida* (Volkens 1887, Paulsen 1911 : 207, Pyykkö 1966 : 568). The cylindrical succulent leaves of *Arthrophyllum subuliferum* and the cylindrical succulent stems of *Anabasis eriopoda* have a very similar structure (Paulsen *l.c.*) *cp.*, and in both cases a cylindrical sheath (endodermis) is found inserted between the green palisade cells and the central water conducting or water storing cells.

FIGURE 11. Top: Four year old branch. Cross section of xylem and cambium (C) which is broken during the microtoming. X: primary xylem placed outside cambium (see text). R: Ray incisions. ($\times 320$). Bottom, left: Ray of thick-walled lignified pitted procumbent and erect cells. ($\times 500$). Bottom, right: Vascular bundle in young stem in polarized light. Cambium, phloem and some axial parenchyma cells dark, xylem and outer bundle sheath cells showing up. X: xylem outside cambium. ($\times 320$).

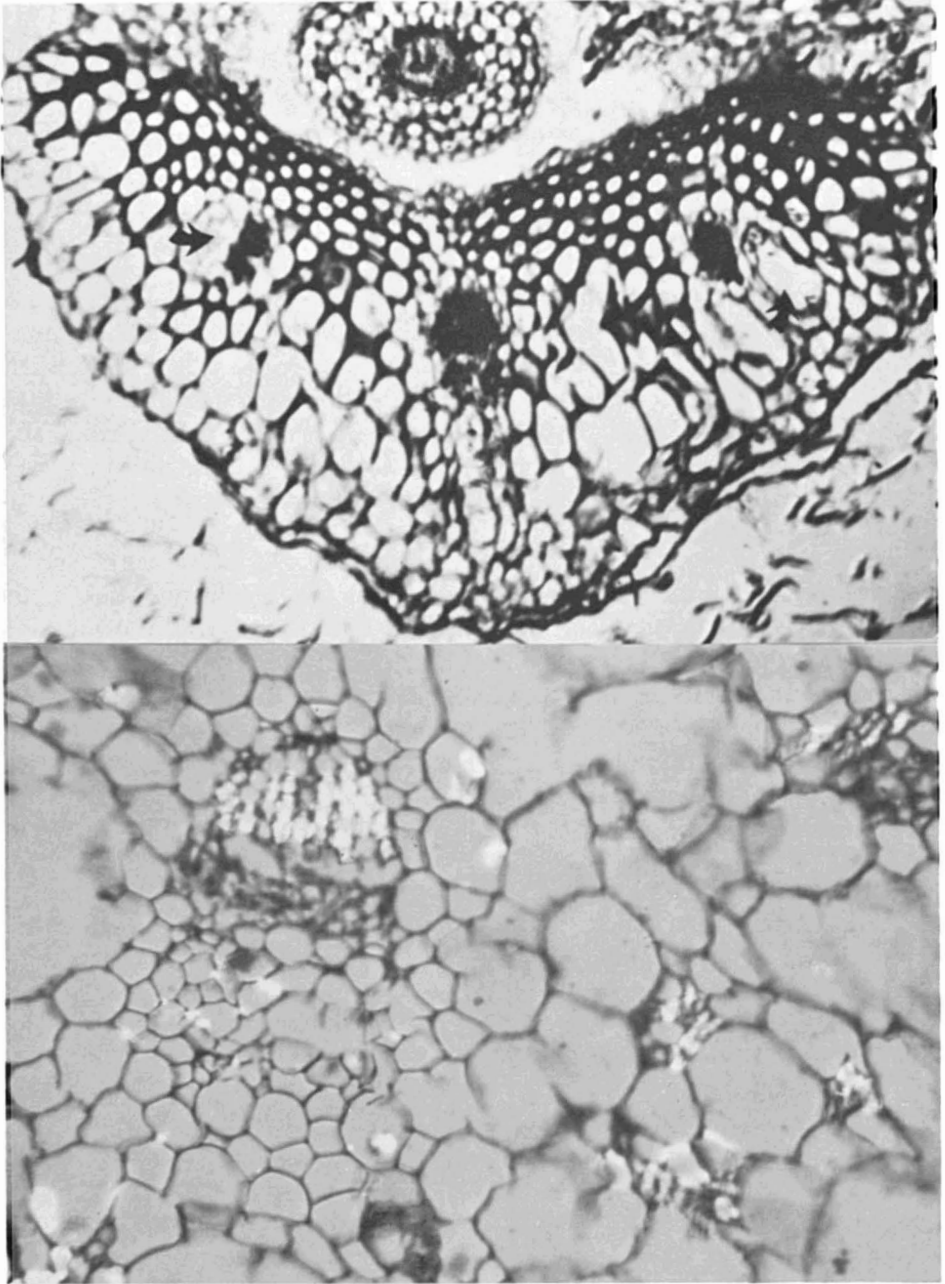


FIGURE 12: Cross section of base of scale leaf and axial shoot. Three bundles in the scale leaf, the two lateral ones with small schizo-lysigenous ducts on their abaxial side. Most walls thick and lignified. ($\times 110$). – Bottom: Central vascular bundle in leaf surrounded by parenchyma (most cells with thin lignified walls) which connects the central bundle with a number of small veins on the border of the peripheral water storing tissue. Xylem showing up in polarized light; note that the xylem is placed towards the periphery, while the phloem is facing that in the central bundle. ($\times 320$).

In the shrub-steppes of Nevada there are, besides many shrubs, a great number of annuals. The same is the case in Death Valley between California and Nevada studied by Went & Westergaard (1949). After a moist period, occurring mostly in the winter millions of annuals cover the ground, and the shrubs produce extensive new shoots. A perennial species *Boerhaavia annulata* is said to die back as far as the root crown after prolonged drought, but it sprouts again and flowers after heavy rain. *Tetradymia axillaris* seems to produce elongate shoots, leaf fascicles, and flowers early in the season (see Munz 1962 : 57). In the dry season the leaves are shed or transformed into spines, and anatomically a repatterning takes place in the stem making survival possible. The leaves are clearly ephemeral, adapted to a short period of functioning. In the Argentinian shrub-steppes, which have been studied recently (Böcher, Hjerting and Rahn 1963, 1968 & 1971), many shrubs have small leaves arranged in clusters, but these are not shed. Here, however, there is no pronounced moist season, and the percentage of annuals is rather small.

References

- BÖCHER, T.W. and O. LYSHEDE, 1968. Anatomical studies in xerophytic apophyllous plants I. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.*, **16**: (3): 1-44.
- BÖCHER, T.W., J.P. HJERTING, and K. RAHN, 1963-1971. Botanical Studies in the Atuel Valley Area, Mendoza Province, Argentina I — III. *Dansk. bot. Ark.*, **22**: 1-3.
- CARLQUIST, S., 1962. Wood Anatomy of Senecioeae (Compositae). *Aliso*, **5** (2): 123-146.
- FAHN, A., 1967. Plant Anatomy. Pergamon Press.
- HEINRICHER, E., 1885. Über einige im Laube dikotyley Pflanzen trockenem Standorte auftretende Einrichtungen, welche muthmaasslich eine ausreichende Wasserversorgung des Blattmesophylls bezwecken. *Bot. Zbl.*, **23**: 25-31, 56-61.
- JÖNSSON, B., 1902. Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen. *Acta Univ. Lund. Lunds Univ. Arsskr.*, **38**, 2 Nr. 6: 1-61.
- MITCHELL, J.W. and J.F. WORLEY, 1964. Intracellular transport apparatus of Phloem Fibers. *Science*, **145**: 409-410.
- MUNZ, Ph. A., 1962. California desert flowers. Univ. Calif. Press.
- PAULSEN, O., 1911. Træk af vegetationen i Transkaspiens Lavland. København.
- PYYKKÖ, M., 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. fenn.*, **3**: 453-622.
- SCHENCK, H., 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen II. *Bot. Mitt. Trop.*, **5**. Jena.
- SHIELDS, L.M., 1951. Leaf xeromorphy in dicotyledon species from a gypsum sand deposit. *Am. J. Bot.*, **38**: 175-190.
- WARMING, E., 1906. Dansk Plantevækst. I. Strandvegetationen. København og Kristiania.
- WENT, F.A., and M. WESTERGAARD, 1949. Ecology of Desert Plants III. *Ecology*, **30**: 26-38.
- VOLKENS, G., 1887. Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen. Berlin.

SILVA AD SILENOLOGIAM 3. DONNÉES CYTOLOGIQUES
SUR LES *SILENE* L. SECT. *PHYSOLYCHNIS* (BENTHAM)
BOCQUET (CARYOPHYLLACEAE)

GILBERT BOCQUET et CLAUDE FAVARGER

*Institut für spezielle Botanik, Eidg. Technische Hochschule, Zürich et
Institut de botanique, Université de Neuchâtel, Suisse*

Résumé

Les nombres chromosomiques de quatre espèces de *Silene* L. sect. *Physolychnis* (Benth.) Bocquet sont donnés pour la première fois : *Silene andicola*, $2n = \text{ca } 48$; *S. chilensis*, $2n = \text{ca } 120$; *S. songarica*, $2n = \text{ca } 72$; *S. gonosperma*, $2n = 48 \pm 2$. Un ancien comptage est attribué à une espèce nouvelle à décrire : *Silene johrii*, $2n = 24$. Cinq autres espèces sont encore considérées, dont les nombres chromosomiques sont déjà connus. L'ensemble des données cytologiques connues sur la section sont ainsi regroupées. En dehors de la sect. *Physolychnis* les *S. aprica* ($2n = 72$), *S. multifida* ($2n = 24$) et *S. sibirica* ($2n = 24$) ont été étudiés.

Abstract

For the first time, chromosome numbers are given for four species of *Silene* L. sect. *Physolychnis* (Bentham) Bocquet: *Silene andicola*, $2n = \text{ca } 48$, *S. chilensis*, $2n = \text{ca } 120$; *S. gonosperma*, $2n = 48 \pm 2$. *Silene songarica*, $2n = \text{ca } 72$. A previous count is quoted for a new species: *S. johrii*, $2n = 24$ (to be described). Five other species, with previously recorded chromosome numbers are also discussed. All the known cytological data for the sect. *Physolychnis* is consolidated. Beyond the sect. *Physolychnis*, three species have also been studied: *S. aprica* ($2n = 72$), *S. multifida* ($2n = 24$) and *S. sibirica* ($2n = 24$).

Introduction

Sur 59¹ espèces que compte la section *Physolychnis* (Bentham) Bocquet, cinq seulement avaient, selon l'un de nous (Bocquet 1969), fait jusqu'ici l'objet de recherches cytologiques. Nous avons pu récemment étudier cinq espèces complémentaires ; cette addition ne porte toutefois qu'à 17% la proportion des espèces dont le nombre chromosomique a été déterminé. Dans de telles conditions, on ne peut tirer encore de conclusions générales sur les mécanismes cytologiques qui ont contribué à la différenciation et à l'évolution de ce groupe.

¹ En incluant le *Silene johrii* Bocquet et Saxena, espèce nouvelle décrite parallèlement à cet article (Candollea).

La pauvreté de ces données s'explique par la rareté des espèces, leur dispersion sur une aire très vaste, la localisation des stations d'accès souvent difficile, ainsi que l'impossibilité d'atteindre plus d'une à deux espèces par expédition. Les *Physolychnis* sont aussi de culture délicate : les taxons qui portent un numéro de culture ont été cultivés soit à Neuchâtel, soit à Genève : presque tous ont péri². À cela, il convient d'ajouter que, même pour les espèces arctiques à vaste répartition, et qui ont été examinées par plusieurs auteurs, les comptages chromosomiques ne portent pas encore sur la totalité de l'aire.

Nous avons rassemblé dans le tableau ci-joint des données éparses dans la bibliographie ainsi que nos propres résultats. Les nombres chromosomiques suivis d'un astérisque sont rapportés pour la première fois, à notre connaissance.

Nombres chromosomiques et origine d'espèces appartenant au genre
Silene sect. *Physolychnis*.

<i>Silene</i> :	2n	Observations et origines:
1. <i>andicola</i> Hook. & Arnott	ca 48*	Argentine. Neuquen, région du lac San Martin, <i>J. Diem</i> 2945, cult. NEU 62/371.
2. <i>chilensis</i> (Naudin) Bocquet	ca 120*	Chili, Santiago, vallée du rio Maipo, vers 2500 m, <i>Zöllner</i> 2008, cult. NEU 68/1129.
3. <i>drummondii</i> Hook.	48	Kruckeberg 1962: USA, Nevada, Clark Co, Charleston Mts, <i>Kruckeberg</i> 3910.
	48	Kruckeberg 1962: USA, New Mexico, Catron Co., Mogollon Mts, <i>Kruckeberg</i> 4702.
	48	Kruckeberg 1962: USA, Utah, Iron Co., près de Cedar Breaks, <i>Kruckeberg</i> 3909.
	48	Kruckeberg 1962: USA, Utah, San Pete Co, Wasatch Mts, <i>Kruckeberg</i> 2874.
4. <i>gonosperma</i> Ruprecht	48 ± 2*	Népal, pied du Melung Tse, éboulis, 4700 m, <i>Zimmermann</i> 1513, cult. NEU 59/472.
5. <i>involutrata</i> (Cham. & Schlecht.) Bocquet		
5a. -ssp. <i>involutrata</i>	24	Sokolovskaja & Strelkova 1960 : baie de Tiksi, Sibérie arctique, delta de la Léna.
	24	Favarger (cens. nov.): Oural polaire, e semin. hort. Mosquensis, cult. NEU 67/106.
	48	Blackburn in Tischler 1931: Groënland.
	48	Nygren 1949: Suède, Björkliden.
	48	Nygren 1949: Norvège, Alta.
	48	Böcher & Larsen 1950: W. Groënland, péninsule de Nuqssuaq.
	48	Löve 1954: matériel d'Amérique arctique.

² Nous essayons de faire fleurir le *Silene chilensis* en jardin alpin, dans la région du Speer, au sud de Zürich, canton de Saint Gall, Suisse, ca 1300 m d'altitude.

- 48 Jørgensen, Sørensen & Westergaard 1958:
N-E Groënland, Clavering Island.
- 48 Johnson & Packer 1968: Alaska, Ogoturuk.
- 48 Zhukova 1965 : Sibérie arctique, presqu'île de
Tchoukovsky, 170-175° W.
- 5b. -ssp. *tenella* (Tolm.) Bocquet 48 Knaben 1968: Central Yukon: White Mts,
the limestone ridge, *Gjaerevoll* 847 = 858.
En résumé: diploïde en deux points de la
Sibérie arctique. Tétraploïde: Groënland,
Amérique du Nord, Alaska, Scandinavie et
presqu'île de Tchoukovsky.
6. *songarica* (Fischer, C.A. Meyer
& Avê-Lall.) Bocquet ca 72* Favarger (cens. nov.) Sibérie, Mont Sayan
oriental, crête Tounkine, 1400 m, forêt de
mélèzes, e semin. hort. Mosquensis, cult.
NEU 64/33.
7. *sorensensis* (Boiv.) Bocquet 72 Blackburn in Tischler 1931: Groënland ?
72 Böcher & Larsen 1958: W. Groënland,
Søndre Strømjord.
72 Holmen 1952 : N. Groënland, terre de Peary.
ca 72 Jørgensen, Sørensen & Westergaard 1958 :
N-E. Groënland, île de Clavering.
8. *taimyrensis* (Tolm.) Bocquet ca 72 Knaben, 1968, Central Yukon, Big Delta,
près du camp militaire, *Gjaerevoll* 1440.
9. *uralensis* (Ruprecht) Bocquet 24 Blackburn in Tischler 1931: provenance in-
connue, détermination précise impossible.
- 9a. -ssp. *uralensis* var. *mollis*
(Cham. & Schlecht.) Bocquet 24 Jørgensen, Sørensen & Westergaard 1958 :
N-E Groënland, île de Clavering.
24 Holmen 1952 : N. Groënland, terre de Peary.
24 Zhukova 1966 : Sibérie arctique de l'est, île
de Wrangel.
24 Johnson & Packer 1968 : Alaska, Ogoturuk.
24 Hedberg 1967 : Archipel canadien, île de
Southampton, Coral Harbour.
- 9b. -ssp. *apetala* (L.) Bocquet 24 Löve & Löve 1942 : Scandinavie.
24 Nygren 1949 . Norvège, Dovre.
24 Nygren 1949 . Suède, Abisko.
24 Knaben & Engelskjön 1967 : N. Norvège,
Kongsvoll, Dovre, Alappen, Målselv.
24 Favarger (cens. nov.): N. Storfjord, Finlande,
e semin. hort. Oulu, cult. NEU 67/27.
24 Favarger (cens. nov.): Suède, Nissonjokk,
500 m, e semin. hort. Ålnarp.
- 9c. -ssp. *porsildii* Bocquet 48 Knaben 1968: Central Yukon, Eagle summit,
Gjaerevoll 1090, *sub nomine falso*: *Me-*
landrium soczovianum [sphalm.]
En résumé : espèce diploïde en divers points
de son aire. Le ssp. *porsildii* se distingue
par sa tétraploïdie.

Hybride artificiel:

10. *involucrata* x *uralensis* 36 Nygren 1951 : hybride stérile obtenu de parents scandinaves.

Espèce à décrire:

11. *Silene johrii* Bocquet & Saxana³ 24 Kruckeberg 1960 : Népal, Larjung, au sud de Tukucha, vallée de Kali Gandaki, Stainton, Sykes & Williams 8178 (BM), e semin. BM.

Espèces appartenant à des groupes voisins de la section Physolychnis:

12. *Silene aprica* Turcz. ex Fisch. & Meyer ca 72* Favarger (cens. nov.) : Vladivostok, e semin. hort. Petropolitani, cult. NEU.
13. *Silene multifida* (Adams) Rohrb, 24* Favarger (cens. nov.) : Caucase, e semin. hort. HAL.
14. *Lychnis sibirica* L. 24* Favarger (cens. nov.) : presqu'île de Taimyr, e semin. hort. Petropolitani.

Observations taxonomiques

- 1, 2 et 4. *Silene andicola*, *S. chilensis* et *S. gonosperma*

Les identifications sont sûres et contrôlées en herbier.

3. *S. drummondii*

Ce taxon est, dans ce travail, circonscrit et typifié comme l'un de nous l'a antérieurement proposé (Bocquet 1969 a et b) : nous n'adoptons ni les conclusions nomenclaturales ni le traitement taxonomique préconisé par Boivin (1966 et 1968). Le *S. drummondii* est en effet une espèce cléistogame (ou tout au moins fortement autogame) représentée par des populations relativement isolées et toujours un peu différentes les unes des autres. Il ne serait donc pas raisonnable de décrire et nommer une série de taxa indépendants ou hiérarchisés, qui ne correspondraient en fait qu'à des races écophysiologiques locales : voir sous-espèce *involucrata*.

5a. *S. involucrata* ssp. *involucrata* (syn. *Lychnis furcata* [Raf.] Fernald, *L. affinis* Vahl ex Fries)

En raison de l'origine géographique des plantes, il était possible d'attribuer la majorité des comptages, cités pour cette espèce dans la bibliographie, à la sous-espèce *involucrata*.

³ Ce nomen nudum sera sous peu validé: un manuscrit est actuellement en préparation.

* Nombres rapportés à notre connaissance pour la première fois.

En ce qui concerne les deux plantes diploïdes, notre comptage confirme la vraisemblance de celui de Sokolovskaja et Strelkova. Il ne nous est pas possible de dire si ces races diploïdes, séparées par quelques 2000 km, montrent des caractères morphologiques les unissant : les échantillons des deux auteurs russes ne nous sont pas connus ; quant aux plantes cultivées en Suisse, elles se sont trop imparfaitement développées sous notre climat pour permettre mieux qu'un contrôle au niveau spécifique.

Il est, à ce sujet, intéressant de rappeler que Ruprecht et Tolmatchev, les deux auteurs qui ont étudié le *S. involucrata* dans son aire sibérienne, ont tous deux signalé l'existence de races géographiques. Elles seraient essentiellement reconnaissable à la plus ou moins grande largeur du calice et à la pilosité plus ou moins dense de l'ensemble de la plante. D'où les *Wahlbergella angustiflora* et *W. vahlii* de Ruprecht et l'opposition chez Tolmachev (1932) d'une sous-espèce à calices étroits, le ssp. *angustiflorum*, de Sibérie occidentale, à une sous-espèce à calices plus larges, à l'est du Taimyr, le ssp. *affine*.

Le ssp. *involucrata*, tel que nous le concevons (Bocquet 1969), regroupe l'ensemble du matériel arctique de l'espèce : du Canada, de Sibérie et du Groënland. Seuls des écotypes convergents, différenciés localement en divers points du sud de l'aire de l'espèce (cf. 5b. ssp. *tenella*) et certains écotypes « maritimes » du détroit de Behring et des îles sibériennes (ssp. *elator*) se sont vu reconnaître un statut subsppécifique.

Nous avons en effet considéré que le polymorphisme du *S. involucrata* se résolvait en une mosaïque de formes locales, de clones isolés, peut-être. Une variation clinale est reconnaissable de la Scandinavie (où les calices sont plus étroits) à l'Amérique, c'est-à-dire au Groënland et au Canada, où les calices sont plus larges. Mais le *S. involucrata* serait justiciable de ce que l'un de nous (Bocquet 1968) a appelé l'autogamie (ou cléistogamie) de résistance : les populations, toutes différentes et génétiquement isolées, subsistent à l'état plus ou moins rélictuel dans une aire très vaste. Nygren (1949) a bien mis en évidence l'isolement génétique des races éco-physiologiques de Scandinavie.

Il est, dans ces conditions (que l'on retrouve chez les *S. songarica* et *S. drummondii* de la même section *Physolychnis*), difficile de reconnaître des unités subordonnées à nos sous-espèces, qui soient dignes d'un statut nomenclatural indépendant. Cette position semble justifiée par les présents résultats cytologiques : les deux races diploïdes appartiennent en effet l'une au ssp. *angustiflora* de Tolmachev (1932), de l'Oural polaire, et l'autre au ssp. *affine*, à l'est du Jénissei (baie de Tiksi).

Il n'est cependant pas exclu qu'un traitement biosystématique, comprenant des récoltes nouvelles et des comptages cytologiques nombreux, puisse permettre une meilleure compréhension du problème.

5b. *S. involucrata* ssp. *tenella* (syn. *Melandrium tayloriae* [Robins.] Tolm.

C'est sous ce synonyme que la plante est citée par Knaben (1968). Nous avons contrôlé les échantillons et trouvé la détermination exacte.

Il est intéressant de constater que le ssp. *tenella* ne se différencie pas du point de vue cytologique, de la plus grande partie du matériel connu du *S. involucrata*, également tétraploïde. Il apparaît donc justifié de ne pas avoir maintenu un statut spécifique pour ces écotypes grêles, plus méridionaux.

6. *S. songarica* (syn. *Lychnis brachypetala* Hornem.)

L'identification des graines repose sur l'avis du collecteur, de nous d'ailleurs inconnu. Cette identification est vraisemblable en vertu de l'origine géographique de la plante ; mais une confusion est toujours possible avec le *Silene aprica*, qui ne possède que trois styles, mais dont les graines peuvent passer pour celles du *S. songarica*. (Cf. no 12, également $2n = 72$).

Le *S. songarica* est un taxon angarique, dont le centre de gravité se situe en Dahourie.

7. *S. sorensenis* (syn. *Lychnis triflora* Brown ex Sommerfelt)

L'identification du matériel est certaine en raison du caractère presque endémique de la plante. Aucune confusion n'est possible.

Taxon groënlandais et du nord de l'archipel arctique canadien (voir addendum).

8. *S. taimyrensis* (syn. *Melandrium dawsonii* [Robins.] Hulten, *M. Ostenfeldii* A. E. Porsild).

Nous avons pu confirmer l'identité de l'échantillon *Gjaerevoll 1440*. Le *S. taimyrensis* appartient à l'archipel arctique canadien.

Le comptage de 72 chromosomes chez le *S. taimyrensis* rapproche encore davantage ce taxon du *S. sorensenis*, dont il partage l'inflorescence triflorée et condensée. On peut même se demander si le *S. taimyrensis* n'est pas simplement un écotype méridional du *Silene sorensenis* : l'équivalent pour cette dernière espèce du ssp. *tenella* pour le *S. involucrata*.

Le *S. taimyrensis* devrait alors passer au rang de sous-espèce. Mais seule une meilleure connaissance floristique et cytologique de ces plantes permettra de résoudre cette question.

L'un de nous supposait (Bocquet 1969 : 119) que le *S. sorensenis* avait pu naître d'une introgression entre les *S. taimyrensis* et *S. involucrata*. L'hexaploïdie du *S. taimyrensis* signalée dans notre tableau, n'invalide pas cette thèse, mais en déplace l'application. Les *S. sorensenis* et *S. taimyrensis* apparaissent

tous deux comme des allopolyploïdes issus de parents l'un diploïde, l'autre tétraploïde, à graines ailées d'une part et tuberculées de l'autre. Ces taxons (par exemple un "pré-involucrata" et un "pré-drummondii") n'existent plus nécessairement de nos jours.

9. *S. uralensis*

Les comptages connus ont été attribués avec une raisonnable sécurité aux diverses sous-espèces du *S. uralensis*; ceci d'après l'origine géographique des plantes et les indications accessoires des auteurs.

9c. *S. uralensis* ssp. *porsildii*

L'échantillon *Gjaerevoll 1090*, cité par Knaben (1968) sous le nom de *Melandrium soczavianum*, appartient après vérification au ssp. *porsildii*. Le *S. soczaviana* est un endémisme sibérien mal connu, mais dont la présence en Alaska est hautement improbable. Le type a de grands pétales d'un rose pourpre vif, soutenu (cf. Bocquet 1969 : 258). Il ne peut être confondu avec la plante de *Gjaerevoll*. Le ssp. *porsildii* est bien caractérisé par ses graines grosses, à ailes larges, fortement sculptées, ses hampes en zig-zag, sa pubescence non glanduleuse, courtement laineuse. L'un de nous a précédemment suggéré (Bocquet 1969) que le ssp. *porsildii*, de caractère plus alpin et xérophytique que le reste de l'espèce, pourrait avoir subsisté, isolé, dans des refuges continentaux dans le centre de l'Alaska et du Yukon.

Le comptage tétraploïde de Knaben s'additionne aux arguments morphologiques et géobotaniques pour conférer une position indépendante au ssp. *porsildii*: nous pourrions être amenés par la suite à rétablir son statut spécifique.

11. *S. johrii*

Nous publions parallèlement la description de cette espèce nouvelle. Elle se situe à la limite de la section *Physolychnis* et s'apparente plus particulièrement aux espèces de la ssect. *Nigrescentes*.

12. *S. aprica*

Identification par le collecteur. Possibilité de confusion avec le *S. songarica*. Les deux espèces ont en effet un port de plantes steppiques et des graines relativement semblables (cf. n° 6, *S. songarica*).

13. *S. multifida* (syn. *S. fimbriata* Sims.)

Ce taxon caucasien est remarquablement proche des *Physolychnis*, surtout de ceux de la sous-section *Indicae*. Il a cependant 3 styles, de manière constante. Il s'apparente également au *S. vulgaris* (de la section *Inflatae*, ssect. *Latifoliae* Chowdhuri (1957 : 241). Dans l'énumération des sections du genre *Silene* par

Chowdhuri, cette seconde parenté apparaît clairement par juxtaposition dans le texte. Au contraire, la première parenté ne semble pas avoir été reconnue. Cette double relation est cependant essentielle pour comprendre la phylogénie du genre *Silene*.

14. *Lychnis sibirica* (non *S. sibirica* Pers.)

Ce taxon sibérien se rencontre de l'Oural au Kamtschatka. Il forme un petit groupe homogène avec trois taxons endémiques, les *L. ajanensis* (de Port Ayan, district d'Okhotsk), *L. villosula* (Taimyr), *L. samojedorum* (Sibérie arctique). Nous pensons qu'une révision de ce groupe est nécessaire et qu'elle aboutira à la réunion des trois taxa endémiques au sein de l'espèce linnéenne. Cette dernière prendra place naturellement dans le voisinage de la section *Physolychnis*. Rappelons que certains membres des sections *Graminifoliae* et *Dianthoideae* de Chowdhuri (l.c.) ressemblent beaucoup au *L. sibirica*. Chowdhuri a maintenu le *L. sibirica* en dehors des *Silene* en raison des dents simples de la capsule. Nous avons signalé à propos des *physolychnis* (Bocquet, 1968 c et 1969) que ce caractère (certainement archaïque) peut varier à l'intérieur d'un même groupe.

N.B. Pour les synonymies complètes, se référer à la révision des *Physolychnis* (Bocquet, 1969).

Conclusion

Notre tableau appelle les considérations suivantes :

1. Jusqu'ici, le seul nombre de base mis en évidence chez les *Physolychnis* est 12 ; dans le cas des polypléides, les nombres approximatifs rapportés ci-dessus sont à mettre sur le compte des difficultés techniques et rien ne nous autorise à penser que ces nombres ne sont pas des multiples de 12. Il n'est toutefois pas exclu qu'un très haut polypléide, tel le *S. chilensis*, puisse présenter un léger degré d'aneuploïdie.

2. La plupart des espèces étudiées jusqu'ici sont polypléides.

3. Trois espèces particulières au continent américain sont polypléides (*S. drummondii*, *S. andicola* et *S. chilensis*) ; cette observation est à rapprocher de celles de Blackburn (1930) et de Kruckeberg, selon lesquelles les *Silene* nord-américains se signalent par une haute fréquence de polypléides, par contre la polypléidie est plus rare dans l'aire européenne du genre *Silene*. Plusieurs des silènes nord-américains polypléides sont d'ailleurs apparentés aux *Physolychnis*. Les données cytologiques actuelles ne s'opposent donc pas à l'hypothèse d'une migration des *Physolychnis* du centre de l'Asie vers l'Amérique du Nord, puis vers l'Amérique du Sud. Cette hypothèse est défendue par l'un des auteurs (Bocquet 1968 a) et elle se trouve plutôt confirmée par ces résultats, s'il est raisonnable d'admettre (Favarger 1967) que la polypléidie accompagne sou-

vent les migrations. A ce propos, il est intéressant de constater que l'espèce la plus fortement polypléide qui ait été rencontrée jusqu'ici chez les *Physolychnis* est aussi une de celles qui sont « descendues » jusque dans le sud du Chili.

4. Dans le domaine arctique, deux espèces, les *S. uralensis* et *S. involucrata*, se signalent par l'existence de « races chromosomiques ». Chez le *S. uralensis*, ces races correspondent à des différences morphologiques et contribuent à préciser un taxon. Chez le *S. involucrata* en revanche, la morphologie de ces races est peu distincte et leur répartition géographique encore imparfaitement connue. Les polypléides en question nous paraissent devoir être qualifiés de néopolypléides ; il n'est nullement exclu que les taxons diploïdes aient gardé assez de plasticité pour former des polypléides à une époque peut-être pas très éloignée (par exemple pendant les glaciations).

Il n'en serait pas forcément toujours de même et certains silènes polypléides tels que les *S. gonosperma*, *S. songarica* ou *S. andicola* pourraient être des méso-polypléides, s'il se confirme que toutes les populations de ces taxons sont polypléides.

Références

- BÖCHER, T. W. and K. LARSEN. 1950. Chromosome numbers of some arctic and boreal flowering plants. *Meddr Grønland*, **147** (6): 1-32.
- BOCQUET, G., 1967. Physolychnidum olim Gastrolychnidum nomenclaturae fundamentum includens combinationes taxaue nonnulla Silenes generis. *Candollea*, **22**: 1-38.
- BOCQUET, G., 1968a. Animadversiones aliquae ad Silenarum et imprimis Physolychnidum migrationes. *Archs Sci., Genève*, **21**: 225-238.
- BOCQUET, G., 1968b. De evolutione annotamenta aliqua Silenis et imprimis earum sectione Physolychnide inducta. *Archs Sci., Genève*, **21**: 239-262.
- BOCQUET, G., 1968c. Physolychnidum morphologica catalecta. *Candollea*, **23**: 151-176.
- BOCQUET, G., 1969a. *Revisio Physolychnidum (Silene sect. Physolychnis)*. Cramer ed., Lehre, 341 p., 43 tab.
- BOCQUET, G., 1969b. Silva ad silenologiam 1: De Silenes drummondii Hooker synonymia emendata cum notulis taxonomicis. *Candollea*, **24** (1) : 23-24.
- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. III-Herbidiées, 1^o partie: Digitatae: Dimerae, Liberae. *Naturaliste can.*, **93**: 583-646.
- BOIVIN, B., 1968. Flora of the Prairie provinces, part II. Digitatae, Dimerae, Liberae (continued). *Phytologia*, **16**: 265-339.
- CHOWDHURI, P. K., 1957. Studies in the genus Silene. *Notes R. bot. Gdn Edinb.*, **22**: 221-278.
- FAVARGER, Cl., 1967. Cytologie et distribution des plantes. *Biol. Rev.*, **42**: 162-206.
- HEDBERG, O., 1967. Chromosome numbers of vascular plants from arctic and subarctic North America. *Ark. Bot.*, ser. 2, **6** (6): 309-326.
- HOLMER, K., 1952. Cytological studies in the flora of Peary Land, North Greenland. *Meddr Grønland*, **128** (5): 1-40.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1968. Chromosome numbers in the flora of Ogoturuk Creek, N-W Alaska. *Bot. Notis.*, **121-3**: 403-456.

- JORGENSEN, C. A., Th. SORENSEN and M. WESTERGAARD, 1958. The flowering plants of Greenland. A taxonomical and cytological survey. *Biol. Skr.*, 9 (4): 1-172.
- KNABEN, G., 1968. Chromosome numbers of flowering plants from Central Alaska. *Nytt Mag. Bot.*, 15 (3): 240-254.
- KNABEN, G. and T. ENGELSKJÖN, 1967. Chromosome numbers of Scandinavian alpine plant species II. *Acta Boreal. A. Scientia*, 21: 1-57.
- KRUCKEBERG, A. R., 1954. Chromosome numbers in *Silene* (Caryophyllaceae): I. *Madroño*, 12: 238-246.
- KRUCKEBERG, A. R., 1955. Interspecific hybridization of *Silene*. *Am. J. Bot.*, 42: 373-378.
- KRUCKEBERG, A. R., 1962. Intergeneric hybrids in the Lychnideae. *Brittonia*, 14: 311-321.
- KRUCKEBERG, A. R., 1960. Chromosome numbers in *Silene* (Caryophyllaceae): II. *Madroño*, 15: 205-215.
- KRUCKEBERG, A. R., 1961. Artificial crosses of western North American *Silenes*. *Brittonia*, 13: 305-333.
- KRUCKEBERG, A. R., 1964. Artificial crosses involving eastern North-American *Silenes*. *Brittonia*, 16: 95-105.
- LÖVE, A., 1954. Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. *Vegetatio*, 5-6: 212-224.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1942. Chromosome numbers of Scandinavian plant species. *Bot. Notiser*: 19-59.
- NYGREN, A., 1949. Experimental studies in Scandinavian alpine plants I. Ecotypical differentiation in *Melandrium angustiflorum* (Ruprecht) Walpers. *Hereditas*, 35: 215-220.
- NYGREN A., 1951. Experimental studies in Scandinavian plants II. On the origin of Greenlandic species *Melandrium triflorum* (R. Br.) J. Vahl. *Hereditas*, 37: 372-381.
- RUPRECHT, F. J., 1845. Flores *Samojedorum cisuralensium*. *Beitr. Pfl Zucht Russ. Reiches*, 1 (2).
- SOKOLOVSKAJA, A. P. and O. S. STRELKOVA, 1960. Geograficheskoje rasprostranie poliploidnich vidov rasteniy v evrasiatskoy arktike. *Bot. Zh.*, 45: 369-381.
- TISCHLER, G., 1931. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen (Nachtrag Nr. 1). *Tabul. biol.*, 7: 109-226.
- TOLMATCHEV, A. I., 1932. Contribution à la connaissance des *Melandrium* sect. *Wahlbergella* de l'Eurasie. *Trav. Mus. bot. Acad. Sci. Russ.*, 24: 251-267 [rossice].
- ZHUKOVA, P. G., 1965. The caryological characterization of some plants of the Chukotsk peninsula. *Bot. Zh.*, 50 (7): 1001-1004.

Addendum

Pendant la correction des épreuves, nous avons pris connaissance encore du travail de Mosquin Th. et Hayley D.E. 1966 (Chromosome numbers and taxonomy of some canadian arctic plants: *Canad. J. Bot.*, 44: 1209-1218) dans lequel se trouve rapporté le nombre $2n = 72$ pour *Lychnis triflora* R. Br. du Lake Hazen, Ellesmere Island, District of Franklin, Canada. Il s'agit évidemment ici du *Silene sorensenis* (Boiv.) Bocquet.

OBSERVATIONS SUR LA FLORE ET LA VÉGÉTATION DES ENVIRONS DE PUVIRNITUQ (NOUVEAU-QUÉBEC)

MARCEL BOURNÉRIAS

Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec
Laboratoire de biogéographie, École normale supérieure, St-Cloud, France

Résumé

Résultats de prospections botaniques effectuées dans le cadre du projet Hudsonie, durant la seconde quinzaine de juillet 1969 aux environs de Puvirnituk ($77^{\circ}15'O. \times 60^{\circ}2'N.$), dans la zone arctique du Québec. Liste commentée des espèces récoltées, avec indications écologiques et observations sur la végétation des divers biotopes.

Abstract

Results of botanical prospections done within the « Hudsonie » project, during the second half of July 1969, near Puvirnituk ($77^{\circ}15'W \times 60^{\circ}2'N$), in the Arctic zone of Québec. Annotated list of collected species, with ecological indications and observations on the vegetation of the different biotopes.

Introduction

Puvirnituk (la graphie incorrecte Povungnituk est souvent employée) est un village esquimau d'environ 500 habitants situé dans le Nouveau-Québec, sur la côte nord-est de la mer (ou baie) d'Hudson, sur la rive nord et au fond de l'estuaire du fleuve Puvirnituk; ses coordonnées sont environ $77^{\circ}15'$ de longitude ouest et $60^{\circ}2'$ de latitude nord. Malgré cette latitude relativement basse, la région est située en pleine toundra arctique, légèrement au sud de la limite commune des secteurs biogéographiques A-1 et A-2 définis par J. Rousseau (1968).

Le Centre d'études nordiques (CEN) de l'Université Laval m'a invité à accomplir deux tâches principales : d'une part effectuer une première prospection des sites favorables à l'établissement des aires de recherche interdisciplinaire prévus dans le projet Hudsonie ; d'autre part faire un inventaire aussi complet que possible de la flore vasculaire locale (Rhizophytes), inventaire concrétisé par la réalisation d'herbiers de référence déposé dans les différents laboratoires du CEN.

Ce sont les premiers résultats de cet inventaire que je donne ici ; les récoltes ont été effectuées du 15 au 31 juillet 1969 ; elles ne sont certainement pas complètes et se poursuivront en 1970. En effet, J. Rousseau et E. Aubert de la Rüe, les seuls à ma connaissance à avoir récolté des plantes près de Pu-

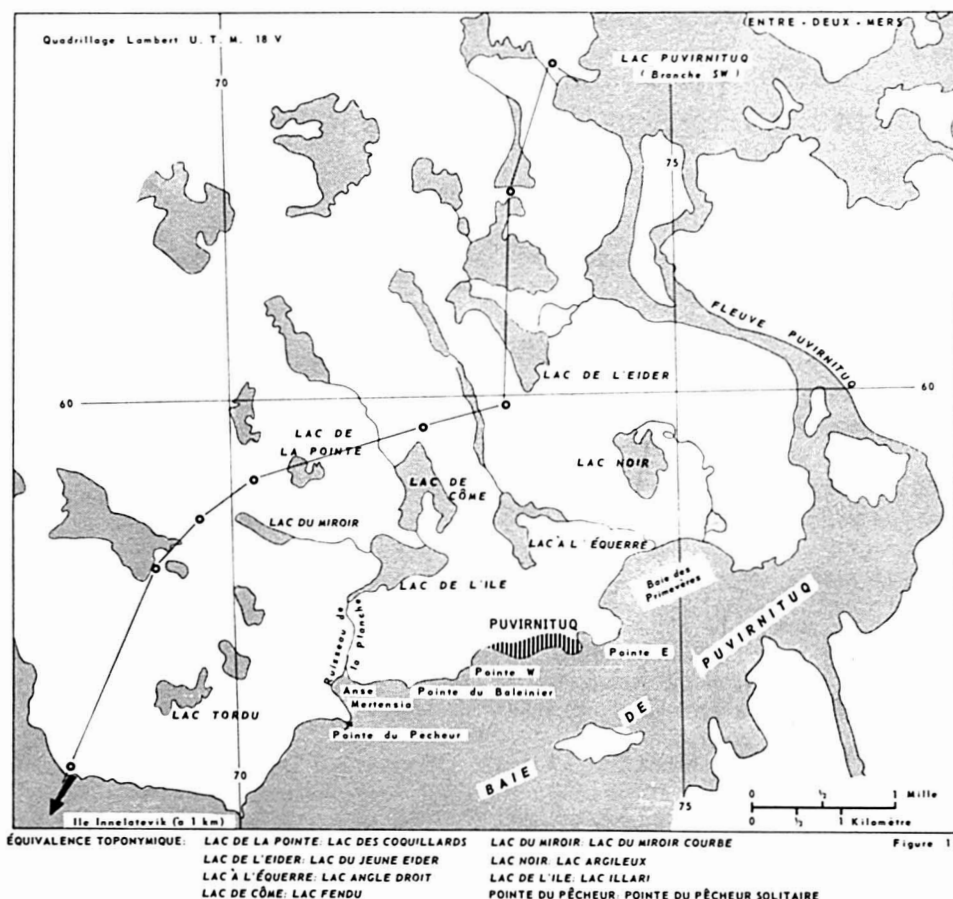


FIGURE 1. Carte des environs de Puvirnituk, avec les repères correspondant aux coordonnées kilométriques du texte (la distance entre les lignes verticales 60 et 65 est de 5 km). La ligne brisée passant par le lac de la Pointe joint les points extrêmes atteints, eux-mêmes figurés, à l'exception des stations de la « toundra intérieure » situées en dehors des limites de la carte. Toponymes proposés à titre provisoire, et utilisés dans le texte. La position des divers repères topographiques doit être considérée comme relativement imprécise, en raison des déformations en marge des photos aériennes utilisées.

virnituk au cours de leur traversée de la péninsule d'Ungava en 1948, ont noté quelques espèces que je n'ai pu retrouver, et qui seront signalées ci-dessous ¹.

Dans un premier temps, j'ai surtout exploré le secteur côtier et arrière-littoral autour de Puvirnituk (figure 1) depuis le cours inférieur du fleuve Puvirnituk jusqu'à proximité de l'île Innelatevik. Je n'ai eu le temps que de faire une brève incursion dans la toundra intérieure ; ce voyage en canot m'a permis

¹ En fait, ils ont visité le littoral situé à 40 km plus au sud: voir la note à la page 312.

de visiter un gisement de stéatite, pierre exploitée par les Esquimaux pour la sculpture et, autrefois, pour la réalisation d'ustensiles ménagers, gisement situé au nord du lac Puvirnitug; de là j'ai atteint un camp de pêche situé à l'extrémité



FIGURE 2. La toundra rocheuse nue : socle poli, strié de diaclases et revêtu de lichens incrustants. Végétation phanérogamique rase et clairsemée dans les fissures, les dépressions et sur le bord des petites mares. Ouest de Puvirnitug, 21-7-69.



FIGURE 3. Colonisation de la toundra rocheuse exposée par la mousse *Rhacomitrium lanuginosum*. Un tel aspect est fréquent dans toute la toundra côtière. Au fond à droite, quelques blocs en voie d'éjection par le gel, puis l'anse Mentensia. 21-7-69.

orientale du même lac, puis, remontant de nouveau le fleuve, la partie inférieure de son principal affluent rive gauche. La flore et la végétation de ce secteur intérieur m'ont parues nettement différentes de celles du secteur côtier, par la présence, et parfois l'abondance, de plusieurs espèces que je venais d'observer à Poste-de-la-Baleine, et totalement inconnues dans le secteur littoral, aux environs de Puvirnituk.

Caractères des stations botaniques observées

Le relief de cette région est très faible, les points culminants dépassent de peu 100 pieds (30 m) à l'ouest du lac Puvirnituk et n'atteignant pas 300 pieds (100 m) à l'est de ce même lac. Malgré cela, la toundra offre une grande diversité de milieux, et notamment de substrats, dont la végétation particulière devra être étudiée par des méthodes rigoureuses, mais qu'un premier examen permet déjà de pressentir.

LE SOCLE ARCHÉEN ET SES PRODUITS DE REMANIEMENT (figure 2)

Le socle archéen est en majorité granito-gneissique selon Aubert de la Rüe (1949); aux environs mêmes de Puvirnituk, il m'a semblé que les gneiss prédominaient. Ils constituent l'ossature de la plate-forme tabulaire de la toundra, émergeant des formations superficielles sous forme de petites collines noircies par les lichens, arasées, aux versants polis, arrondis, souvent abrupts. L'absence de repères visuels, l'exagération des ombres par la lumière rasante accentuent leur aspect escarpé; en fait, ce sont de très médiocres reliefs. Leur surface supérieure offre le plus souvent l'image d'un désert de roches luisantes, striées de cannelures glaciaires et de diaclases entrecroisées (figure 2), à très maigre couverture lichénique; quelques mousses, quelques spermaphytes s'accrochent dans les fissures, surtout quand un peu de sable s'y accumule. *Empetrum nigrum*, *Hierochloe alpina*, *Loiseleuria procumbens* et *Vaccinium vitis-idaea* var. *minus*, très dispersés, se maintiennent dans les conditions les plus extrêmes; un léger abri permet l'apparition, sur ces mêmes surfaces rocheuses sèches de :

Arctagrostis latifolia
Eutrema Edwardsii
Diapensia lapponica

Silene acaulis var. *exscapa*
Ledum decumbens
Pyrola grandiflora

Sur les tables rocheuses en pente faible ou modérée, une mousse joue un rôle dynamique important: *Racomitrium lanuginosum* qui forme de grosses coupoles surbaissées (figure 3) dont la juxtaposition donne, dans le meilleur des cas, un peuplement continu; lédum et pyrole deviennent alors plus abondants; *Pedicularis labradorica* apparaît, souvent en nombre, dans cette toundra moussue sur rocher, avec *Eriophorum spissum*.

Ces tables rocheuses culminales sont parsemées de mares peu profondes, dont la végétation est réduite à quelques maigres touffes de *Carex* (*C. stans* surtout?). De ces mares s'écoulent souvent des filets d'eau, guidés par les dia-

clases ; ces fissures humides sont l'habitat préféré de plusieurs espèces disséminées, formant des peuplements linéaires ouverts :

Carex atrofusca
C. capillaris
C. misandra
C. scirpoidea

Saxifraga foliolosa
S. nivalis
S. oppositifolia
Scirpus caespitosus ssp. *austriacus*

La colonisation par *Rhacomitrium lanuginosum* se fait aussi à partir de ces fissures humides ; là apparaissent *Cardamine bellidifolia* et *Saxifraga cernua*, cette dernière fort ubiquiste.

Sur ces roches polies en pente, les coussins de *Rhacomitrium* glissent lentement, probablement sous l'effet des alternances gel-dégel, jusqu'au plus proche obstacle où elles s'accumulent. Au-dessus de chaque touffe, la surface rocheuse récemment dégagée apparaît blanchâtre par suite de l'absence de couverture lichénique (figures 4 et 5) ; ainsi, les parois rocheuses à pente plus accentuée apparaissent curieusement zébrées de bandes verticales noires et blanches par suite du déplacement relativement rapide des coupoles muscinales.

Le socle archéen offre également l'intérêt de présenter plusieurs types de stations assez ombragés, les seules en dehors des « microforêts » de *Salix planifolia* dont je parlerai plus loin. Ce sont d'abord les escarpements marginaux limitant certaines zones de toundra rocheuses, tel le grand abrupt de 20 m de hauteur, peut-être plus, qui forme la limite sud du Lac du Miroir courbe¹. Cet escarpement, à l'aspect d'un miroir de faille d'une étonnante fraîcheur, est le type d'une série de petites falaises où l'on observe, entre autre, *Lycopodium selago* et *Potentilla hyparctica*, avec encore *Saxifraga nivalis*.

D'autres stations ombragées sont déterminées, à la surface même de la toundra rocheuse ou sur ses marges, par l'action du gel qui agrandit les fissures et disloque les tables gneissiques : on observe tous les stades de ce processus, depuis l'éclatement des fissures, le décollement de plaques en écailles (figure 6), jusqu'au détachement de blocs entiers, entre lesquels se forment des niches fraîches, enrichies en azote par les déjections des oiseaux qui semblent trouver fréquemment refuge dans ces stations. De petites espèces fragiles, à feuilles délicates et vite fanées, en tapissent le fond :

Chrysoplenium tetrandrum
Ranunculus pygmaeus

Saxifraga rivularis

¹ Par commodité, j'ai été amené à nommer un certain nombre de sites (voir la carte, figure 1) ; l'existence éventuelle de toponymes esquimaux rendra sans doute caducs certains des noms proposés. La décision récente de n'admettre aucun homonyme dans la toponymie du Québec a entraîné d'ailleurs une modification (addition d'adjectifs...) aux premiers noms proposés : qu'on ne voie là nul excès d'originalité.



7



4



6

avec parfois *Cystopteris fragilis* et *Primula stricta*, moins localisés. Ce petit groupement se retrouve également sur les corniches fraîches des parois nord signalées ci-dessus.

Quand le gel s'exerce au milieu d'une surface rocheuse subhorizontale, les blocs soumis à des effets tangentiels basculent mais restent souvent coincés (figure 7), leur grand axe tendant à se dresser verticalement. Chaque « pyramide » de blocs éjectés, seul relief marqué visible de loin sur le désert rocheux, surmonte une petite mare obscure, blottie dans la niche de décollement des blocs, et dont la présence explique la poursuite du processus ; les plantes délicates signalées précédemment peuvent s'y trouver, mais plus rarement.

L'ombre des blocs erratiques disséminés dans la toundra rocheuse ne permet pas l'implantation d'une végétation particulière, par suite du manque d'abri ; notons que quelques petits blocs de calcaire protérozoïque ont été observés, sans incidence visible sur la flore voisine.

Sur les marges ensoleillées de la toundra rocheuse, la gélifraction met en relief la structure des gneiss, leur donnant souvent alors un aspect étonnamment proche de celui des roches sédimentaires. Ces corniches en « marches d'escalier » sont abondamment peuplées de *Dryopteris fragrans* (figure 8), avec dans les parties verticales *Cystopteris fragilis* et *Woodsia ilvensis*, et sur les replats secs à litière organique :

Agrostis borealis
Carex arctogena

C. vaginalis
Poa alpigena

et nombre d'autres espèces que nous retrouverons sur les sables abrités (*Campanula uniflora*, *Melandryum affine*, *Taraxacum phymatocarpum*, etc.).

Sur les versants rocheux, les matériaux cryoclastiques glissent peu à peu et s'accumulent en une ceinture chaotique formant transition avec la toundra

FIGURE 4. Agrandissement d'une fissure par le gel. A sa gauche, le glissement d'une touffe de *Racomitrium* est marqué par un croissant blanchâtre. A l'ouest de Puvirnituaq, 21-7-69.

FIGURE 5. Déplacement des touffes de *Racomitrium* le long d'une surface rocheuse polie inclinée vers la gauche. Chaque touffe laisse une « piste » blanchâtre, d'abord entièrement dépourvue de Lichens, et qui s'efface très lentement sous l'effet de la recolonisation progressive (vers la droite, ici). Aspect strié, très caractéristique, de l'ensemble de la paroi. A l'est du lac du Miroir courbe. 12-7-70.

FIGURE 6. Desquamation de la toundra rocheuse nue ; la plaque qui se détache à 1 ou 2 cm d'épaisseur ; ses bords et ses fragments servent d'appui aux bryophytes colonisateurs. A l'ouest du lac Angle droit. 17-7-69.

FIGURE 7. Toundra rocheuse à l'ouest de Puvirnituaq. Début de soulèvement de blocs à gauche et au premier plan, pyramide d'éjection au second plan à droite. 21-7-69.

marécageuse. C'est le domaine d'élection de nombreux arbustes bas, en couple ou en brosse :

Betula glandulosa
Cassiope tetragona
Empetrum nigrum
Ledum decumbens
Phyllodoce coerulea

Rhododendron lapponicum
Salix brachycarpa
Vaccinium uliginosum
V. vitis-idaea var. *minus*

Les Éricacées prédominent (figure 11).

Ces talus cryoclastiques sont naturellement très hétérogènes ; ainsi la teneur en eau détermine assez souvent une zonation horizontale : vers le haut, *Ledum* et *Rhododendron* sont plus abondants que *Cassiope tetragona* (figure 9), dont les peuplements denses vêtent les pentes moyennes et inférieures, où ils sont alors mêlés à *Rubus chamaemorus* et *Pedicularis labradorica*. Dans leurs points les plus bas, l'accumulation de neige détermine des névés plus

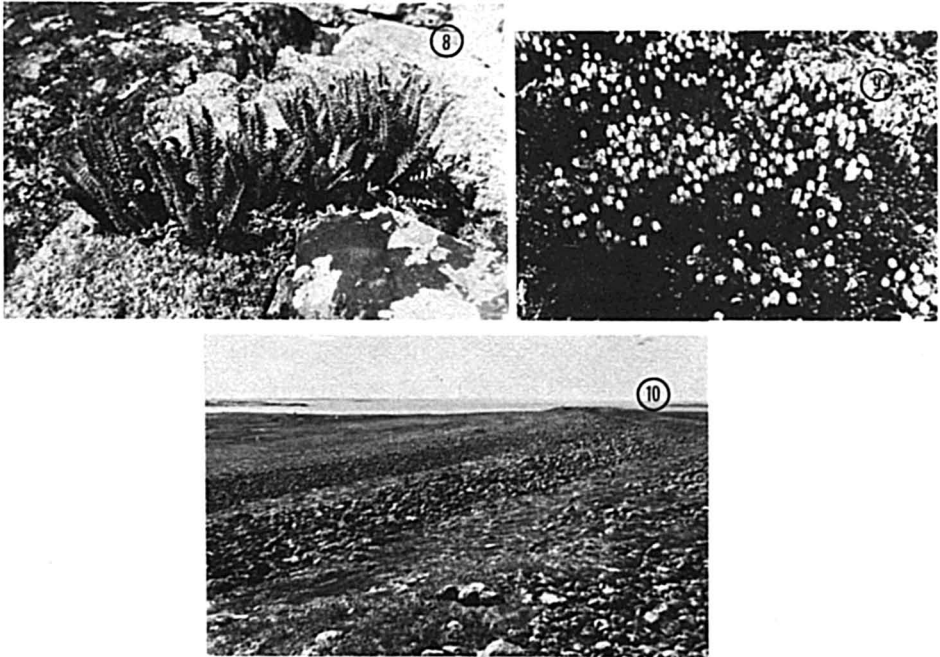


FIGURE 8. Gradin rocheux colmaté par des lichens (*Cladonia*) et peuplé de *Dryopteris fragrans*. Au nord de Puvirnituk, 17-7-69.

FIGURE 9. L'abondance de *Cassiope tetragona* est un trait important de la végétation des pentes cryoclastiques dans la région de Puvirnituk, 17-7-69.

FIGURE 10. Cordons littoraux soulevés, parallèles, avec prédominance des galets à certains niveaux ; toundra dense, sèche, dans les niveaux intermédiaires assez riches en sable. Crête culminale (env. 30 m) au sud-est du lac Tordeu, 21-7-69.

ou moins persistants ; sur les emplacements nus qui les remplacent, *Salix herbacea* est abondant, avec *Cassiope hypnoides*, *Bartsia alpina*, *Equisetum variegatum*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, aucune de ces espèces ne semblant localisée à ces combes à neige.

La poussée du gel remanie souvent ces talus, donnant des bourrelets (cf. Aubert de la Rüe, 1966) entre lesquels dorment de petites mares où se nichent des marais de pente ce sont des fragments de toundra marécageuse sans espèces particulières, mais où prédomine *Scirpus caespitosus* ssp. *austriacus*.

LES ALLUVIONS MINÉRALES ACTUELLES OU FOSSILES

En dehors des talus cryoclastiques, les matériaux plus ou moins fins occupent de larges surfaces.

Les uns sont constitués d'alluvions actuelles, fluviales ou d'estuaires ; ces derniers dépôts, particulièrement bien représentés dans la région étudiée, présentent une grande variété. Les estrans argileux sont typiques, d'une part à Puvirnituk même (anse E. à l'est du magasin de la Compagnie de la Baie d'Hudson), d'autre part entre la pointe du Baleinier et l'anse Mertensia ; ils sont peuplés d'un tapis ras, rougeâtre, de *Carex subspathacea* parsemé de touffes grêles et dispersées de *Dupontia fisheri* et de *Calamagrostis deschampsoides* ; un peu en arrière, on passe à la toundra humide herbeuse avec, dans la zone de transition :

Chrysanthemum arcticum
Chrysosplenium tetrandrum

Matricaria ambigua
Montia lamprosperma

Dans une situation semblable, de petites dépressions argilo-sableuses sur le littoral de la baie des Primevères sont exclusivement peuplées d'une minuscule Graminée : *Phippsia algida* ; non loin de là, des sables argileux nus sont colonisés par

Primula egaliksensis
P. stricta.

Salix arctophila

espèces relativement ubiquistes.

Les plages de sables fins ou grossiers constituent un milieu particulièrement riche en espèces spéciales, notamment dans la zone très clairsemée au-dessus de l'estran. De part et d'autre de la pointe du Pêcheur, j'ai observé :

— sur sables secs :

Androsace septentrionalis
Arabis arenicola
Arenaria peploides var. *diffusa*
Armeria labradorica
Astragalus eucosmus
Deschampsia caespitosa var.
littoralis
Draba nivalis
Erigeron eriocephalum

Festuca brachyphylla
F. rubra var. *arenaria*
Luzula groenlandica
L. spicata
Mertensia maritima
Papaver radicum
Poa alpigena
Saxifraga caespitosa
S. tricuspitata

- avec d'autres plantes ici très dispersées, mais formant sur l'arrière-plage des peuplements denses :

Elymus mollis
Epilobium latifolium
Lathyrus japonicus

Stellaria monantha
Tanacetum huronense

- sur sables plus frais :

Arenaria rubella
Juncus arcticus
Matricaria ambigua
Parnassia Kotzebuei

Parnassia palustris
Sagina intermedia
Salix callicarpaea
Saxifraga aizoides

À l'est de Puvirnituq, des alluvions plus grossières à la limite supérieure de la frange littorale sont l'habitat (exclusif ?) de *Oxytropis foliolosa* et du *Pedicularis groenlandica*.

Au même niveau, des cordons littoraux actuels formés de gros galets présentent plusieurs des espèces précédentes, notamment *Papaver radicum* et *Salix callicarpaea* ; ils forment transition avec les rochers littoraux, seule station observée de *Carex microglochin*, et où abonde *Deschampsia caespitosa* var. *littoralis*.

Senecio congestus, de plus en plus fréquent vers l'ouest, ne semble pas lié à une granulométrie particulière mais forme des peuplements linéaires au niveau supérieur de l'estran, notamment sur les paquets d'algues abandonnées par la mer.

Le processus, qui se poursuit actuellement, du relèvement isostasique, soulève progressivement toutes ces formations de plages et, au-dessus du littoral actuel, on voit s'élever, en gradins successifs, de multiples terrasses parallèles qui atteignent souvent les plus hauts reliefs (figure 10), y formant des crêtes rectilignes d'aspect caractéristique (ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire, nord du lac du Miroir courbe . . .). On retrouve ainsi des formations homologues aux divers types d'estran que nous venons d'observer ; peu à peu, les espèces extralittorales s'emparent de ces biotopes, mais des plantes littorales subsistent parfois ; en même temps, le sol évolue : la comparaison de ces divers cordons littoraux soulevés, en fonction de leur âge, serait certainement d'un grand intérêt.

Les littoraux argileux fossiles se manifestent probablement par les nombreux *ostioles*, surfaces nues et grises de forme circulaire ou ovoïde s'ouvrant entre les buttes ou bourrelets de toundra à Ericacées, généralement vers la base des talus cryoclastiques. Ces ostioles, d'abord semi-fluides puis rapidement très durs, compacts à l'exception de leurs fentes de retrait, semblent très défavorables à la végétation phanérogamique.

Les littoraux sableux fossiles sont souvent constitués de sables coquilliers, parfois (au nord du Miroir courbe) de véritables faluns riches en coquilles de moules (*Mytilus edulis*) ; la faible pluviosité (15 pouces ou 375 mm annuels

d'après Rey, 1960), explique sans doute que les horizons superficiels des sols de ces formations sableuses soient peu ou pas décarbonatés, et conservent souvent un pH élevé.

Parmi les nombreuses plantes observées sur ces cordons sableux soulevés, notons simplement les espèces spéciales ou particulièrement abondantes²

Arctostaphylos alpina
Astragalus alpinus
Campanula uniflora
Carex norvegica
Cerastium alpinum
Draba glabella
D. nivalis
Dryas integrifolia
Empetrum nigrum
Epilobium latifolium
Luzula confusa

Melandryum affine
Oxytropis maydelliana
O. terrae-novae
Potentilla hyparctica
P. chamissonis
Ranunculus pedatifidus
Salix calcicola
S. reticulata
Saxifraga tricuspidata
Stellaria monantha
Taraxacum phymatocarpum

Quand ces cordons littoraux fossiles sont formés de matériaux de plus grandes dimensions (galets), leur peuplement est très clairsemé, mais conserve néanmoins souvent *Elymus mollis* et *Saxifraga tricuspidata*, associés à des plantes de stations exposées comme *Hierochloa alpina*.

Certaines stations fraîches ou modérément humides situées généralement au-dessus des dépressions marécageuses, sont remarquables par leur pH voisin de la neutralité. La nature alcalique des roches dans toute la région permet de penser qu'il s'agit encore de dépôts plus ou moins coquilliers, sub-fossiles, mêlés aux éléments des talus cryoclastiques ou recouverts partiellement par eux. Ces stations ont une végétation assez particulière, avec notamment (ex : talus de pente nord-est à l'ouest de Puvirnituaq) :

Dryas integrifolia
Equisetum variegatum
Melandryum apetalum
Pedicularis flammea

Salix latana ssp. *calcicola*
S. reticulata
Tofieldia pusilla

Habenaria obtusata existe dans des stations semblables.

L'observation des terrasses fluviales a été trop fragmentaire pour que je puisse faire autre chose que citer quelques espèces notées à leur niveau : *Antennaria Rousseaui*, *Cornus suecica*, *Erigeron humilis* . . . ; on y retrouve des plantes abondantes sur le littoral : *Elymus mollis*, *Epilobium latifolium* (avec *E. angustifolium*), *Melandryum affine* . . .

² Ces reliefs à sols meubles présentent des parties élevées, exposées, à dominance de lichens bruns (*Cetraria* . . .), et des pentes plus abritées, à dominance de lichens blancs (*Cladonia* . . .), et à flore plus riche en espèces phanérogamiques.

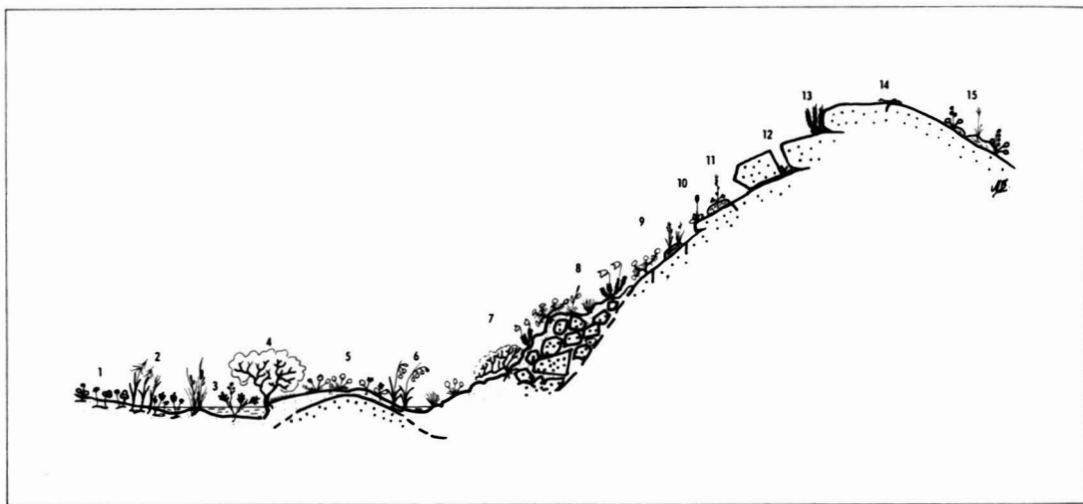


FIGURE 11. Relations spatiales des groupements végétaux de toundra sur socle en place ou remanié, et des marécages voisins, près de Puvirnituk. Coupe rassemblant les milieux les plus typiques, d'après un profil sud-ouest/nord-est entre les lacs Angle droit et Fendu. Les dimensions relatives des espèces figurées n'ont pu être respectées. De gauche à droite : 1- Sphagnaie dense humide avec *Ranunculus lapponicus* et *Rubus chamaemorus*. 2- Marge de ruisseau calme ; pente douce avec successivement *Arctophila fulva*, *Ranunculus pallasii* et *Carex stans* retenant les alluvions. 3- Eaux assez rapides à *Potentilla palustris*. 4- Buissons de *Salix planifolia* (souvent séparés de l'eau libre par une frange d'hélophytes) avec sous-étage microforestier. 5- Toundra mousseuse fraîche sur table rocheuse (*Eriophorum spissum*, *Rubus chamaemorus*). 6- Mare temporaire bordée d'*Eriophorum angustifolium* et *Scirpus caespitosus*; on retrouve en 8 une mare semblable avec *Carex membranacea*. 7- Pente de produits cryoturbés et gélifractés (talus cryoclastique), ici en pente nord-est avec *Betula glandulosa*, *Cassiope tetragona*, *Ledum decumbens*. 8- Pente rocheuse avec *Ledum*, *Hierochloe alpina* (sur *Rhacomitrium*). 9- Fissures suintantes à *Saxifraga nivalis*. 10- Colonisation des surfaces rocheuses par *Rhacomitrium lanuginosum* dont les coussins glissants sont peuplés de *Saxifraga cernua*. 11- Large fissure abritée fraîche à *Chrysosplenium*, *Ranunculus pygmaeus*, *Saxifraga rivularis*. 12- Corniche sèche à *Dryopteris fragrans*. 13- Fissure rocheuse colmatée, exposée, à *Loiseleuria procumbens*. 14- Pente sud-ouest exposée en voie de colonisation: *Rhacomitrium*, *Hierochloe*, *Pyrola grandiflora*. Les traits et points épais correspondent au socle et à ses fragments.

EAUX LIBRES ET MARAIS (figures 11 et 12)

Le permafrost imperméabilise la moindre dépression : lacs, étangs, mares, marécages divers occupent des étendues considérables de la toundra.

Les eaux libres ne paraissent avoir une végétation phanérogame notable que dans la mesure où leurs faibles dimensions permet un échauffement rapide ; les petites mares abritées ou sublittorales présentent seules des ceintures de végétation relativement bien marquées (figure 12) :

- en leur milieu, *Hippuris vulgaris* et *Sparganium hyperboreum* sont communs, *Ranunculus hyperboreus* et surtout *R. Gmelini* plus localisées ;
- un peu à l'extérieur, mais souvent en mélange partiel avec les deux premières espèces, *Ranunculus Pallasii* forme des peuplements denses semés d'odorantes étoiles blanches ; ses feuilles sombres et dressées, trilobées, imitent de loin celles du *Menyanthes* ;
- sur les grèves en pente douce, les dernières renoncules sont relayées par les peuplements denses de *Arctophila fulva*, exclusifs dans les flaques à fond nu et à dessèchement rapide ; parfois aussi, les colonies de cette graminée arctique sont envahies par les sphaignes précédant le colmatage des mares par les plantes de la basse tourbière ;
- la ceinture la plus externe, occupant la tourbe humide exondée, est formée d'hélophytes variés, mais par taches monospécifiques denses et basses (généralement moins de 30 cm) : *Eriophorum Scheuchzeri* et *angustifolium* (le second moins lié à ses habitats), *Carex stans* et *saxatilis*, certainement communs mais dont la floraison tardive ne facilite pas la détermination.

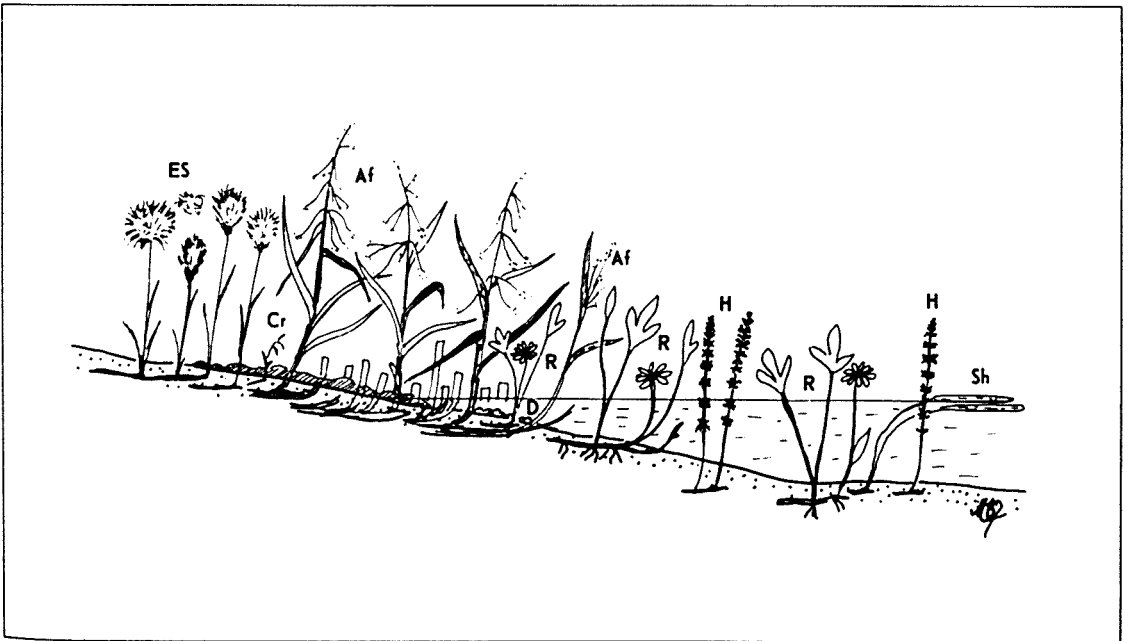


FIGURE 12. Mare sublittorale à niveau variable au nord-est de Puvirnituk ; eaux libres à *Hippuris* (H), *Sparganium hyperboreum* (Sh), *Ranunculus pallasii* (R), cette dernière persistant vers l'extérieur ; ceinture dense d'*Arctophila fulva* (Af), avec ici un tapis de *Drepanocladus* (D) puis de *Sphagnum* (le fond peut rester nu ici) ; tapis muscinal à *Carex rariflora* (Cr) souvent plus développé ; ceinture externe, à exondation précoce et sol minéral : *Eriophorum scheuchzeri* (ES). L'ensemble a un caractère arctique accusé.



FIGURE 13. Floraison de la minuscule *Ranunculus hyperboreus* dans une argile sableuse nue récemment exondée. L'empreinte de pas donne l'échelle. Ruisseau sublittoral au nord-est de Puvirnituk, 23-7-69.



FIGURE 14. *Salix candida* dans le marais arrière-littoral, au nord-est de Puvirnituk. Sans doute station extrême vers le nord pour cette espèce. 27-7-69.

D'autres mares, généralement plus loin du littoral, présentent divers bryophytes aquatiques ; un grand *Hypnum* (?) aux très longs sporogones émergents, fréquemment de grosses touffes rougeâtres de *Scorpidium scorpioides* ou de *Paludella squarrosa*, les uns et les autres, avec naturellement les sphaignes, jouant un rôle dynamique important. Ce colmatage par les bryophytes détermine la formation d'un tapis spongieux qui émerge peu à peu, consolidé par le lacis des stolons de divers *Carex* (*C. chordorrhiza*, *C. glareosa* var. *amphigena*) : les phases suivantes du dessèchement relatif sont marquées par *Pinguicula vulgaris* (plus rarement *P. villosa* dans l'intérieur), *Ranunculus lapponicus*, véritablement constante dans les épais tapis de mousses humides des dépressions et des pentes, *Rubus chamaemorus*, enfin, quand la sécheresse superficielle se traduit par l'abondance de lichens blancs, *Eriophorum spissum* et *Pedicularis lapponica*. On est alors dans la toundra simplement fraîche, au voisinage des *Betula glandulosa* et *Cassiope tetragona* de la base des talus cryoclastiques.

D'autres types de bas marais denses existent : peuplements ras et ouverts de *Carex rariflora*, avec *Pedicularis flammaea* et *hirsuta* ; marais plus denses mais encore bas avec *Cardamine pratensis*, *Saxifraga hirculus* var. *propinqua*, *S. foliolosa*, *S. cernua* ; marais herbeux avec divers *Carex* déjà cités au bord des eaux, et d'autres : *C. canescens*, *C. membranacea*, *Eriophorum angustifolium* . . . Dans certaines de ces basses tourbières apparaissent des buttes de toundra, de quelques décimètres, mais jamais l'accumulation de tourbe n'est suffisante pour que se constituent des tourbières à paises. Quelques bombements, de dimensions très modestes, ont été observés dans une tourbière à sphaignes de l'intérieur, à l'est du lac Puvirnituk (96,5x59,5 dans le quadrillage kilométrique de notre carte, figure 1).

Les petits ruisseaux ont une végétation différente de celle des mares. Dans les eaux libres relativement rapides, *Ranunculus trichophyllus* est la seule phanérogame, d'ailleurs rare. Le ralentissement du courant est favorable à *Potentilla (Comarum) palustris*, ici véritablement aquatique et dont les peuplements brun-rouges couvrent parfois la surface des ruisseaux ; en eau très calme réapparaît *Ranunculus Pallasii* et, sur les berges argileuses exondables, *Ranunculus hyperboreus*, notamment près du littoral ; cette espèce abonde également au débouché des ruisseaux sur l'estran argileux nu, et dans les filets d'eau polluée sous les maisons de Puvirnituk (figure 13).

Partant de l'eau libre, nous trouvons généralement une zone dense d'hélophytes (« grands » *Carex*, *Eriophorum angustifolium*, *Calamagrostis* sp., puis des peuplements linéaires de *Salix planifolia*, peuplements que l'on retrouve au fond des diverticules abrités des lacs, et notamment au lac Puvirnituk. Les cimes arrondies, jointives, de ces arbustes hauts de quelques décimètres constituent un abri sous lequel se maintient, à échelle réduite, un véritable milieu forestier. Sur le sol de ces « microforêts », dans un épais tapis de mousses (*Mnium*?, sphai-

gnes . . .), on observe quelques espèces rares ou absentes hors du couvert des saules :

Anemone Richardsoni
Arenaria humifusa
Galium brandegei

Lycopodium annotinum
Stellaria calycantha

Ces fourrés, où le lagopède des saules (*Lagopus lagopus*) est commun, constituent un milieu original dont l'étude, tant floristique que microclimatique, serait certainement intéressante.

Les plantes citées précédemment ne constituent que les plus abondantes des espèces récoltées, ou celles dont la localisation semble dès maintenant assez bien définie. Soulignons encore néanmoins le caractère provisoire et fragmentaire de ces observations. Ce n'est qu'après une étude portant à la fois sur une période plus longue, une aire plus vaste et des relevés plus nombreux, que nous pourrons avoir de ce territoire une vue suffisamment précise pour être comparable avec celle des territoires voisins minutieusement étudiés par de nombreux botanistes expérimentés, au premier rang desquels il faut placer J. Rousseau.

Néanmoins, ces notes pourront servir à compléter la connaissance botanique de cet immense territoire que constitue le Nouveau-Québec, et c'est à ce titre que je demande pour elles l'indulgence des explorateurs chevronnés de l'Ungava.

Les espèces observées et les caractères de leurs stations

Le commentaire concernant chaque espèce est précédé du no de récolte et des coordonnées kilométriques correspondant à la carte (figure 1), d'après le quadrillage myriamétrique de la carte au 1/250 000 (feuille Povungnituk) ; pour éviter d'avoir à se reporter constamment à cette carte, une indication concrète concernant la position approchée de la station est ensuite donnée ; à ce titre, par exemple, " au nord du lac du Miroir courbe " s'entend " au nord et à proximité " du lac en question. Les coordonnées concernant la moitié est du lac Puvirnituk, pour laquelle je ne disposais pas encore de la couverture photographique aérienne, sont approchées à 0,5 km près.

Les caractères stationnels sont définis d'après les divers biotopes distingués ci-dessus ; les pH ont été estimés sur le terrain à l'aide de la trousse colorimétrique Hellige ; l'incertitude est de 0,25 unités pH.

Les dates données peuvent dans une certaine mesure fournir des renseignements phénologiques pour les stations situées aux environs immédiats de Puvirnituk, visitées plusieurs fois : les plantes récoltées seulement lors de la seconde ou troisième visite n'étaient pas en fleurs lors des visites précédentes. Certains numéros (après 69307) correspondent à ces échantillons non numérotés immédiatement parce qu'ils étaient médiocres (stériles) ou trop peu nombreux

pour constituer une part d'herbier ; j'ai dû parfois me résoudre à les numéroter ultérieurement parce que je n'avais pas trouvé mieux ou parce que la station observée avait un intérêt particulier. Il en résulte que, par exemple, les no 69095 et 69313 sont de même date.

POLYDODIACÉES

Cystopteris fragilis (L.) Bernh.

69045 — 72,7x58,5. Au nord-est du lac Fendu. Fissures rocheuses³ sèches, d'exposition sud, en pente subverticale abritée. 17-VII-69.

Fougère observée à plusieurs reprises dans des conditions identiques, sauf au lac Miroir (70,1x58,7) où elle était sur une paroi fraîche, également abritée, d'exposition nord-est. Espèce toujours peu abondante dans les quelques stations observées.

Dryopteris fragrans (L.) Schott.

69006 — 72,5x57,4. À l'ouest de Puvirnituk, parties culminantes de la toundra rocheuse. Grandes fissures et gradins rocheux secs, à l'exposition sud, relativement abrités. Abondante. 15-VII-69 (photo 6).

Fougère très répandue en de nombreux points de la toundra rocheuse littorale.

Woodsia ilvensis (L.) R. Br.

69154 — 73,7x57,7. Au nord de Puvirnituk, parties culminantes de la toundra rocheuse. Fissure rocheuse sèche, à humus de pH 4,5, dans une paroi verticale abritée, à l'exposition sud. Très peu abondante, accompagnée par la plante précédente. 24-VII-69.

Seule station observée.

ÉQUISÉTACÉES

Equisetum arvense L.

69009 — 72,6x56,8. Littoral à l'ouest de Puvirnituk. Gravier humide au-dessus de l'estran, en marge d'un marais dense. 15-VII-69.

Diffère des plantes européennes par sa petite taille et par la présence de pousses vertes grêles partant de la base des tiges fertiles. Abondant et sans doute commun, mais relativement peu visible, dans la toundra herbeuse humide, rase et dense.

³ Sauf indications contraires, les rochers sont des gneiss ou des roches métamorphiques proches de gneiss.

E. variegatum Schleich.

69084 — 72,4x57,3. Ouest de Puvirnituk. Talus cryoclastiques : graviers humides avec blocs; pente nord : pelouse dense ; pH 6,5; 21-VII-69.

69285 — 71,3x57,2. Rive droite du ruisseau de la Planche. Terrasse inférieure humide, sableuse, pH 5. Disparition récente de la neige. Pelouse clairsemée. 30-VII-69.

Difficile à voir, mais semble assez commun. Toujours grêle et d'aspect assez semblable à *E. scirpoides* Michx., mais les lacunes des rameaux sont typiques.

LYCOPODIACÉES

Lycopodium annotinum L. var. *pungens* (La Pyl.) Desv.

69058 — 76,2x58,2. Marge nord-est du terrain d'atterrissage temporaire de Puvirnituk. « Microforêt » de *Salix planifolia* ; faible pente nord abritée. Sur bombements de mousses à sphaignes dominantes. 18-VII-69.

Seule station observée ; il y est assez abondant.

L. selago L.

69117 — 72,2x57,6. Ouest de Puvirnituk. Pente nord escarpée sur rocher sec; dans un tapis discontinu de mousses. Très peu abondant. 20-VII-69.

69155 — 73,7x57,7. au nord de Puvirnituk; conditions identiques. 24-VII-69.

Cette espèce, toujours par pieds isolés, semble rare.

SPARGANIACÉES

Sparganium hyperboreum Laest.

69070 — 70,6x57,7. Vallon du ruisseau de la Planche, dans une petite mare au sein de la toundra marécageuse ; eau à pH 7,0 ; assez abondant. 19-VII-69 (non fleuri).

69281 — 69,6x55,9. Mares sublittorales à l'est de la pointe du Pêcheur Solitaire. Mêmes conditions, avec *Hippuris* et *Ranunculus pallasii*. Début de floraison le 30-VII-69, pour les plantes complètement émergées, qu'elles soient mises à sec ou soutenues par les feuilles dressées de *Ranunculus pallasii*.

Assez commune au moins jusqu'au lac Puvirnituk, très abondante, toujours dans les mêmes stations.

GRAMINÉES

Agrostis borealis Hartm.

69243 — 96,5x59,5.3 km à l'est de la cote 253. Corniche rocheuse sablo-humifère, abritée en exposition sud ; pH 4,0. 29-VII-69. Peu abondant.

69260 — 78,7x64,0. Extrémité est de la pointe Entre-Deux-Mers, lac Puvirnituaq. Sables fixés secs en surface (combe à neige) dans un vallon abrité en pente sud ; pH 5,0. Abondant. 29-VII-69.

69264 — 69,4x55,7. À l'est de la pointe du Pêcheur Solitaire. Corniche rocheuse littorale exposition sud ; sol sec pH 5,0. 30-VII-69. Abondante.

Espèce abondante et sans doute commune dans les stations à végétation ouverte.

Alopecurus alpinus L.

69148 — 73,4x57,1. Village de Puvirnituaq, près d'un ancien site esquimau. Sable humifère sur rocher, sec, en légère pente sud. Forme une pelouse dense. 23-VII-69.

Espèce non observée en dehors du village de Puvirnituaq, où elle est relativement abondante en plusieurs stations de mêmes caractères écologiques. Origine anthropique ? Rousseau (1968) ne la signale pas dans l'Ungava, bien qu'elle soit figurée dans les cartes de Porsild (1964).

Arctagrostis latifolia (R. Br.) Griseb.

69194 — 74,0x57,3. Est de Puvirnituaq, talus cryoclastique sec, exposé, herbeux ; pH 4,0 à 4,5. Peu abondant. 27-VII-69.

Graminée toujours très dispersée mais très commune ; semble exister dans tous les types de toundra.

Arctophila fulva (Trin.) Anders.

69191 — 74,0x57,3. Est de Puvirnituaq ; marge d'une mare sublittorale, en peuplement très dense ; pH (eau et vase) 5,0.

Espèce très abondante sur les marges des mares, quand les grèves en faible pente subissent une exondation estivale ; parfois aussi anses abritées des lacs, dans les parties à assèchement temporaire (ex : marge ouest du lac de l'île). Citée en une seule station de l'Ungava par Porsild (1964).

Calamagrostis canadensis (Michx.) Beauv. var. *Langsdorffii* (Link) Inman.

69235 — 80,1x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituaq. Blocs, graviers et sables frais, pH 4,5 ; 29-VII-69. Échantillon douteux, immature, qui a donné lieu à des avis divergents ; M. W.J. Cody pense qu'il pourrait s'agir de *C. lapponica* (Wahlenb.) Hartm.

D'assez nombreuses populations de *Calamagrostis*, encore immatures lors de la fin de mon séjour, en marge externe des ceintures d'hélophytes des mares et dans d'autres points humides, n'ont pu être récoltées.

C. deschampsoides Trin.

69199 — 74,0x57,3. Estran à *Carex subspathacea* Wormskj. à l'est du village de Puvirnituk. Sol argileux, très humide, pH 5 à 5,5. 27-VII-69. Très dispersé dans un tapis herbacé ras et dense.

69272 — 69,4x55,7. Marge d'une mare sublittorale à l'est de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sol argileux, très humide, pH 5,5. 30-VII-69. Très dispersé dans un peuplement ras de mousses et herbes.

Graminée discrète malgré sa panicule jaune dorée ; non observée en dehors du littoral.

Deschampsia caespitosa (L.) Beauv. var. *littoralis* (Reut.) Richt. d'après E. Lepage ; W.J. Cody pense que certains pourraient se rattacher à la var. *Abbei* Boivin).

69106 — 69,6x55,7. Au-dessus de l'estran, à l'est de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers, secs, pH 6. Peuplement herbeux assez ouvert ; espèce abondante. 21-VII-69.

69118 — 72,4x56,8. Pointe à l'ouest de Puvirnituk. Sables grossiers secs au-dessus de l'estran, pH 5 ; végétation ouverte. 22-VII-69.

69176 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé sec, sableux, rocailleux en profondeur ; végétation très ouverte. 25-VII-69.

69263 — 69,4x55,7. À l'est de la pointe du Pêcheur Solitaire. Fissures et replats secs, colmatés d'humus argileux, des rochers sublittoraux, pH 5. Expositions sud. Végétation ouverte ; plante assez abondante. 30-VII-69.

69276 — 69,4x55,7. Même localité. Sables nus faiblement coquilliers au-dessus de l'estran. pH 5,5. 30-VII-69.

Espèce assez commune et abondante, au moins au voisinage du littoral, d'aspect extrêmement variable, à panicule d'un jaune doré brillant comme le précédent, avec lequel certains individus nains en touffes lâches et grêles peuvent être facilement confondus. L'habitat semble nettement différent, le *Deschampsia* ne semblant jamais descendre dans les pelouses humides littorales à *Calamagrostis deschampsoides*.

Dupontia fisheri R. Br. var. *psilosantha* (Rupr.) Kurtz.

69173 — 72x57,9. Au nord-ouest du village de Puvirnituk. Marais dense peuplé d'herbes basses, pH 4,5-5. 25-VII-69.

69190 — 74,0x57,3. Estran à *Carex subspathacea* à l'est de Puvirnituk. Sol argileux très humide ; pH 5. 27-VII-69.

69198 — Même station et même habitat.

69291 — 72,2x56,8. Estran à l'ouest de la pointe du Baleinier. Habitat identique au précédent; pelouse rase et dense. 30-VII-69.

Plante dispersée et peu visible, non rencontrée en dehors du littoral ou de sa proximité. Présente parfois des panicules stériles.

Elymus arenarius L. ssp. *mollis* (Trin.) Hult.

69108 — 69,6x55,7. Dunes en voie de fixation, plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables littoraux frais à dessèchement superficiel. pH 5,5-6. Encore immature le 21-VII-69.

69192 — 74,0x57,3. Cordon littoral soulevé, pointe est de Puvirnitua. Gravier et blocs secs, en pente S. Dispersé ; en épis le 27-VII-69.

69274 — 69,6x55,7. Localité voisine de 69108. Mêmes conditions stationnelles, sol un peu plus sec ; pH 5,5. Hampe et épis parfaitement développés le 30-VII-69.

Plante très commune et abondante sur le littoral, aussi bien à la partie supérieure de l'estran que sur les cordons littoraux soulevés aux « plus hautes » altitudes (30 m!). Elle se raréfie vers l'intérieur, mais n'est jamais totalement absente dans l'aire étudiée, notamment sur les cordons littoraux subfossiles, même formés de gros galets, et sur les terrasses du fleuve Puvirnitua, notamment près du camp de pêche, en amont du lac : 91,0x63,0).

Festuca brachyphylla Schultes.

69168 — 72,9x57,9. Au nord-ouest de Puvirnitua, rocher enclavé dans le marais, surface couverte d'une pellicule sableuse, en voie de colonisation par des mousses. 25-VII-69.

69175 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnitua. Blocs colmatés de sable ; sol sec. Peuplement ouvert, crête exposée. 25-VII-69.

69283 — 69,6x55,9. Plage ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables frais ouverts au-dessus de l'estran ; pH 5,5. 30-VII-69.

Semble localisée aux peuplements ouverts des milieux secs.

Festuca rubra L. var. *arenaria* (Osb.) Fr.

69279 — 69,4x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables mobiles secs en voie de colonisation, en limite supérieure de l'estran. 30-VII-69.

69286 — 72,3x57,2. Terrasse inférieure rive droite du ruisseau de la Planche. Sables humides récemment dégagés de la neige ; peuplement herbeux relativement dense ; pH 5. 30-VII-69.

Hierochloe alpina (Sw.) R. et S.

69028 — 73,3x58,9. Au nord du lac Angle droit. Fissures sèches et placages sableux dans la toundra rocheuse, sur les reliefs exposés, dans les stations ouvertes ou les peuplements denses de mousses (*Rhacomitrium lanuginosum*). 16-VII-69.

Commune, quoique relativement peu abondante, dans toutes les stations sèches et exposées.

Phippsia algida (Sol.) R. Br.

69222 — 74,4x58,1. Littoral occidental de la baie des Primevères. Fond de petites mares à assèchement estival; sables argileux rougeâtres, nus. pH 7,5. 28-VII-69.

Seule station observée; cette minuscule Graminée y est très abondante.

Poa alpigena (Fr.) Lindm.

69029 — 73,3x58,9. Au nord du lac Angle droit; rainures profondes assez abritées et emplies de sable dans la toundra rocheuse. Sol sec; végétation ouverte. 16-VII-69.

69078 — 72,2x57,6. Toundra rocheuse à l'ouest de Puvirnituk. Corniche rocheuse sèche à tapis de mousses. 20-VII-69.

69083 — 72,4x57,0. Station assez proche de la précédente. Sables et graviers secs sur une crête exposée.

69116 — 71,1x56,7. Plage de l'anse Mertensia. 21-VII-69.

69103 — 69,6x55,7. Plage ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers, frais en voie de colonisation, à la limite supérieure de l'estran; pH 5,5 à 6. 21-VII-69.

69280 — 69,6x55,7. Ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Plage soulevée à sol sableux, sec mais au voisinage d'une vasque à sphaignes. 30-VII-69.

69282 — 69,6x55,9. Même type de station, proche des deux précédentes. 30-VII-69.

P. alpina L.

69129 — 72,4x56,8. Pointe à l'ouest de Puvirnituk. Fissures sableuses entre les blocs; substrat sec. Station sublittorale abritée. 22-VII-69. Échantillon de petite taille identique par son aspect et ses dimensions au matériel récolté par E. Aubert de la Rüe (Herbier Mus. Hist. Nat., Paris 1948).

69236 — 80,2x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituk. Fissures de rochers secs, pH 4,5; station exposée à végétation clairsemée. 29-VII-69. Petite forme à feuilles étroites.

P. arctica R. Br. ssp. *caespitans* (Simm.) Nannfl.

69203 — 73,8x57,3. Pointe est de Puvirnituaq. Sables et graviers secs proches du littoral ; station abritée d'exposition S. 27-VII-69.

69204 — Avec le précédent ; panicule contractée mais certainement individu plus jeune.

69230 — 80,2x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituaq. Fissures de rochers secs, pH 4,5. Station exposée à végétation clairsemée. 29-VII-69.

P. pratensis L.

69294 — 73,2x57,2. Près de la coopérative de Puvirnituaq. Blocs mêlés de graviers et sables, secs, pente sud abritée. 31-VII-69.

Trisetum spicatum (L.) Richt. var. *Maidenii* (Gand.) Fern.

69205 — 73,8x57,3. Pointe est de Puvirnituaq. Sable mêlé de quelques blocs et graviers, sec. Station abritée, proche du littoral, à l'exposition sud.

Graminée commune et souvent abondante sur le littoral.

CYPERACÉES

Carex arctogena H. Smith.

69245 — 96,5x59,5. 3 km à l'est de la cote 253. Corniche rocheuse sablo-humifère abritée en exposition S ; pH 4,0. 29-VII-69. Assez abondant.

69293 — 72,2x57,0. Toundra rocheuse au nord de l'anse du Baleinier. Bord d'une mare à assèchement estival ; fissure rocheuse colmatée par de la matière organique humide. Station exposée. 30-VII-69.

C. atrofusca Schk.

69185 — 70,3x58,7. Rive nord du lac Miroir courbe. Gradins rocheux humides, abrités, à l'exposition sud. assez abondant. 26-VII-69. Seule station observée, mais sa ressemblance avec *Carex misandra* lui permet peut-être de passer inaperçu.

C. Bigelowii Torr.

69184 — 70,1x58,7. Rive sud du lac du Miroir courbe. Graviers et rocailles abrités ; sol frais ; exposition ouest. 26-VII-69.

69187 — 70,3x58,7. Rive nord du lac du Miroir courbe. Gradins rocheux humides, abrités, à l'exposition S ; dans un tapis de mousses recouvrant le rocher. 26-VII-69.

69188 — Même lieu, même station.

69219 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé, sec, sableux ; station exposée à végétation clairsemée. 28-VII-69.

69234 — 80,x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituk. Fissure rocheuse sèche, pH 4,5. Station exposée et clairsemée. 29-VII-69.

Semble assez répandu, quoique peu abondant, du moins sous la forme d'habitats secs, de petite taille, signalée par A. Dutilly, E. Lepage et M. Duman (1953), forme identique à celle des échantillons de l'Herb. Mus. Nat., Paris.

C. canescens. L.

69211 — 73,9x57,6. Au nord-est de Puvirnituk. Bord de mare tourbeuse, avec d'autres *Carex* hydrophiles. 28-VII-69.

Assez répandu au moins sur le littoral.

C. capillaris L.

69170 — 72,9x57,9. Au nord-ouest de Puvirnituk. Fissures colmatés et suintantes coupant les surfaces rocheuses nues, abritées, à l'exposition sud. 25-VII-69.

Ce *Carex*, toujours abondant, existe dans d'assez nombreuses stations proches du littoral, dans des conditions identiques (espèce pionnière des surfaces rocheuses polies suintantes).

C. chordorrhiza Ehrh. ex. L. f.

69172 — 72,9x57,9. Marécage à l'est du lac Illari. Petites mares de tourbière basse qu'il colonise de ses longs stolons flottants, et recouvre parfois entièrement. 25-VII-69.

69254 — 96,5x59,4. Tourbière 3 km à l'est de la cote 253. Colonise les vasques de faible profondeur (env. 10 cm), entre gros bombements de sphaignes hauts de quelques dm. 29-VII-69.

C. glareosa Wahl. var. *amphigena* Fern.

69221 — 74,5x58,2. Littoral ouest de la baie des Primevères. Bord de mares sublittorales ; ses peuplements couchés sont assez semblables à ceux de *C. chordorrhiza*. 28-VII-69.

69289 — 71,1x57,1. Vallon du ruisseau de la Planche. Mare tourbeuse arrière-littorale. 30-VII-69.

C. Lachenalii Schk.

69122 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk. Gravier et sables sublittoraux, humides, pH 5,5. Station abritée, en pente est ; végétation très clairsemée. 22-VII-69.

69218 — 74,9x57,6. Littoral ouest de la baie des Primevères. Marge tourbeuse d'une mare sublittorale, formant une ceinture autour d'un peuplement de *C. glareosa*. 28-VII-69.

C. membranacea Hook.

99153 — 73,6x57,8. Vallon marécageux au nord de Puvirnituaq. Base de talus cryoclastatique, pente nord, dans les petites cuvettes tourbeuses et sur les buttes de toundra humide. Assez abondant. 24-VII-69.

69169 — 72,9x57,9. À l'ouest de la station précédente, marais proche du lac de l'Île. Mêmes conditions stationnelles. 25-VII-69.

69214 — 74,2x58,0. Vallon marécageux au nord de Puvirnituaq. Mêmes conditions stationnelles. 28-VII-69.

Carex généralement dispersé, mais certainement assez commun.

C. microglochin Wahlenb.

69268 — 69,4x55,7. Littoral à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Fissures emplies de sable des rochers littoraux, quelques mètres au-dessus de l'estran. Sol humide. pH 5. 30-VII-69.

Seule station observée ; il y est abondant.

C. misandra R. Br.

69133 — 72,0x56,8. Toundra rocheuse sublittorale au nord de la pointe du Baleinier. Fissures suintantes des surfaces rocheuses polies, abritées, en exposition sud ; pH de l'eau 7,5 ; matière organique des fissures : pH 7 ; touffes de mousses accompagnant le *Carex* : pH 6,5. 22-VII-69.

69161 — 70,3x59,1. Cordon littoral soulevé au nord du lac du Miroir courbe. Blocs colmatés de sable ; sol sec ; station exposée, en pente est. 25-VII-69.

69186 — 70,3x58,7. Rive nord du lac du Miroir courbe. Gradins rocheux humides, abrités, en exposition sud. Assez abondant, mêlé à *C. atrofusca*. 26-VII-69.

C. norvegica Retz.

69064 — 72,4x57,0. Ouest de Puvirnituaq. Cordon littoral fossile sableux. Pente sud, proche de la crête mais relativement abritée. Sol sec, pH en surface 4,5 à 10 cm de profondeur pH 7. Très dispersé dans une pelouse herbeuse dense. 19-VII-69.

69224 — 93,0x63,7. Colline sombre à l'est du camp de pêche (lac Puvirnituaq). Corniche rocheuse recouverte de matière organique à peine humide (pH 4,5) ; station abritée exposée au sud 29-VII-69.

Observé aussi sur la terrasse sèche du fleuve Puvirnituaq, à proximité du camp de pêche.

C. rariflora (Wahl.) Sm.

69035 — 74,1x57,5. Extrémité ouest de la baie des Primevères. Marécages sublittoraux à herbe rase dispersée dans un tapis continu de mousses. Sol humide, argilo-sableux et tourbeux ; pH de l'eau 7 ; pH de la tourbe à 5 cm de profondeur 5. Très abondant. 16-VII-69.

69166 — 72,9x57,9. Marais à l'est du lac Illari. Tourbière basse à Bryophytes denses. Abondant.

Carex certainement commun; également abondant dans les marais de la toundra intérieure, notamment dans la tourbière signalée au n° 69254 (*Carex chordorrhiza*), le plus souvent dans des peuplements denses de mousses.

C. saxatilis L. var. *rhomalea* Fern.

69160 — 73,8x57,9. Vallon marécageux au nord de Puvirnituk. Bord de mare tourbeuse (base immergée); eau à pH 7,5. 24-VII-69.

69177 — 72,9x57,9. Même vallon; même type de station; pH de l'eau et de la tourbe 4,5 à 5. 25-VII-69.

69180 — 72,x58,4. Ruisseau entre le lac Fendu et le lac Illari. Forme des peuplements denses à base immergée. 26-VII-69.

69213 — 74,2x58,0. Vallon marécageux au nord de Puvirnituk. Marais arrière littoral; peuplement dense; pH 5. 28-VII-69.

69215 — Même station: individus beaucoup plus petits à feuilles étroitement enroulées. Même date.

69223 — 74,3x58,1. Station très voisine; bord de mare sublittorale à *Ranunculus Pallasii*. 28-VII-69.

69288 — 72,2x57,1. Toundra rocheuse proche de l'anse Mertensia. Corniches rocheuses humides, en pente sud abritée. 30-VII-69.

69292 — 72,2x57,0. Toundra rocheuse au nord de la pointe du Baleinier. Marge d'une mare parmi les rochers polis, avec début de colmatage tourbeux; pH 4,5.

Cette espèce est très variable, aussi bien par son aspect que par son écologie.

C. scirpoidea Michx.

69300 — 73,5x57,6. Toundra rocheuse au nord de Puvirnituk. Fissures et corniches rocheuses fraîches à exposition nord. Abondant. 30-VII-69.

C. stans Drej. (ou *C. aquatilis* Wahl.?)

69298 — 74,2x58,0. Vallon marécageux au nord de Puvirnituk. Forme des peuplements denses au bord des mares sublittorales. 31-VII-69.

Espèce sans doute répandue mais sa floraison tardive n'a pas permis de l'identifier toujours avec certitude.

C. subspathacea Wormskj.

69197 — 74,0x57,3. Estran près de Puvirnituk. Sol argileux très humide; pH 5. 27-VII-69. Très abondant.

Forme des pelouses rases et rougeâtres sur tous les estrans argileux de la baie de Puvirnituk.

C. vaginata Tausch.

89189 — 70,3x58,7. Rive nord du lac du Miroir courbe. Gradins rocheux humides, abrités, en exposition sud. Très peu abondant. 26-VII-69.

69232 — 80,2x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituaq. Fissure rocheuse sèche ; pH 4,5. Station exposée. Très peu abondant. 29-VII-69.

69250 — 96,5x59,5. 3 km à l'est de la cote 253. Corniche rocheuse couverte de tourbe sèche, pH 4,5. Pente abritée à l'exposition sud. Peu abondant. 29-VII-69.

Eriophorum angustifolium Honck.

69216 — 74,2x58,0. Vallon marécageux au nord de Puvirnituaq. Marais denses arrière-littoraux, notamment dans les basses tourbières ; très abondant. 28-VII-69.

Espèce extrêmement abondante dans toute la toundra marécageuse ; certains individus ont des feuilles étroites et l'aspect de *E. gracile* Koch.

E. Scheuchzeri Hoppe

69055 — 75,0x59,5. Lac temporaire à assèchement précoce (avant la mi-juillet) au nord-est du lac Argileux. Fond argilo-sableux humide horizontal, à végétation très ouverte. Abondant. 18-VII-69.

Abonde sur toute la frange sublittorale aux environs de Puvirnituaq.

E. vaginatum L. ssp. *spissum* (Fern.) Hult.

69079 — 75,2x57,6. Vallon du ruisseau de la Planche. Toundra dense, à mousses et lichens dominants sur rocher. Sol humide à assèchement superficiel marqué. 20-VII-69.

Espèce commune, généralement peu abondante.

Scirpus caespitosus L. ssp. *austriacus* (Pall.) Asch. et Graebn.

69303 — 73,5x57,6. Toundra rocheuse au nord de Puvirnituaq. Fissures humides et bord des mares rocheuses à assèchement estival, surtout dans les peuplements ouverts. 31-VII-69.

Espèce commune et abondante dans tous les habitats humides ouverts.

JONCACÉES

Juncus albescens (Lge.) Fern.

69201 — 73,8x57,3. Puvirnituaq, sous les réservoirs de carburant. Sol argileux humide ; pH 5. Pente exposition est. Peuplement ouvert en voie de colonisation par des mousses. 27-VII-69.

Seule station observée ; il y est peu abondant.

J. arcticus Will.

69109 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers humides au-dessus de l'estran ; pH 5,5-6. Espèce pionnière. 21-VII-69.

Commun et localement abondant au moins sur le littoral.

J. castaneus Sm.

69302 — 73,8x57,3. Puvirnituk, avec *J. albescens*, mêmes conditions. 31-VII-69.

Seule station observée ; il est relativement abondant.

Luzula confusa Lindebl.

69036 — 74,2x57,3. Pointe est de Puvirnituk. Blocs et graviers secs (cordon littoral soulevé) ; station partiellement abritée, pente est ; espèce pionnière. 16-VII-69.

69057 — 76,1x58,6. Terrain d'atterrissage temporaire à l'est de Puvirnituk. Sol sableux sec ; station exposée. Espèce pionnière. 18-VII-69.

Plante commune et abondante dans toutes les stations ouvertes à sol sableux sec, au moins à proximité du littoral.

L. groenlandica Böch.

69096 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers à végétation ouverte, secs ou légèrement frais, au-dessus de l'estran ; pH 5,5-6. 21-VII-69.

Seule station ; elle y est relativement abondante. Elle se confond assez facilement avec l'espèce précédente.

L. spicata (L.) DC.

69097 — Avec la précédente, dans les mêmes conditions ; même date.

Seule station ; elle y est peu abondante.

L. wahlenbergii Rupr.

69081 — 73,7x57,2. Puvirnituk, centre du village. Placages de sables humides sur roches polies ; station ouverte. 20-VII-69.

69136 — 73,2x57,9. Vallon au nord de Puvirnituk. Toundra moussue dense humide sur rocher. 25-VII-69.

Abondante, commune au moins dans la toundra humide littorale.

LILIACÉES

Tofieldia pusilla (Michx.) Pers.

69086 — 72,4x57,3. Vallon à l'ouest de Puvirnituk. Talus cryoclastique (graviers et blocs) ; sol humide en faible pente nord ; pH 6,5. Pelouse rase herbeuse. 21-VII-69.

Espèce peu abondante, assez commune surtout dans les marais arrière-littoraux.

ORCHIDACÉES

Habenaria obtusata (Pursh.) Rich. var. *collectanea* Fern.

69206 — 73,8x57,3. Vallon au nord de Puvirnituk. Butte de toundra humide à la base d'un talus cryoclastique exposition sud; dans un peuplement dense de mousses. Peu abondant ; en boutons le 27-VII-69.

69290 — 72,1x57,0. Marais arrière-littoral au nord de l'anse du Baleinier. Toundra humide moussue dense, parmi les buissons de *Salix calcicola* ; pH 6 : station abritée en faible pente sud. Très abondant. En pleine floraison le 30-VII-69.

SALICACÉES

Salix arctica Pall.

69002 — 73,2x57,2. Littoral de l'anse ouest de Puvirnituk. Gravier et blocs au-dessus de l'estran ; sol humide ; peuplement ouvert. 15-VII-69.

69167 — 73,9x57,9. Toundra rocheuse au nord-ouest de Puvirnituk. Fissures nues, à peine fraîches. 25-VII-69.

69325 — 70,7x55,7. À l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Fissure de rocher sublittoral, sèche, en pente S. 21-VII-69. Touffe isolée à feuilles rondes.

Espèce pionnière prostrée aux feuilles très variables ; semble assez répandue au voisinage du littoral.

S. arctophila Cock.

69020 — 72,6x57,2. Vallon à l'ouest de Puvirnituk. Butte de toundra humide ; graviers recouverts de sphaignes ; pH 4 ; base d'un talus cryoclastique de faible pente ouest. 15-VII-69.

69031 — 74,3x58,0. À l'ouest de la baie des Primevères. Marais sublittoral à herbes rases (*Carex rariflora*) et tapis de mousses. Sol humide, tourbeux ; pH 5. 16-VII-69.

69061 — 75,2x58,2. Baie des Primevères. Blocs et graviers littoraux humides, à végétation très clairsemée. 18-VII-69.

69088 — 72,4x57,3. À l'ouest de Puvirnituk. Talus cryoclastique en pente nord ; graviers et blocs humides ; pH 6,5. Disséminé dans une pelouse rase. 21-VII-69

69093 — 69,9x56,2. Au nord de l'anse Mertensia. Talus cryoclastique d'exposition est ; blocs colmatés, humides ; pH 5. 21-VII-69.

69094 — 69,6x55,9. Au nord de la pointe du Pêcheur Solitaire. Combe à neige en marge d'une basse tourbière à peuplement dense d'hépatiques. 21-VII-69.

Saule assez répandu au moins au voisinage du littoral, dans des stations plus humides et le plus souvent moins ouvertes que *S. arctica*.

S. brachycarpa Nutt.

69092 — 69,9x56,2. Au nord de l'anse Mertensia. Talus cryoclastique en pente sud-ouest : blocs et graviers à peine frais, tapissés de lichens. 21-VII-69.

69123 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk. Sables et graviers sublittoraux, frais; pH 5,5. Station abritée en pente d'exposition est. 21-VII-69.

Ce petit saule en coupoles surbaissées semble toujours peu abondant.

S. candida Flügge.

69208 — 74,0x57,6. Extrémité ouest de la baie des Primevères. Marais arrière-littoral à *Eriophorum angustifolium*. Basse tourbière mouillée à peuplement herbacé dense. 27-VII-69. (fig. 14).

Seule station observée; il y est très dispersé. Il ne semble pas que cette espèce, fréquente à l'ouest de la baie James (A. Dutilly et E. Lepage, 1963), ait été signalée au N. J. Rousseau (1968) ne l'indique que dans son district H-2.

S. glauca L. ssp. *callicarpea* (Trautv.) Böch.

69068 — 71,1x56,7. Plage de l'anse Mertensia. Sables secs sublittoraux à pH 6, en voie de colonisation. 19-VII-69.

69107 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers au-dessus de l'estran, en voie de colonisation. Sol frais, pH 5,5-6. 21-VII-69.

Probablement assez répandu, mais peut être confondu sur le terrain avec *S. arctica*.

S. lanata L. ssp. *calcicola* (Fern. et W.) Hult.

69011 — 72,6x56,9. À l'ouest de Puvirnituk. Graviers mêlés d'argile à la base d'un talus cryoclastique. Sol humide, pH 4,5; assez abondant. 15-VII-69.

Ce saule d'aspect très caractéristique est commun et souvent abondant, notamment dans les marais arrière-littoraux depuis la pointe du Pêcheur jusqu'à l'extrémité orientale de la baie des Primevères, dans des sols à pH souvent plus élevé (pH 6 avec 69290 *Habenaria obtusata*).

S. herbacea L.

69132 — 72,4x56,8. À l'ouest de Puvirnituk. Base de talus cryoclastique en pente exposition est, frais (petite combe à neige); sables et graviers à pH 4,5; végétation ouverte. 21-VII-69.

Très commun, dispersé dans les peuplements végétaux denses mais devient abondant sur les sols dénudés par la fonte des névés, au pied des escarpements ou talus rocheux.

S. planifolia Pursh

69056 — 75,2x59,0. À l'est du lac Argileux. Bord de ruisseau dans un bas marais ; assez abondant. 18-VII-69.

69139 — 74,1x60,9. Ruisseau descendant du lac de l'Eider vers le fleuve Puvirnituaq. Gravier (alluvions) mêlés de tourbe ; sol marécageux, pH 5. Forme des fourrés presque en marge du ruisseau ; très abondant. 23-VII-69.

69164 — 72,2x58,4. Ruisseau entre les lacs Fendu et Illari. Sol marécageux, alluvio-tourbeux ; forme des fourrés alignés, séparés en général du ruisseau par des peuplements de *Carex*. 25-VII-69.

69220 — 74,5x58,2. Ruisseau descendant du lac Angle droit. Écologie semblable. 28-VII-69. Individu mâle : les chatons mâles ne tombent pas après floraison, mais développent des rameaux densément feuillés dans le prolongement de leur axe.

69241 — 90,0x63,0. Flèche alluviale près du camp de pêche, extrémité amont du lac Puvirnituaq. Sol caillouteux humide. 29-VII-69. Très abondant.

Ce *Salix*, commun et abondant, constitue le plus grand arbuste de la toundra (1 m de haut et parfois plus). Ses peuplements denses, dans les anses abritées du lac Puvirnituaq ou en galeries le long des ruisseaux, constituent de véritables microforêts où sont localisés quelques végétaux particuliers.

S. reticulata L.

69089 — 72,4x57,3. Vallon à l'ouest de Puvirnituaq. Talus cryoclastique (gravier et blocs) en faible pente nord ; sol humide ; pH 6,5. Peu abondant. 21-VII-69.

BÉTULACÉES

Betula glandulosa Michx.

69091 — 69,9x56,2. Au nord de l'anse Mertensia. Talus cryoclastique en pente sud-ouest ; blocs et graviers frais. 21-VII-69.

69242 — 90,0x63,0. Camp de pêche en amont du lac Purvinituaq. Talus cryoclastique humide. Exposition ouest, au-dessus des fourrés de *Salix planifolia*. 29-VII-69.

Très commun et abondant, notamment sur les substrats cryoturbés humides ou frais.

POLYGONACÉES

Oxyria digyna (L.) Hill.

69127 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituaq. Gravier et sables frais dans un vallon sublittoral abrité, légère pente est. 22-VII-69.

Abondante au moins dans les stations semblables proches du littoral ; quelques stations abritées de l'intérieur (75,2x60,9).

Polygonum viviparum L.

69131 — Avec le précédent, mêmes conditions stationnelles ; pH 6,5. 22-VII-69.

Espèce dispersée et discrète, mais répandue dans tous les milieux frais ou humides de la toundra.

PORTULACACÉES

Montia lamprosperma Cham.

69305 — 73,8x57,3. Puvirnituk. Pentes humides anthropisées sublitorales, sur argile, parmi les mousses et herbes dispersées. 31-VII-69.

69310 — 74,0x57,3. Puvirnituk. Estran argileux humides ; pH 4,5-5. Dans des touffes de mousses récoltées le 27-VII-69.

Observée aussi sur le littoral à l'ouest de Puvirnituk, notamment dans l'anse ouest : à l'ouest de la pointe du Pêcheur, elle est accompagnée par *Chryso-splenium tetrandrum*.

CARYOPHYLLACÉES

Arenaria humifusa Wahl.

69143 — 74,1x60,9. Ruisseau descendant du lac du Jeune Eider vers le fleuve Puvirnituk. Graviers fins et sables tourbeux suintants fixés par des mousses ; ombrage partiel par *Salix planifolia*. 23-VII-69. Peu abondante.

Seule station observée.

A. peploides L. var. *diffusa* Hornem.

69067 — 71,1x56,7. Plage de l'anse Mertensia, au-dessus de l'estran. Sables frais ouverts, pH 6. 19-VIII-69. Début de floraison.

Espèce pionnière des sables littoraux, commune sur toutes les plages de la baie de Puvirnituk.

A. rubella (Wahl.) Sm.

69100 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire, assez nettement au-dessus de l'estran. Sables et gravières frais, humides par places, à végétation ouverte ; pH 5,5-6.

Seule station observée; elle y est très localisée.

Cerastium alpinum L.

69076 — 72,6x56,9. Ouest de Puvirnituk. Cordon littoral fossile ; sables secs exposés ; végétation ouverte. 20-VII-69.

69124 — 72,4x56,8. Ouest de Puvirnituk. Sables et gravières frais, sublitoraux, en pente E. 22-VII-69.

69179 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituaq. Cordon littoral fossile. Sables sur graviers entre les galets et blocs, secs et exposés, en voie de colonisation. 25-VII-69.

Espèce commune et abondante sur les cordons littoraux actuels et fossiles.

Melandryum affine (J. Vahl.) Hartm.

69050 — 72,2x57,2. Pointe est de Puvirnituaq. Sables et graviers secs sublittoraux ; station assez exposée à végétation ouverte. 17-VII-69.

69104 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables et graviers frais, pH 5,5-6, au-dessus de l'estran, au niveau des premières colonies de *Lathyrus maritimus*. 21-VII-69.

69181 — 70,3x58,7. Rive nord du lac du Miroir courbe. Corniches rocheuses sèches humifères, abritées, en pente sud. 26-VII-69.

96228 — 93,0x63,7. Colline noire à l'est du camp de pêche du lac Puvirnituaq. Graviers mêlés de sable à la base d'un talus cryoclastique en pente sud. Sol sec. 29-VII-69.

Les trois premiers numéros correspondent à des plantes à fleurs franchement roses, caractère que l'on retrouve chez toutes les plantes du littoral appartenant à cette espèce. Dans les stations proches du lac Puvirnituaq (dernier numéro ; aussi terrasse alluviale près du camp de pêche), les fleurs sont blanches.

M. apetalum (L.) Fenzl. ssp. *arcticum* (Fr.) Hult.

69085 — 72,4x57,3. Vallon à l'ouest de Puvirnituaq. Base d'un talus cryoclastique en pente nord ; graviers et blocs humides, pH 6.5. Peuplement herbacé ras et dense avec *Tofieldia pusilla*, *Salix reticulata* . . . 21-VII-69.

69209 — 74,2x57,8. À l'ouest de la baie des Primevères. Graviers grossiers et sables sublittoraux, frais, pH 6,5. Pelouse clairsemée. 28-VII-69.

Cette espèce est ici toujours par pieds isolés, et semble rare.

Sagina intermedia Fenzl.

69098 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Graviers sableux humides littoraux, pH 5,5-6. 21-VII-69. Très peu abondante ; seule station observée.

Silene acaulis L. var. *exscapa* (All.) DC.

69090 — 72,4x57,3. Talus cryoclastique de pente N ; blocs frais en cours de colonisation. 21-VII-69.

Relativement commun, quoique généralement peu abondant, dans les stations ouvertes ou clairsemées plutôt sèches et exposées.

Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong.

69162 — 72,2x58,4. Ruisseau entre les lacs Fendu et Illari. Alluvions tourbeuses humides ; dans un peuplement dense de mousses (*Bryum* sp?) à l'ombre des *Salix planifolia*. 25-VII-69.

Localisée aux stations ombragées?

S. humifusa Rottb.

69054 — 75,0x59,5. Au nord-est du lac Argileux. Fond de lac asséché colonisé par *Eriophorum Scheuchzeri*. Sol argileux humide. 17-VII-69.

Seule station observée, mais localement abondante.

S. monantha Hult.

69010 — 72,6x56,8. Ouest de Puvirnituk, non loin du littoral. À la fois sur les sables, graviers et blocs d'un cordon littoral sub-fossile et dans les fissures rocheuses au même niveau. Sol sec ou légèrement frais. 15-VII-69.

69120 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk. Fissures ombragées sous de gros rochers surplombants en pente générale sud, à proximité du littoral. Substrat sec mais atmosphère fraîche. 22-VII-69.

Espèce très abondante sur le littoral, dans des habitats variés, stations pionnières ou peuplements herbacés denses, sols secs ou franchement humides mais non marécageux.

RENONCULACÉES

Anemone Richardsonii Hook.

69239 — 90,0x63,0. Camp de pêche du lac Puvirnituk. Alluvions grossières (graviers, galets, blocs) humides, ombragées par *Salix planifolia*, dans des peuplements denses de mousses (avec sphaignes). 29-VII-69.

69259 — 78,8x64,0. Extrémité orientale de la pointe Entre-Deux-Mers, lac Puvirnituk. Dépression humide alluvio-tourbeuse, pH 5, dans un peuplement dense de sphaignes. Station semi-ombragée par *Salix planifolia*. 29-VII-69.

Non observée en dehors des « microforêts » de la toundra intérieure ; toujours peu abondante.

Ranunculus Gmelini DC.

69229 — 93,0x63,7. Petite mare au sud de la colline noire en amont du camp de pêche. En pleine eau peu profonde (quelques dm) ; pH 5. 28-VII-69.

Observée également à l'état stérile non loin de l'extrémité ouest (branche sud) du lac Puvirnituk, vers 74,0x62,5, dans une mare en voie d'assèchement avec *Ranunculus hyperboreus* et *R. Pallasii*. 23-VII-69.

R. hyperboreus Rottb. (fig. 13)

69111 — 68,1x56,0. Littoral face à l'île Innelatevik. Surface argilo-sableuse nue au-dessus de l'estran, très humide mais en voie d'assèchement. 21-VII-69.

69147 — 74,1x58,3. Littoral à l'ouest de la baie des Primevères ; même type de station. 23-VII-69.

69320 — 73,6x57,2. Mare au nord de Puvirnituaq. Berge argilo-sableuse humifère, marécageuse ; pH 6. Station très anthropisée, avec *Chrysosplenium tetrandrum* ; en boutons le 16-VII-69 ; en fruits le 30-VII-69.

Espèce très commune et abondante, par colonies denses sur les berges argileuses des ruisseaux ou dans les mares à eaux libres. Particulièrement fréquente sur le littoral ou à proximité, notamment dans le village même de Puvirnituaq, mais existe aussi dans les mares proches du lac de Côme, au nord-ouest du lac Noir, à l'ouest du lac Puvirnituaq etc.

R. lapponicus L.

69026 — 73,0x58,9. Au nord du lac Angle droit. Tourbière basse à sphaignes denses et végétation phanérogame très clairsemée (*Rubus chamaemorus*). Sol humide, seulement frais en surface. 16-VII-69.

Très commune dans tous les habitats semblables, autour de tous les lacs et sur les pentes rocheuses suintantes revêtues de sphaignes denses (notamment au nord-ouest du lac Miroir).

R. Pallasii Schlech.

69030 — 74,3x58,0. Mares sublittorales à l'ouest de la baie des Primevères. Eaux de faible profondeur, à assèchement partiel ; pH de l'eau 7-7,5. 16-VII-69.

Espèce très répandue, pratiquement dans toutes les mares et les parties calmes et peu profondes des ruisseaux, au moins depuis la pointe du Pêcheur jusqu'à l'extrémité ouest du lac Puvirnituaq. Forme généralement la ceinture émergée la plus interne, limitée à l'extérieur par de grands *Carex* (*C. saxatilis*, *C. stans*) ou des *Eriophorum* (*E. angustifolium*, *E. Scheuchzeri*).

Une plante plus petite, stérile, de même port mais à feuilles généralement à 5 lobes, existe dans les ruisselets de tourbière à bombements, à 3 km à l'est de la cote 253 (env. 96,5x59,5). Cette plante (no 69251) pourrait être *X R. spitsbergensis* Hadac. (= *R. lapponicus* X *R. Pallasii*). 39-VII-69.

R. pedatifidus Sm. var. *leiocarpus* (Trautv.) Fern.

69024 — 73,2x58,2. Toundra sèche au nord-ouest de Puvirnituaq. Talus cryoclastique (blocs, graviers) sec, en pente sud abritée. 16-VII-69.

69077 — 72,6x56,9. Toundra sèche à l'ouest de Puvirnituaq. Sables secs abrités sublittoraux. 20-VII-69.

Commune mais généralement peu abondante dans les stations sèches et abritées.

R. pygmaeus Wahl.

69046 — 72,6x58,6. Toundra rocheuse au nord-est du lac Fendu. Au fond des larges et profondes fissures (gélifraction ?) coupant les surfaces rocheuses polies, sur une couche de matière organique fraîche (pH 5). 17-VII-69.

69151 — 73,6x57,7. Toundra rocheuse au nord de Puvirnituk. Corniche terreuse d'une paroi escarpée, exposition nord. Sol humide, assez récemment dégagé de la neige. 17-VII-69.

Assez répandue dans des conditions semblables, en général peu abondante, mais commune sur la paroi nord dominant un névé sub-permanent à l'ouest du lac Miroir.

R. trichophyllus Chaix.

69248 — 96,5x59,5. Rapides inférieurs de l'affluent principal du fleuve Puvirnituk, en amont du lac Puvirnituk. Eau vive. Plante stérile. 29-VII-69.

69255 — 72,2x58,4. Ruisseau entre les lacs Fendu et Illari. Eau vive de faible profondeur. Fleurie. 30-VII-69.

Seules stations observées. Ces plantes s'écartent de la var. *eradicatus* (Laest.) W.B. Drew par les grandes dimensions de leurs feuilles ; le second échantillon s'écarte du type par ses pédoncules dépassant longuement la feuille axillante.

PAPAVERACÉES

Papaver radicum Rottb.

69001 — 73,1x57,2. Puvirnituk, devant « le Tourisme ». Littoral formé de blocs, galets et graviers, au-dessus de l'estran. Sol humide ; peuplement ouvert. 15-VII-69. Abondant.

69066 — 71,1-x56,7. Anse Mertensia, plage située à l'ouest. Sables au-dessus de l'estran, et jusqu'à la partie la plus élevée de la plage actuelle. Sol nu, sec, à pH 6. 19-VII-69. Assez abondant.

Disséminé et inégalement réparti, mais parfois abondant, sur le littoral, au moins depuis l'est de la baie des Primevères jusqu'en face de l'île Innelatevik.

CRUCIFÈRES

Arabis arenicola (Rich.) Gel.

69053 — 73,9x57,0. Pointe centrale de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé ; sable sec ; végétation ouverte, station exposée. 17-VII-69.

69101 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire, nettement au-dessus de l'estran. Sables grossiers secs, pH 5,5-6 ; végétation très clairsemée. 21-VII-69.

69212 — 74,2x57,8. E de la baie des Primevères ; station identique, pH 6,5. 28-VII-69.

Non observée en dehors du littoral et de ses abords ; toujours très peu abondante.

Cardamine bellidifolia L.

69041 — 72,6x58,5. Toundra rocheuse au nord-est du lac Fendu. Surface rocheuse humide recouverte de *Rhacomitrium lanuginosum* ; pH 4,5. 17-VII-69.

C. pratensis L. var. *angustifolia* Hook.

69114 — 68,1x56,0. Face à l'île Innelatevik. Gravier tourbeux humides, dans un tapis de mousses, en marge d'une mare. 21-VII-69 : première floraison.

69287 — 71,3x57,2. Ruisseau de la Planche. Basse terrasse humide, sableuse, récemment dégagée de la neige et à végétation assez dense ; pH 5. 30-VII-69.

Espèce commune dans les stations humides ouvertes ou au fond des mares temporaires, mais peu abondante et rarement observée en fleurs.

Draba glabella Pursh.

69178 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé, dans sa partie sud, rocailleuse. Station sèche, exposée, ouverte. 25-VII-69. Très peu abondante.

D. nivalis Lilj.

69038 — 74,2x57,3. Pointe est de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé, graviers mêlés de blocs en pente est abritée. Sol sec. 16-VII-69.

69049 — 74,1x57,3. Au voisinage ; même type de station. 17-VII-69.

69231 — 80,2x68,4. Gisement de stéatite au nord du lac Puvirnituk. Fissure rocheuse (stéatite) sur une paroi nord verticale ; sol sec. 29-VII-69.

69311 — 69,4x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables grossiers secs, pH 5,5-6, au-dessus de l'estran. 21-VII-69.

Espèce commune, quoique généralement peu abondante, dans les stations sèches ouvertes. Les individus des deux dernières stations présentent sur leurs silicules d'assez nombreux poils étoilés.

D. norvegica Gunn.

69121 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk. Gravier et sables sublittoraux, très frais ; pH 5,5. Léger talweg abrité, en pente est. Végétation ouverte. 22-VII-69.

Seule station observée.

Eutrema Edwardsii R. Br.

69040 — 72,9x57,7. Au nord de Puvirnituk. Fissures de roches moutonnées ; pH 5. Station sèche, exposée, en légère pente sud. 17-VII-69.

69156 — 73,7x57,7. Entre Puvirnituk et le lac Équerre. Pente nord dans la toundra rocheuse ; fissures sèches. 24-VII-69.

Espèce commune, quoique dispersée et peu visible, surtout dans les stations sèches et exposées non loin du littoral.

SAXIFRAGACÉES

Chrysoplenium tetrandrum (Lund) Fries

69021 — 73,6x57,2. Mare anthropisée au nord de Puvirnituk. Berge marécageuse argilo-sableuse et humifère ; pH 6. 16-VII-69.

69047 — 72,6x58,6. Toundra rocheuse au nord-est du lac Fendu. Fissure profonde et large dans les roches polies, sur matière organique (refuge d'oiseaux), pH 5. Station ombragée et abritée, avec *Ranunculus pygmaeus*. 17-VII-69.

69110 — 69,0x55,8. À l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Marais littoral à peine au-dessus de l'estran. Surface argileuse très humide, à peuplement dense de mousses et d'herbes basses (avec *Montia lamprosperma*) ; pH 4,5-5. 21-VII-69. Très abondante.

69313 — 69,6x55,7. À l'est de la station précédente ; sables littoraux ouverts humides ; 21-VII-69. Très peu abondante.

Préfère les stations riches en azote et abritées (conformément à ce que dit Porsild, 1964) ; la station 69313 semble constituer la limite écologique pour cette espèce.

Parnassia Kotzebuei Cham. et Schlecht.

69126 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk. Léger talweg abrité, sublittoral, en pente est ; sables grossiers très frais ; avec *Draba norvegica* ; pH 5,5. 22-VII-69.

Espèce très commune, surtout sur le littoral mais aussi dans l'intérieur (pointe d'Entre-Deux-Mers...), dans le même type de stations fraîches et abritées.

P. palustris L. var. *neogaea* Fern.

69277 — 69,4x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables humides au-dessus de l'estran ; pH 5. Végétation clairsemée ; mêlée à l'espèce précédente. 30-VII-69.

Cette plante ressemble beaucoup à l'espèce européenne ; dans les échantillons récoltés, la feuille caulinaire est très proche de la rosette basale (comme dans la plante européenne), mais la croissance des hampes florifères était certainement inachevée. Cette plante est en effet nettement plus tardive que *P. Kotzebuei*, et peut-être plus commune que cette seule récolte pourrait laisser supposer.

Saxifraga aizoides L.

69269 — 69,4x55,7. Littoral à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Tourbière basse sublittorale, en formation, sur rocher très humide, parmi des mousses et hépatiques ; pH 7. 30-VII-69.

69278 — 69,4x55,7. Station très proche de la précédente. Sables littoraux au-dessus de l'estran, frais, renfermant quelques débris de coquilles ; végétation très clairsemée. 30-VII-69.

Assez répandue dans ces deux types de stations, et surtout dans le premier, au moins à faible distance du littoral.

S. caespitosa L. ssp. *eu-caespitosa* Engl. et Irmsch.

69095 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire, proche des stations précédentes. Sable grossier humide au-dessus de l'estran ; pH 5,5-6. 21-VII-69. Fleurs de dimensions très variables sur la même touffe.

69158 — 73,7x57,7. Entre Puvirnituk et le lac Angle droit, pente abrupte d'exposition nord dans la toundra rocheuse. Fissure ombragée humide sur une paroi nue. Touffe stérile. 24-VII-69.

S. cernua L.

69165 — 72,9x57,9. Au nord-ouest de Puvirnituk. Rochers polis secs ou frais, à la fois dans les fissures nues et sur les touffes pionnières de *Rhacomitrium lanuginosum*. 25-VII-69.

Espèce très commune, notamment près de la côte, dans des habitats très variés. Elle est en particulier toujours présente dans les stations riches en nitrates à *Chrysosplenium tetrandrum* et *Ranunculus pygmaeus*.

S. foliolosa R. Br.

69137 — 73,1x57,9. Au nord-ouest de Puvirnituk. Surface rocheuse fraîche et fissurée en pente nord. 23-VII-69.

69171 — 72,9x57,9. Station proche de la précédente. Dépression très humide, basse tourbière initiale à sphaignes denses. 25-VII-69.

69217 — 74,2x58,0. À l'est de la baie des Primevères, près du littoral. Basse tourbière très humide dans une dépression de la toundra rocheuse ; pH 5. 28-VII-69.

Espèce commune, abondante surtout dans les stations marécageuses à peulement herbacé ras, dans les tapis de mousses.

S. hirculus L. var. *propinqua* (R. Br.) Simm.

69073 — 72,9x57,2. Marais arrière-littoral à l'ouest de Puvirnituk. Tourbière basse dense, très humide. 20-VII-69 (première floraison).

69113 — 68,1x56,0. Bord de mare tourbeuse sublittorale face à l'île Innelatevik. Marais dense à végétation rase. 21-VII-69.

69195 — 74,0x57,3. Marais sublittoral en arrière de l'estran à *Carex subspathacea*, anse E de Puvirnituk. Argile sableuse humide à pH 4,5 ; abondante au sein de peuplements denses de mousses. 27-VII-69.

Surtout commune sur le littoral, mais existe à l'intérieur (marais du sud-ouest du lac Miroir...).

S. nivalis L.

69042 — 72,7x58,5. Toundra rocheuse au nord-est du lac Fendu. Surface rocheuse suintante, fissures colmatées de matière organique, à pH 7 (pH de l'eau : 7.5). 17-VII-69.

69044 — Station très proche mais de caractère différent : fissure rocheuse sèche dans une paroi d'exposition ouest ; pH 5. 17-VII-69.

69322 — 72,0x56,8. Toundra rocheuse au-dessus de la pointe du Baleinier. Conditions identiques à celles de la station 69042 : rocher suintant ; pH de l'eau : 7,5 ; de la matière organique des fissures 6 ; de la marge du peuplement de mousses : 6,5. 22-VII-69.

S. oppositifolia L.

69080 — 72,2x57,6. Toundra rocheuse au nord de la pointe du Baleinier. Fissures suintantes des rochers humides en pente nord. 20-VII-69.

Espèce dispersée et discrète des parois rocheuses nues, qui semble être à Puvirnituk assez loin de ses conditions optimales.

S. rivularis L.

69043 — 72,7x58,5. Toundra rocheuse au nord-est du lac Fendu. Fissures ombragées et fraîches, abritées, avec notamment *Ranunculus pygmaeus*, pH de la matière organique : 4,5-5. 17-VII-69.

69159 — 73,7x57,7. Toundra rocheuse au nord de Puvirnituk. Corniche ombragée couverte de matière organique dans une paroi d'exposition nord ; pH 5. 24-VII-69.

Commune dans les stations rocheuses ombragées et fraîches : parois nord, fissures, pyramides rocheuses de cryoturbation.

S. tricuspidata Rottb.

69039 — 74,2x57,3. Pointe est de Puvirnituk. Cordon littoral soulevé à gros éléments prépondérants. Station sèche, exposée, en pente sud et est. 16-VII-69.

Espèce pionnière abondante dans les stations ouvertes, notamment sur les cordons littoraux subfossiles proches du littoral (jusqu'au nord du lac Miroir au moins).

ROSACÉES

Dryas integrifolia M. Vahl

69326 — 72,4x56,8. À l'ouest de Puvirnituaq. Cordon littoral soulevé, ainsi que sur les rochers voisins, dans les fissures sableuses. Station sèche, exposée. 31-VII-69.

Espèce très commune, notamment sur le littoral (à Puvirnituaq même, non loin du temple anglican et de l'entreprôt de la Compagnie de la Baie d'Hudson); souvent avec la précédente espèce; plus abondante dans les sables coquilliers (notamment au point culminant situé au nord du lac Miroir courbe).

Potentilla hyparctica Malte

69008 — 72,4x57,0. À l'ouest de Puvirnituaq. Cordon littoral sableux soulevé. Sol sec, toundra herbeuse dense, exposé. 15-VII-69.

Également dans les fissures rocheuses sèches, au voisinage et aussi avec *Saxifraga nivalis* (station du no 69044); plante très dispersée mais assez commune.

P. nivea L. ssp. *Chamissonis* (Hult.) Hiit.

69014 — 72,4x57,0. À l'ouest de Puvirnituaq, au voisinage de la station précédente. Sables secs, exposés. 15-VII-69.

69062 — 72,4x57,0. Station toute proche, sur pente sud plus abritée. Sables secs épais; pH en surface: à 10 cm de profondeur: 7. 19-VII-69.

Espèce assez commune, quoique dispersée, au moins non loin du littoral, sur cordons littoraux sableux secs.

P. palustris (L.) Scop. (= *Comarum palustre* L.)

69297 — 74,2x58,0. Ruisseau à l'est de la baie des Primevères. Eaux rapides, profondes de quelques dm. 31-VII-69: première floraison.

Espèce abondante des eaux courantes, qu'elle peuple parfois exclusivement; dans les ruisseaux plus calmes et moins profonds, elle cède la place à *Ranunculus Pallasii*.

Rubus acaulis Michx.

69247 — 96,5x59,5. 3 km à l'est de la côte 253, coude du principal affluent rive gauche du fleuve Puvirnituaq, au niveau des rapides inférieurs de cet affluent. Vallon tapissé de sphaignes, sur graviers tourbeux humides, en pente sud abritée, mais non ombragée, par *Salix planifolia*. 29-VII-69.

Seule station observée; localement abondante.

R. chamaemorus L.

69019 — 72,6x57,2. Toundra humide, non franchement marécageuse, au nord-ouest de Puvirnituaq. Base d'un talus cryoclastique, dans les sphaignes entre les buttes de toundra; pH 4. 15-VII-69.

Une des espèces les plus communes dans toute la toundra humide; sur les pentes, elle se tient à l'écart des parties les plus marécageuses, mais se raréfie également vers le haut, là où apparaît *Cassiope tetragona*. Fleurs fréquemment tétramères.

LÉGUMINEUSES

Astragalus alpinus L.

69007 — 72,4x57,0. À l'ouest de Puvirnituk. Cordon littoral sableux soulevé, sec, exposé. En surface pH 4,5, à 10 cm de profondeur pH 7. 15-VII-69. Très abondant.

69146 — 75,4x58,8. Au nord-est de Puvirnituk. Petits monticules frais au sein de la toundra humide sur rocher. 23-VII-69. Peu abondant.

Espèce surtout très commune et abondante dans les stations sableuses et sèches assez proches du littoral.

A. eucosmus Robins f. *albinus* Fern.

69207 — 74,2x57,8. Côte est de la baie des Primevères. Cordon littoral riche en éléments grossiers, sec, à faible distance de l'estran ; pH 5. 28-VII-69. Abondant mais localisé.

69265 — 70,5x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables secs en voie de fixation au-dessus de l'estran ; pH 5,5. 30-VII-69. Très peu abondant.

Non observée ailleurs ; les fleurs sont toujours blanchâtres.

Lathyrus japonicus Willd. var. *aleuticus* (Greene) Fern. (*L. maritimus* (L.) Big.)

69102 — 69,6x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables secs fixés nettement au-dessus de l'estran (au-dessus du niveau à *Arenaria peploides*) ; pH 5,5-6. 21-VII-69.

Espèce très commune et abondante sur le littoral sableux, particulièrement à l'ouest de Puvirnituk.

Oxytropis foliolosa Hook.

69210 — 74,2x57,8. Littoral est de la baie des Primevères. Sables littoraux calcarifères, grossiers, sec ; pH 6,5. 28-VII-69.

O. maydelliana Trautv.

69037 — 74,2x57,3. Pointe est de Puvirnituk. Graviers et blocs (cordon littoral subfossile) secs, pH 4,5, entre 0 et 10 cm de profondeur. Station exposée, pente sud.

Plante relativement dispersée, mais commune dans le même type de stations ; souvent parasitée par une rouille.

O. terrae-novae Fern.

69069 — 70,9x56,5. Au nord-ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Talus cryoclastique rocailleux, sec, en pente sud ; pH 4,5 entre la surface et 10 cm de profondeur ; toundra herbeuse clairsemée, avec *O. Maydelliana*. 19-VII-69.

69119 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituaq. Station de même nature, pratiquement identique ; pH 5. 20-VII-69.

69261 — 90,0x63,0. Camp de pêche, extrémité orientale du lac Puvirnituaq. Même type de station. 29-VII-69 (en fruits).

Plante généralement peu abondante, mais probablement commune.

EMPÉTRACÉES

Empetrum nigrum L.

69301 — 73,5x57,5. Au nord de Puvirnituaq. Toundra sèche sur sables et graviers ; forme localement l'essentiel du peuplement. 31-VII-69.

Espèce commune dans les stations exposées, sèches, de la toundra rocheuse ou sablonneuse. Ne semblait pas encore fleurie fin juillet 1969.

OENOTHÉRACÉES

Epilobium anagallidifolium Lam.

69246 — 96,5x59,5. Même station que *Rubus acaulis* (69247), au bord d'un ruisseau ; pH 4. 29-VII-69. Très rare ; seule station observée.

E. angustifolium L. var. *intermedium* (Wormskj.) Fern.

Non récolté : non encore fleuri le 31-VII-69. Abondant au moins en deux stations :

- pointe est de Puvirnituaq ; cordon littoral subfossile à gros éléments ; station sèche exposée.
- terrasse alluviale près du camp de pêche du lac Puvirnituaq : sable mêlé de graviers, galets et blocs ; station sèche.

E. latifolium L.

69174 — 73,3x57,5. Entre Puvirnituaq et son cimetière. Cordon littoral soulevé, à gros galets et blocs mêlés d'éléments plus fins. Sol sec ; station exposée, clairsemée. 25-VII-69.

Espèce répandue sur le littoral et à proximité, où elle forme des peuplements denses très décoratifs. Elle semble rester assez commune dans l'intérieur, mais par individus très dispersés dont les minuscules touffes roses se remarquent de loin dans la toundra sèche.

E. palustre L.

69271 — 69,4x55,7. Littoral à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Bord de mare peuplé de mousses denses, en arrière de la plage ; sables tourbeux très humides, pH 5,5. 30-VII-69.

69317 — 72,2x57,0. Ouest de Puvirnituaq ; bords d'une mare tourbeuse dans la toundra rocheuse, dans un tapis dense de mousses ; pH 4,5. 30-VII-69.

Toujours très peu abondante et peu visible, cette plante minuscule a un aspect bien différent de celui des *Epilobium palustre* des plaines européennes.

HIPPURIDACÉES

Hippuris vulgaris L.

69296 — 74,2x58,0. Mare sublittorale à l'est de la baie des Primevères. Eau peu profonde, pH 7,5, sur fond organique, avec *Ranunculus Pallasii* et *Sparganium hyperboreum*. 31-VII-69.

Généralement abondant, presque aussi commun que les deux autres espèces aquatiques citées.

CORNACÉES

Cornus suecica L.

69256 — 78,8x64,0. Extrémité orientale de la pointe d'Entre-Deux-Mers, lac Puvirnituk. Vallon abrité en pente sud (probablement combe à neige) ; sol sec de sable et graviers, pH 5. Localement abondant. 29-VII-69. Seule station observée.

Je dois la découverte de cette station aux pilotes esquimaux Davidiapik et Adami qui m'ont conduit en ce point dont ils avaient remarqué la végétation particulière.

PYROLACÉES

Pyrola grandiflora Rad.

69072 — 72,1x57,2. Ouest de Puvirnituk, toundra rocheuse. Tapis frais de mousses et lichens, surtout sur ses marges ; pH 5 à 5,5. Station exposée. 19-VII-69.

Espèce très commune dans la toundra à mousses ou lichens sur rochers, mais toujours en peuplements clairsemés.

ÉRICACÉES

Andromeda polifolia L.

69003 — 72,6x57,3. Au nord-ouest de Puvirnituk. Buttes de toundra humide à la base d'un talus cryoclastique ; pH 4. Dans un peuplement dense de sphaignes et *Vaccinium*. 15-VII-69.

69018 — 72,6x57,2. À faible distance, station semblable plus abritée. 15-VII-69.

69082 — 73,8x57,3. Vallon au N. de Puvirnituk. Toundra buissonnante sur tapis à peine humide de sphaignes. 20-VIII-69.

Assez dispersée mais commune dans la toundra à sphaignes, surtout dans sa partie la moins humide.

Arctostaphylos alpina (L.) Spreng.

69048 — 73,7x57,2. Au nord de Puvirnituk. Graviers et blocs secs colonisés par du sable ; station exposée, ouverte. 17-VII-69.

Commun dans les stations sèches ouvertes, acides (pH 4.5 au nord de la pointe du Pêcheur) ou calcaires (crête de sables coquilliers au nord du lac Miroir) . . .

Cassiope hypnoides (L.) D. Don.

69023 — 73,2x58,2. À l'ouest du lac Angle droit. Combe à neige à la base d'un talus cryoclastique ; graviers frais. 16-VII-69.

69125 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituaq. Combe à neige à la base d'un talus cryoclastique ; sables et graviers à peine frais, en pente est ; pH 4,5. Station sublittorale assez abritée. 22-VII-69.

Discrète et peu visible, mais relativement commune : existe en de nombreux points depuis la baie de Puvirnituaq jusqu'au voisinage du lac Puvirnituaq. Assez souvent accompagnée par *Phyllodoce coerulea*.

C. tetragona (L.) D. Don. (fig. 9)

69004 — 72,6x57,3. Au nord-ouest de Puvirnituaq. Buttes de toundra à la base d'un talus cryoclastique où cette plante existe aussi. Sol frais, couvert de sphaignes ; pH 4. 15-VII-69.

69013 — 72,6x56,9. Vallon à l'ouest de Puvirnituaq. Talus cryoclastique à gros éléments et larges fissures rocheuses voisines ; sol sec ; pH 4. 15-VII-69.

Une des espèces les plus communes et les plus abondantes de la toundra, à laquelle ses innombrables clochettes blanches donnent un éclat éphémère. Elle semble présenter son optimum sur les pentes cryoturbées bien drainées, fuyant à la fois les dépressions et les crêtes exposées ; dans le haut de la toundra rocheuse, se réfugie dans les larges fissures.

Ledum decumbens (Ait.) Lodd.

69017 — 72,6x57,2. Au nord-ouest de Puvirnituaq. Toundra buissonnante sur rochers frais, un peu au-dessus de la zone à *Cassiope tetragona* ; un peu plus bas, localisé sur les buttes de toundra ; pH 4. 15-VII-69.

Espèce commune et abondante dans la toundra sèche et sur les talus cryoclastiques frais. Plus rare sur les crêtes exposées.

L. groenlandicum Oeder.

69240 — 90,0x63,0. Camp de pêche du lac Puvirnituaq. Talus cryoclastique rocheux, frais, en pente sud, au-dessus des *Salix planifolia*. 29-VII-69.

Très abondant à l'est du lac Puvirnituaq et au moins jusqu'à la station de *Rubus acaulis* (69247). Semble au contraire rare dans la toundra littorale proche de Puvirnituaq : observé en une seule très petite station où il est stérile : vallon abrité à l'extrémité sud-ouest du lac Miroir (71,1x58,7).

Loiseleuria procumbens (L.) Desv.

69027 — 73,3x58,9. Toundra rocheuse proche du lac Angle droit. Rochers secs faiblement fissurés, presque dénudés, très exposés. 16-VII-69.

Espèce commune mais discrète des crêtes et croupes rocheuses exposées.

Phyllodoce coerulea (L.) Bab.

69012 — 72,6x56,9. Pointe ouest de Puvirnituk. Talus cryoclastique en pente est proche du littoral ; blocs et graviers secs, pH 4,5. 15-VII-69.

Cette plante, par stations localisées mais abondantes, est répandue depuis les environs de Puvirnituk au moins jusqu'au sud du lac Puvirnituk, au sud-est de la cote 113. Elle est pratiquement toujours accompagnée par *Cassiope hypnoides*.

Rhododendron lapponicum (L.) Wahl.

69016 — 72,4x57,0. Pentes rocheuses à l'ouest de Puvirnituk. Partie supérieure, à gros éléments, d'un talus cryoclastique sec ; station exposée, ouverte. 15-VII-69.

Commun dans la toundra sèche rocheuse, en particulier dans les stations légèrement abritées ; peu abondant.

Vaccinium uliginosum L.

69130 — 72,4x56,8. À l'ouest de Puvirnituk. Blocs secs exposés. 22-VII-69.

69249 — 96,5x59,5. Vallon tourbeux à proximité de la station de *Rubus acaulis* (69247). Éboulis frais de grande dimension, en pente S. 29-VII-69.

Partout très abondante, sauf dans les parties les plus marécageuses. À l'est du lac Puvirnituk, elle atteint de grandes dimensions (2-3 dm) et présente des feuilles courtement velues ; elle est naine et glabre près du littoral.

V. vitis-idaea L. var. *minus* Lodd.

69150 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituk. Sables et graviers secs ; station exposée à végétation très clairsemée. 74,4x57,5.

Espèce qui semble assez répandue dans la toundra sèche.

DIAPENSIACÉES

Diapensia lapponica L.

69015 — 72,4x57,0. Toundra rocheuse à l'ouest de Puvirnituk. Fissures sèches des roches polies, pH 4 ; station exposée à faible pente nord. 15-VII-69.

PRIMULACÉES

Androsace septentrionalis L.

69270 — 69,4x55,7. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Sables faiblement coquilliers au-dessus de l'estran, secs, à végétation ouverte. 30-VII-69.

Très peu abondante ; seule station observée.

Primula egaliksensis Wormskj.

69033 — 74,1x57,5. À l'ouest de la baie des Primevères. Marais arrière littoral à végétation rase, mousses et *Carex rariflora*. Sol humide, argilo-sableux et tourbeux ; eau : pH 7 ; sol à -5 cm : pH 5. 16-VII-69.

69059 — 75,4x58,3. Au nord de la baie des Primevères, débouché d'un ruisseau. Matière organique sur sable entre de gros blocs. 18-VII-69.

69140 — 74,1x60,9. Ruisseau descendant du lac du Jeune Eider. Gravier mouillés mêlés de tourbe ; pH 5 ; dispersée dans un peuplement dense de mousses. 23-VII-69.

P. stricta Hornem.

69034 — avec la précédente (69033)

69060 — avec la précédente (69059)

69071 — 72,1x57,2. Toundra rocheuse à l'ouest de Puvirnituk. Large fissure humide à fond organique ; pH 5-5,5. Station ouverte, abritée. 19-VII-69.

La seconde primevère est plus répandue à l'intérieur, généralement dans les stations rocheuses abritées ; toutes deux sont peu abondantes, mais assez communes au moins sur le littoral.

PLOMBAGINACÉES

Armeria maritima (Mill.) Willd. ssp. *labradorica* (Wallr.) Hult.

69267 — 69,4x55,7. Plage ouest de la pointe du Pêcheur. Sables secs au-dessus de l'estran ; végétation ouverte. 30-VII-69.

Espèce commune sur les sables ouverts ou fixés par un peuplement ras de mousses, notamment sur les cordons littoraux actuels ou fossiles.

BORAGINACÉES

Mertensia maritima (L.) F. J. Gray

69065 — 71,1x56,7. Plage à l'ouest de l'anse Mertensia. Sables secs ouverts au-dessus de l'estran ; pH 6. 19-VII-69.

Peu abondante ; presque localisée à cette station, à l'exception de quelques individus disséminés sur les plages sableuses plus à l'ouest.

SCROPHULARIACÉES

Bartsia alpina L.

69284 — 71,3x57,2. Ruisseau de la Planche ; terrasse rive droite. Sables humides, pH 5. Végétation herbacée assez dense ; couverture neigeuse semblant avoir récemment disparu. 30-VII-69.

Peu abondante, mais existe en d'assez nombreuses stations semblables.

Pedicularis flammea L.

69025 — 73,0x58,9. Au nord du lac Angle droit. Sables tourbeux humides. Végétation rase à dominance de mousses. 15-VII-69.

Espèce disséminée, mais très commune, surtout près du littoral, dans les stations humides à faible peuplement phanérogame.

P. groenlandica Retz.

69295 — 74,2x57,8. Côte ouest de la baie des Primevères. Sables grossiers sublittoraux, secs ; pH 6,5. Végétation ouverte. 31-VII-69. Début de floraison.

Seule station ; elle y est peu abondante.

P. hirsuta L.

69032 — 74,1x57,5. Côte ouest de la baie des Primevères. Tourbière moussue rase sublittorale. Sables tourbeux très humides : pH de la tourbe : 5 ; de l'eau : 7. 16-VII-69.

P. labradorica Wirsing

69134 — 75,4x58,9. Au nord de la baie des Primevères ; toundra dense à Ericacées et lichens sur rocher. Sol organique humide, pH 4. 23-VII-69. Première floraison : espèce nettement plus tardive que la suivante.

Assez commune, dispersée dans la toundra humide buissonnante.

P. lapponica L.

69022 — 73,3x57,8. Au nord de Puvirnituk. Toundra humide à *Rubus Chamaemorus*, dans les sphaignes denses. Sol organique, pH 4. 16-VII-69.

Espèce commune et généralement abondante.

Veronica alpina L. var. *unalaschcensis* C. et S.

69237 — 90,0x63,0. Camp de pêche à l'extrémité orientale du lac Puvirnituk. Alluvions sableuses mêlées de matériaux grossiers, humides à dessèchement superficiel ; pH 5-5,5. Sol nu en voie de colonisation (quelques sphaignes), en faible pente sud abritée. 29-VII-69.

Seule station, où elle est très peu abondante.

LENTIBULARIACÉES

Pinguicula villosa L.

69182 — 70,1x58,7. Rive sud du lac du Miroir courbe. Petite tourbière suspendue dans le versant abrupt à l'exposition nord. Tourbe humide à peuplement muscinal dense et végétation herbacée rare (*Tofieldia*). 26-VII-69. Très localisée, peu abondante.

69252 — 96,5x59,5. Vallon sur la rive gauche de l'affluent principal du fleuve Puvirnituaq, un peu au-dessus des rapides inférieurs, 3 km à l'est de la cote 253. Dans le tapis continu de sphaignes très mouillées, surtout entre les bombements mais parfois aussi sur leurs flancs. Abondante. 29-VII-69.

La station du lac Miroir est voisine de celle de *Ledum groenlandicum*, elle semble constituer un îlot ou une pointe avancée d'espèces de la « toundra intérieure ».

P. vulgaris L.

69087 — 72,0x56,8. Pointe du Baleinier, entre la plage et les premiers rochers. Tourbière arrière-littorale peu profonde, dans un tapis muscinal dense ; pH 6. 21-VII-69.

69152 — 73,6x57,8. Vallon au nord de Puvirnituaq. Mêmes conditions. 24-VI-69.

69202 — 73,8x57,3. Au nord-est de Puvirnituaq. Dépression tourbeuse de mêmes caractères ; pH de l'eau : 7 ; de la tourbe : 5. 27-VII-69. Abondante.

Espèce assez commune, quoique rarement abondante, au moins dans le secteur littoral.

RUBIACÉES

Galium brandegei Gray.

69163 — 72,2x58,4. Ruisseau entre les lacs Fendu et Illari. Sous le peuplement dense de *Salix planifolia*, dans un peuplement de *Mnium* sp(?) ; alluvions tourbeuses humides. Station très abritée. 25-VII-69.

69262 — 72,2x58,4. Même station. Tiges scabres faisant penser à *G. trifidum* L., mais il s'agit de *G. Brandegei* d'après E. LEPAGE. 30-VII-69.

Ce *Galium*, ou une espèce proche, est également présent dans les stations suintantes, à tapis de mousses denses, du littoral au-dessus de l'estran. Il était à son tout début de floraison fin juillet 1969.

CAMPANULACÉES

Campanula uniflora L.

69063 — 72,4x57,0. À l'ouest de Puvirnituaq ; cordon littoral soulevé en pente sud. Sables secs ; pH de la surface : 4,5 ; à — 10 cm : 7. À la fois dans les herbes rases et denses et dans les vides, sur sable nu. 19-VII-69.

69149 — 73,3x57,5. Cimetière de Puvirnituaq. Cordon littoral fossile, sableux, sec, exposé ; végétation très ouverte. 24-VII-69.

69227 — 93,0x63,7. Colline noire à l'est du camp de pêche du lac Puvirnituk. Corniche rocheuse en pente sud ; fissures emplies de matière organique faiblement humide, pH 4,5. 29-VII-69.

Elle m'a d'abord paru localisée aux stations sableuses, car elle y fleurit plus précocement ; fin juillet, elle commençait à s'épanouir sur les rochers secs, à végétation ouverte, surtout assez loin de la côte. Espèce peu abondante, mais assez commune.

COMPOSÉES

Antennaria angustata Greene

69051 — 72,2x57,2. Pointe ouest de Puvirnituk. Sables et graviers non loin du littoral, secs ; station herbeuse abritée, pente E. 17-VII-69.

Assez abondante ; existe dans les mêmes conditions sur la pointe est de Puvirnituk.

A. Ekmaniana Pors.

69128 — 72,4x56,8. Pointe ouest de Puvirnituk, au sud-ouest de la station précédente. Matériaux grossiers (blocs, galets) mêlés de sables frais. Station ouverte, sublittorale. 22-VII-69.

69138 — 74,1x60,9. Ruisseau descendant du lac de l'Eider vers le fleuve Puvirnituk. Sables tourbeux humides, en pente abritée vers l'est ; station ouverte en voie de colonisation par les mousses. 23-VII-69.

Semble préférer des stations plus fraîches que l'espèce précédente.

A. Rousseaui Pors.

69225 — 93,0x63,7. Bord du fleuve Puvirnituk en amont du lac, au sud de la colline noire à l'est du camp de pêche. Terrasse sableuse fraîche ; pente sud abritée, végétation ouverte. 29-VII-69.

69257 — 78,7x64,8. Extrémité orientale de la pointe Entre-Deux-Mers. Sables secs ou frais ; pente sud abritée, végétation clairsemée. 29-VII-69.

Espèce qui semble relativement répandue dans la toundra intérieure ; existe également, dans des conditions identiques, au camp de pêche du lac Puvirnituk (91,0x63,0).

Chrysanthemum arcticum L.

69196 — 74,0x57,3. Anse est de Puvirnituk. Un peu en arrière de l'estran à *Carex subspathacea*. Sables argileux et tourbeux humides, pH 4,5-5 ; végétation herbacée dense et rase. 27-VII-69. Peu abondant.

Erigeron eriocephalus J. Vahl.

69273 — 69,4x55,9. Plage à l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire ; sables en voie de fixation au-dessus de l'estran, secs ; pH 5. Peu abondant. 30-VII-69.

E. humilis Graham (= *Unalaskensis* (DC.) Vierh.)

69115 — 68,1x56,0. Littoral en face de l'île Innelatevik. Graviers sableux sublittoraux frais, pH 5 ; végétation clairsemée. 21-VII-69.

69142 — 74,1x60,9. Ruisseau descendant du lac du Jeune Eider, avec *Antennaria ekmaniana*. Sables tourbeux humides, pH 5 ; végétation clairsemée ; pente est abritée. 22-VII-69. Capitules plus petits que ceux des individus littoraux 69115.

69238 — 90,0x63,0. Camp de pêche à l'extrémité est du lac Puvirnituk. Alluvions grossières (sables, graviers, galets . . .) ; sol frais à pH 5-5,5 ; végétation clairsemée ; pente sud abritée. 29-VII-69.

69258 — 78,7x64,0. Extrémité orientale de la pointe d'Entre-Deux-Mers ; avec *Antennaria Rousseaui*. Sables à peine frais ; végétation clairsemée ; station abritée de pente sud. 29-VII-69.

Matricaria ambigua (Ledeb.) Kryl.

69099 — 69,4x55,7. À l'ouest de la pointe du Pêcheur Solitaire. Pelouse humide au-dessus de l'estran, sur sables mêlés de graviers ou d'argile ; pH 5,5-6 ; à la fois dans les stations ouvertes et les peuplements denses muscinaux et herbacés. 21-VII-69. Espèce assez commune sur le littoral.

Senecio congestus (R. Br.) DC.

69112 — 68,1x56,0. Littoral en face de l'île Innelatevik. Estran sur substrats variés (depuis argile jusqu'à galets et blocs), sur les débris laissés par la haute mer (amas de goémons en particulier) ; sol humide riche en matière organique ; pH 5. Abondant. 21-VII-69.

Espèce surtout littorale, assez rare près de Puvirnituk (pointe ouest) et de plus en plus commune vers l'ouest, au-delà de la pointe du Pêcheur. Un peuplement non littoral existe à l'angle nord-ouest du lac Illari : alluvions argileuses ouvertes en voie de colonisation par *Eriophorum angustifolium*.

Solidago macrophylla Pursh. var. *thyrsoides* (Mey.) Fern.

69244 — 96,5x59,5. Station de *Rubus acaulis* (3 km est de la cote 253). Graviers humides tapissés de sphaignes, pH 4 ; pente sud abritée. 29-VII-69.

Quelques individus ; premiers capitules non épanouis.

Tanacetum huronense Nutt. (var. *terrae-novae* Fern.)

69193 — 74,0x57,3. — Pointe est de Puvirnituk. Sables et graviers secs, en pente sud relativement abritée ; pelouse sublittorale à 20 m en arrière de l'estran. Abondant. 27-VII-69.

Espèce très commune sur le littoral, sur les plages au-dessus de l'estran et surtout sur les cordons littoraux récemment soulevés.

Taraxacum phymatocarpum J. Vahl.

69075 — 72,6x56,9. Pointe ouest de Puvirnituk. Cordon littoral sableux soulevé, peuplé d'une pelouse rase dense. Station sèche en pente sud. 20-VII-69.

69226 — 93,0x63,7. Colline noire à l'est du camp de pêche du lac Puvirnituk. Corniches rocheuses d'exposition sud, abritées ; substrat frais, formé de matière organique à pH 4,5. 29-VII-69.

Espèce fleurie. fruits non observés.

Conclusions

Mes récoltes, effectuées du 15 au 31 juillet 1969, comportent 168 espèces réparties en 84 genres et 35 familles. Je n'ai pu retrouver un certain nombre d'espèces observées par J. Rousseau aux environs de Puvirnituk⁴ ou un peu plus au sud (entre les estuaires des fleuves Puvirnituk et Kogaluk) ; ce sont :

Carex physocarpa Presl.

Sagina nodosa (L.) Fenzl.

Potentilla Egedii Wormskj.

Gentiana tenella Rottb.

Plantago juncooides Lam.

Antennaria canescens (Lge.) Malte

ainsi qu'*Artemisia borealis* Pall., indiquée par une photographie J. Rousseau (Puvirnituk, 1948) dans l'Annuaire du Québec (1964-65, p. 39).

Nous appuyant sur les publications de J. Rousseau (1968), A. Dutilly, E. Lepage et M. Duman (1953), Polunin (1959) et Porsild (1964), nous avons tenté de classer les plantes de la région de Puvirnituk selon leur degré décroissant de spécialisation arctique : classement tout provisoire et qui se réfère essentiellement au nord-est du continent américain. Le fait que certaines espèces communes (dans les milieux où elles peuvent vivre) appartiennent plutôt à certaines de ces catégories permet de porter un jugement plus précis sur les affinités biogéographiques de cette végétation. Enfin nous avons mis en évidence les espèces propres au littoral proprement dit (estran et son voisinage : L) et propres à la toundra la plus éloignée du littoral que nous avons pu visiter (toundra intérieure : I) ; les données concernant ce dernier secteur sont encore très fragmentaires.

Les espèces *arctiques* (absentes ou rares dans l'hémiarctique) sont relativement peu nombreuses, mais souvent communes (C) ; très peu n'ont été observées que dans la toundra intérieure (I), où elles semblent d'ailleurs rares ; la frange littorale (L) renferme quelques espèces arctiques spéciales :

Alopecurus alpinus

Arctagrostis latifolia (C)

Arctophila fulva (C)

L *Phippsia algida*

I *Ranunculus Gmelini*

R. Pallasii (C)

L *Papaver radicum* (C)

Eutrema Edwardsii (C)

Saxifraga foliolosa (C)

Potentilla Chamissonis

Cassiope tetragona (C)

L *Pedicularis hirsuta*

Antennaria Ekmaniana

Taraxacum phymatocarpum

⁴ Nous avons d'ailleurs appris fortuitement, lors de notre second séjour (1970) que le site de Puvirnituk a été déplacé, et se trouvait jusqu'en 1951 à environ 40 km au sud de sa position actuelle. C'est donc seulement l'ancien site qui a été visité en 1948 par J. Rousseau et E. Aubert de la Rüe. Parmi les plantes citées, *Plantago juncooides* a été observé en 1970 (*Note ajoutée durant l'impression*).

D'autres ont semble-t-il une fréquence de même ordre de grandeur dans l'arctique et l'hémiarctique, mais se raréfient vers le sud. Ce sont :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Dryopteris fragrans</i> (C) | L <i>Sagina intermedia</i> |
| <i>Dupontia Fisheri</i> s.l. | <i>Ranunculus pygmaeus</i> |
| <i>Carex atrofusca</i> | <i>Cardamine bellidifolia</i> |
| <i>C. glareosa</i> | <i>Draba nivalis</i> (C) |
| <i>C. membranacea</i> (C) | <i>Saxifraga hirculus</i> (C) |
| L <i>C. subspathacea</i> | <i>S. nivalis</i> |
| <i>Luzula confusa</i> (C) | <i>Potentilla hyparctica</i> |
| <i>Salix arctica</i> | <i>Oxytropis Maydelliana</i> (C) |
| <i>Oxyria digyna</i> | <i>Campanula uniflora</i> (C) |
| <i>Cerastium alpinum</i> (C) | L <i>Antennaria angustata</i> |
| <i>Melandryum affine</i> (C) | L <i>Erigeron eriocephalus</i> |
| <i>M. apetalum</i> | L <i>Matricaria ambigua</i> (C) |

Il faut peut-être adjoindre à la liste précédente des espèces dont la fréquence maximale se situe dans l'arctique ou l'hémiarctique, bien qu'elles débordent assez largement dans le subarctique ; c'est le groupe le plus important :

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Lycopodium annotinum pungens</i> | L <i>S. callicarpaea</i> |
| <i>L. selago</i> | <i>S. calcicola</i> (C) |
| <i>Woodsia ilvensis</i> | <i>S. herbacea</i> (C) |
| <i>Agrostis borealis</i> | <i>S. reticulata</i> |
| <i>Deschampsia littoralis</i> | <i>Polygonum viviparum</i> (C) |
| <i>Festuca brachyphylla</i> | L <i>Montia lamprosperma</i> |
| <i>Poa arctica</i> | <i>Arenaria humifusa</i> |
| <i>Trisetum spicatum</i> (C) | L <i>A. rubella</i> |
| <i>Hierochloa alpina</i> | <i>Silene acaulis</i> (C) |
| <i>Carex Bigelowii</i> | <i>Stellaria calycantha</i> |
| <i>C. misandra</i> | <i>S. monantha</i> (C) |
| <i>C. norvegica</i> | <i>Ranunculus hyperboreus</i> (C) |
| <i>C. rariflora</i> | <i>R. pedatifidus</i> |
| <i>C. scirpoidea</i> | <i>Arabis arenicola</i> |
| <i>C. stans</i> | <i>Draba glabella</i> |
| <i>Eriophorum Scheuchzeri</i> | <i>D. norvegica</i> |
| <i>Salix brachycarpa</i> | |
| L <i>Juncus albescens</i> | <i>Chrysosplenium tetrandrum</i> (C) |
| L <i>J. arcticus</i> | <i>Saxifraga aizoides</i> |
| L <i>J. castaneus</i> | <i>S. caespitosa</i> |
| L <i>Luzula groenlandica</i> | <i>S. cernua</i> (C) |
| <i>Salix arctophila</i> (C) | <i>Loiseleuria procumbens</i> |
| <i>Saxifraga oppositifolia</i> | <i>Phyllodoce coerulea</i> |
| <i>S. rivularis</i> | <i>Rhododendron lapponicum</i> (C) |
| <i>S. tricuspidata</i> (C) | <i>Diapensia lapponica</i> |
| <i>Dryas integrifolia</i> | L <i>Androsace septentrionalis</i> |
| <i>Astragalus alpinus</i> (C) | <i>Primula stricta</i> (C) |
| <i>Empetrum nigrum</i> (C) | <i>Armeria labradorica</i> |
| <i>Epilobium latifolium</i> (C) | <i>Pedicularis flammæa</i> (C) |
| <i>Pyrola grandiflora</i> (C) | <i>P. labradorica</i> |
| <i>Arctostaphylos alpina</i> | <i>P. lapponica</i> (C) |
| <i>Cassiope hypnoides</i> | L <i>Senecio congestus</i> |
| <i>Ledum decumbens</i> (C) | |

Les espèces suivantes présentent leur fréquence maximale plus au sud que les précédentes, avec le plus souvent une raréfaction marquée vers le haut-arctique :

<i>Elymus mollis</i> (C)	L <i>Arenaria peploides diffusa</i> (C)
<i>Poa alpigena</i> (C)	I <i>Anemone Richardsonii</i>
<i>Carex arctogena</i>	<i>Ranunculus lapponicus</i> (C)
<i>C. capillaris</i>	<i>Cardamine pratensis angustifolia</i> (C)
<i>C. chordorrhiza</i>	<i>Rubus chamaemorus</i> (C)
<i>C. lachenalii</i>	L <i>Oxytropis foliolosa</i>
<i>C. microglochin</i>	<i>O. terrae-novae</i>
<i>C. saxatilis</i> (C)	I <i>Epilobium anagallidifolium</i>
<i>Eriophorum spissum</i> (C)	<i>Vaccinium uliginosum</i> (C)
<i>Scirpus caespitosus austriacus</i> (C)	<i>Bartsia alpina</i>
L <i>Luzula spicata</i>	I <i>Veronica alpina unalaschensis</i>
<i>L. Wahlenbergii</i> (C)	I <i>Antennaria Rousseaui</i>
<i>Tofieldia pusilla</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea minus</i> (C)

Remarquons la présence de plusieurs espèces non observées en dehors de la toundra intérieure.

Les espèces suivantes semblent être plus franchement subarctiques ; leur groupe est encore moins important :

<i>Sparganium hyperboreum</i> (C)	<i>Andromeda polifolia</i> (C)
L <i>Calamagrostis deschampsoides</i>	<i>Primula egaliksensis</i>
<i>Habenaria obtusata</i>	L <i>Pedicularis groenlandica</i>
L <i>Salix candida</i>	I <i>Pinguicula villosa</i>
<i>S. planifolia</i> (C)	<i>Galium Brandegei</i>
<i>Betula glandulosa</i> (C)	L <i>Chrysanthemum arcticum</i>
<i>Parnassia Kotzebuei</i> (C)	L <i>Tanacetum huronense</i>
I <i>Rubus acaulis</i>	<i>Erigeron humilis</i>
L <i>Astragalus eucosmus</i>	I <i>Pinguicula villosa</i>
I <i>Cornus suecica</i>	

La proportion relative des espèces littorales est ici particulièrement importante ; ce groupe renferme également une notable partie des plantes non observées hors de la toundra intérieure.

Parmi les espèces beaucoup plus largement répandues vers le sud, et que nous n'avons pas encore citées, distinguons celles qui ne se rencontrent qu'exceptionnellement dans les plaines tempérées :

<i>Equisetum variegatum</i>	L <i>Lathyrus japonicus</i> (C)
<i>Carex vaginata</i>	I <i>Ledum groenlandicum</i>
<i>Stellaria humifusa</i>	L <i>Mertensia maritima</i>
<i>Poa alpina</i>	

(la première existant cependant aux environs de Paris!) de celles qui sont plus ou moins répandues dans les plaines tempérées (certaines y étant tout de même réfugiées dans les tourbières) :

<i>Equisetum arvense</i>	L <i>Parnassia palustris</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Potentilla palustris</i> (C)
L <i>Festuca rubra arenaria</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Epilobium palustre</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i> (C)	<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Pinguicula vulgaris</i>
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	

Ces deux dernières listes sont particulièrement courtes, et encore faudrait-il tenir compte du fait que plusieurs des espèces « tempérées » sont représentées par des variétés subarctiques ou arctiques.

Le tableau I rassemble les données numériques provisoires concernant l'originalité de chaque territoire.

TABLEAU I

Territoires	Espèces localisées		Espèces moins localisées, présentes dans la toundra littorale	Espèces communes (nombre et % du total)
	au littoral (s. strict)	à la toundra intérieure		
Arctiques	3	1	10	7 (50%)
Arct. + Hémiarct.	6	0	18	10 (41%)
Arct. + H — a + Subarct.	9	0	56	22 (34%)
H — arct. + Subarct.	3	4	18	12 (46%)
Subarctiques	6	4	9	5 (26%)
Boréales montagnardes	2	1	3	1 (14%)
Boréales tempérées	3	0	10	2 (15%)

On remarque la forte prépondérance des espèces des trois premiers groupes, correspondant aux conditions climatiques les plus rigoureuses, aussi bien pour l'ensemble des espèces que pour les plantes communes, qui accentuent cette tendance : 50% des arctiques sont communes contre 26% des subarctiques strictes et 15% des boréales. Notons aussi que l'originalité de la toundra intérieure concerne surtout des plantes de climats relativement moins froids. L'importance de cette originalité sera précisée par l'étude de deux aires myriamétriques, l'une côtière, l'autre intérieure, mais l'abondance dans cette dernière zone du *Ledum groenlandicum*, espèce nettement non-arctique, est certainement un indice biogéographique important.

Nous espérons, en 1970, être en mesure de recueillir des données statistiquement comparables sur ces divers secteurs.

Remerciements

Je veux exprimer ici mes remerciements les plus chaleureux à tous mes amis et collègues du Centre d'études nordiques : les directeurs L.-E. Hamelin et H. Dorion, les professeurs A. Cailleux, A. Legault, dont l'aimable invitation a permis mon voyage, et qui n'ont pas ménagé leur peine pour en faciliter la réalisation ; MM. Yves Cartier, pour son aide dans la préparation du voyage à Puvirnituk, Samuel Brisson et Philippe Forest, qui, avec tant d'amicale simplicité ont su m'initier sur le terrain à la flore et à la végétation hémiarctiques ; à tous les botanistes canadiens qui m'ont aidé dans la détermination des espèces récoltées, notamment les Dr George W. Argus pour les *Salix*, G. A. Mulligan pour les *Draba*, W. J. Cody et E. Lepage pour de nombreuses plantes critiques, notamment Graminées, Cypéracées et Composées ; à mes amis de Puvirnituk, esquimaux ou non. Les premiers, avec un sens aigu de l'observation, ont su parfois me conduire à des biotopes intéressants, à plantes particulières ; les seconds ont permis à mon travail scientifique de s'accomplir dans les meilleures conditions ; tous m'ont accueilli et aidé avec une cordialité que je n'oublierai pas.

Références

- AUBERT DE LA RÛE, E., 1948. Premiers résultats d'une traversée de la péninsule d'Ungava (Labrador canadien). *C. r. somm. Séanc. Soc. géol. Fr.*, **18**: 271-272.
- AUBERT DE LA RÛE, E., 1949. Quelques observations biogéographiques intéressant la péninsule d'Ungava (Labrador septentrional). *C. r. somm. Séanc. Soc. Biogéogr.*, **26** (227) : 50-58.
- AUBERT DE LA RÛE, E., 1966. À propos de la formation de remparts le long des lacs du Labrador. *Bull. Lab. Géol. Géogr. phys. Minér. Univ. Lausanne*, **163**: 1-6 et *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, **69** (321).
- BIAYS, P., 1964. Les marges de l'oekoumène dans l'Est du Canada. *Trav. Docum. Cent. Études nordiques*. Presses Univ. Laval, Québec, 760 p.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant Sud de la baie James, Québec-Ontario. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, No. 2F, 199 p.
- DUTILLY, A. et E., LEPAGE, 1964. Randonnée botanique à travers la péninsule Québec-Labrador. *Naturaliste can.*, **91** (8-9).
- DUTILLY, A., E. LEPAGE et M. DUMAN, 1953. Contribution à la flore du bassin de la baie d'Ungava. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, No. 4F, 104 p.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE et M. DUMAN, 1958. Contribution à la flore des Iles (T.N.O.) et du versant oriental (Qué.) de la baie James. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, No. 9F, 199 p.
- HAMELIN, L.-E. et A. CAILLEUX, 1969. Poste-de-la-Baleine (Nouveau Québec), exemple de géomorphologie complexe. *Centre d'études nordiques, Univ. Laval, Québec*, 28 p. (ronéo).
- LEONARD, J., 1961. Relation succincte d'un voyage botanique dans l'Arctique canadien. *Naturaliste belg.*, **42** (1) : 2-28.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1964-65. *Annuaire du Québec*. Impr. de la Reine, Québec, 736 p.
- POLUNIN, N., 1959. *Circumpolar Arctic Flora*. Oxford, 514 p.

- PORSILD, A.E., 1964. Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. *Bull. natn. Mus. Canada*, **146**, Biological series, **50**, 218 p.
- REY, P., 1960. Essai de phytocinétique biogéographique. *CNRS*, Paris, 399 p.
- ROUSSEAU, J., 1966. La flore de la rivière George, Nouveau-Québec. *Naturaliste can.*, **93**: 11-59.
- ROUSSEAU, J., 1968. The vegetation of the Quebec-Labrador Peninsula between 56° and 60° N. *Naturaliste can.*, **95** (2) : 469-563 (On trouvera dans cet article une très importante bibliographie sur cette région).

ÉTUDES SUR LA FLORE DU SAGUENAY
IV. NOTES SUR QUELQUES PTÉRIDOPHYTES¹

RICHARD CAYOUE

*Herbier, Service de la recherche et de l'enseignement
Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec*

Résumé

L'auteur précise la distribution de quelques Ptéridophytes au Saguenay. Parmi ces espèces, *Ophioglossum vulgatum* var. *pseudopodium*, *Asplenium Trichomanes* et *Carpogymnia Robertiana* sont des additions à la flore de la région.

Abstract

The local range of some Pteridophytes of the Saguenay Region flora is given. Among the species mentioned, *Ophioglossum vulgatum* var. *pseudopodium*, *Asplenium Trichomanes* and *Carpogymnia Robertiana* are additions to this local flora.

Introduction

La revision, en cours, du matériel accumulé dans les herbiers et mes prospections sur le terrain me permettent d'apporter des précisions sur la distribution de quelques Ptéridophytes de la flore du Saguenay. Il me paraît également opportun de tirer de mes cahiers d'observations, de même que de la documentation déjà recueillie, certaines notes taxinomiques et écologiques pertinentes.

Après avoir délimité le territoire à l'étude, je présenterai chacune des espèces retenues, dans l'ordre systématique employé par Morton dans le traité des Ptéridophytes de l'*Illustrated Flora of the Northeastern United States and Adjacent Canada* de Gleason (1952). Sauf indication contraire, je suivrai également la nomenclature adoptée dans cet ouvrage.

Je désignerai les herbiers cités dans le présent travail par les sigles proposés par Lanjou et Stafleu (1964); celui de l'Université de Sherbrooke par le sigle (SFS) et celui de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval, par le sigle (QFFG).

1. Contribution n° 119, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec.

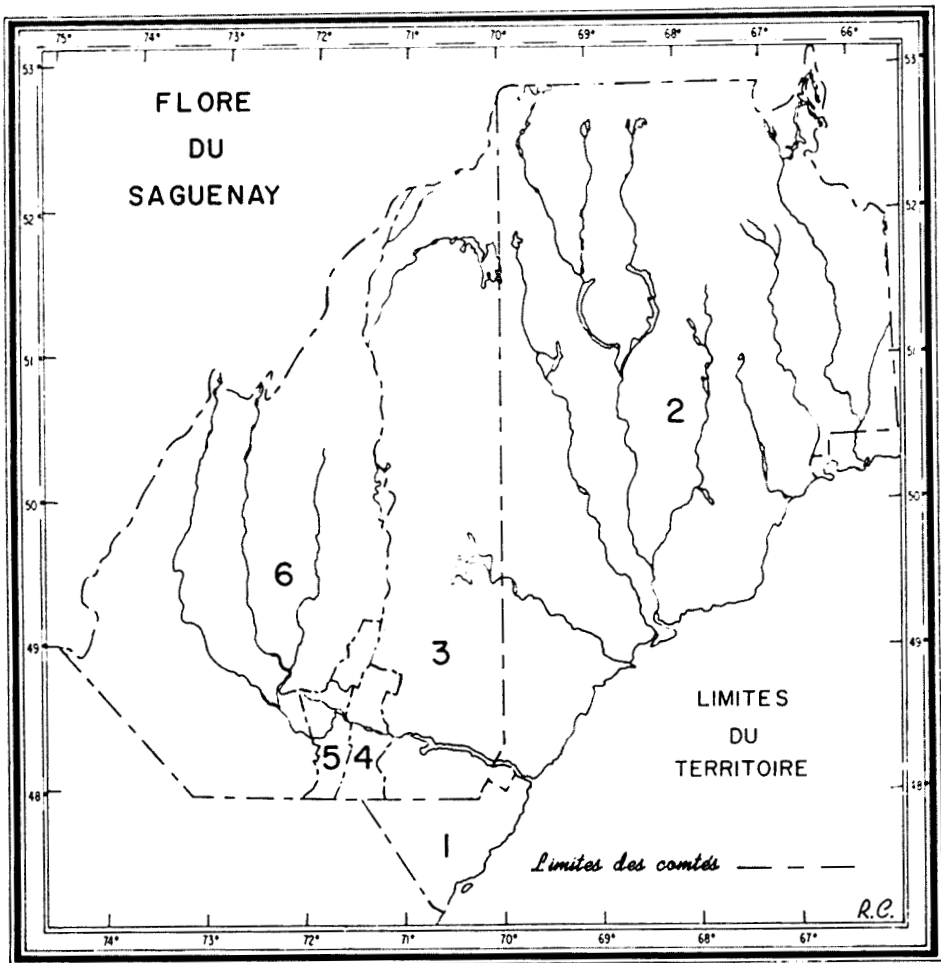


FIGURE 1. Limites du territoire de la flore du Saguenay. Les divisions administratives (antérieures à la dernière révision de la carte) sont: 1, Charlevoix; 2, Saguenay; 3, Chicoutimi; 4, Jonquière-Kénogami; 5, Lac Saint-Jean et 6, Roberval.

Limites de la présente édition

Le territoire à l'étude comprend les comtés de Charlevoix, Saguenay, Chicoutimi, Jonquière-Kénogami, Lac Saint-Jean et Roberval (figure 1). On aura remarqué que j'utilise ici les dénominations de comtés qui avaient cours avant la dernière révision de la carte électorale. Ce travail étant commencé depuis plusieurs années, c'est sous ces dénominations que j'ai colligé mes notes sur les récoltes de la flore du Saguenay. Je n'ai pas cru utile de m'imposer la tâche considérable de réaménager ces notes sous les nouvelles dénominations; d'autant plus que je ne suis pas certain de pouvoir terminer mes recherches avant qu'une nouvelle révision ne survienne.

Pour désigner cette vaste région autrement que par une périphrase, j'ai choisi de titrer mes études floristiques : « Études sur la flore du Saguenay ». On voudra bien comprendre que le mot « Saguenay » n'est employé ici qu'en guise d'abréviation. Ce n'est aucunement mon intention de proposer l'emploi de ce toponyme dans un sens plus étendu que celui qu'il a officiellement. Ces réserves établies, je crois que ce choix s'excuse par le fait que plus de la moitié du territoire à l'étude appartient au bassin de drainage du Saguenay. De plus, l'un des deux comtés qui, en majeure partie, se draine directement au Saint-Laurent, se nomme officiellement comté de Saguenay.

On notera que les monts Otish, qui sont situés à la limite septentrionale du comté de Chicoutimi, ne sont pas inclus dans ce travail. Je n'ai pas visité cette région qui, dit-on, offre suffisamment d'intérêt au point de vue botanique pour mériter d'être l'objet d'une étude particulière.

Notes sur quelques Ptéridophytes

Lycopodium lucidulum Michx. — On a déjà douté de la présence du *L. lucidulum* au Lac Saint-Jean et ce doute semble avoir persisté. En effet, Marie-Victorin (1925) écrivait « qu'il ne paraît se rencontrer ni à la hauteur des terres des Laurentides, ni dans le bassin du Lac Saint-Jean, ni sur la Côte-Nord ». Plus tard, l'auteur de la *Flore laurentienne* (Marie-Victorin, 1935) et le responsable de la deuxième édition du même ouvrage (Rouleau, in Marie-Victorin, 1964) maintiennent ce jugement initial puisqu'ils caractérisent la distribution de cette espèce par la mention suivante : « Général, sauf au nord du territoire ». Or on sait que le Lac Saint-Jean se situe précisément dans la partie nord du territoire couvert par la *Flore laurentienne* ; on devrait donc en conclure que la plante ne s'y trouve pas.

Une meilleure connaissance de la flore de la région nous permet aujourd'hui d'affirmer que le *L. lucidulum* est non seulement présent au Lac Saint-Jean, mais qu'il y est commun partout où on rencontre des érablières et des forêts de *Betula alleghaniensis*. Il semble que, dans cette partie du Québec, sa limite septentrionale extrême se situe entre le 49° et le 50° de latitude nord. Les avant-postes au-delà du 49° sont cependant rares.

On trouve dans les herbiers des récoltes provenant de tous les comtés de la présente dition. Il serait fastidieux de les citer toutes ; je ne retiendrai donc que les plus caractéristiques. D'abord, quelques-unes de la région du Lac Saint-Jean : Hébertville, R. Cayouette 6924 (QUE) ; V. Lavoie 5 (QUE). Saint-Jérôme, V. Lavoie 12 (QUE) ; R. Cayouette, C. Leduc et A. Boivin 9132 (QUE). Desbiens, C. Leduc L68-211 (QUE). Chambord, R. Cayouette et J.-C. Michel 6436 (QUE). Saint-Félicien, R. Bérubé (QFA). Du comté de Saguenay, on peut également citer : Canton Albert, embouchure de la Sainte-Marguerite, J. Cayouette 810 (QUE) ; S. Brisson 62-1097 (SFS).

Sault-au-Mouton, R. Bellefeuille 48 (QFFG). Dans l'Herbier Marie-Victorin, on trouve, de plus, un spécimen dont l'étiquette se lit comme suit : « *Baie-Trinité, littoral de la baie Trinité, grève sablonneuse, 7 septembre 1946, A. Lafond* ». Je mentionne ce spécimen avec réserve car deux raisons m'incitent à croire qu'il peut y avoir eu mélange d'étiquette : d'abord, l'habitat « *grève sablonneuse* » est tout à fait inusité pour cette espèce ; ensuite, et surtout, l'absence de toute mention du *L. lucidulum* dans les extensions d'aires que Lafond (1947) a publiées à la suite de ses travaux sur la Côte-Nord. Il existe cependant une récolte plus septentrionale ; elle provient de la Passe-Dangereuse, dans la vallée de la Péribonka, I. Hustich 813 (MTJB).

Selaginella rupestris (L.) Spreng. – La présence du *S. rupestris* à la limite méridionale du territoire à l'étude, sur les rochers dénudés le long du Saint-Laurent, est connue depuis longtemps. En effet, Marie-Victorin (1925) a déjà mentionné les récoltes de Kennedy à La Malbaie, de Macoun à Cap-à-l'Aigle et de Williams à Tadoussac. Antérieurement, Saint-Cyr (1886) avait signalé sa récolte du 8 (?) septembre 1882 à Tadoussac. J'ai retrouvé, dans la portion de son herbier qui n'est pas incorporée à l'herbier général du Musée du Québec, un petit spécimen de *S. rupestris* fixé sur une feuille d'herbier ancienne. Une étiquette temporaire, rédigée par Saint-Cyr, se lit comme suit : « *Saguenay, rochers hors d'eau, 12 septembre 1882* ». Le tout est placé dans une chemise portant une autre étiquette sur laquelle Saint-Cyr a écrit : « *Tadoussac, septembre 1882* ». C'est la seule récolte de *S. rupestris* qu'il m'a été possible de retrouver dans l'herbier de Saint-Cyr.

Nous devons à Lafond (1947) la mention de la station la plus septentrionale de la présente édition. Il s'agit de la citation de sa récolte du lac Malfait, sur la rivière aux Anglais, près de Baie-Comeau : A. Lafond, *s.n.*, 19 juin 1945, (QFFG).

Il faut évidemment considérer comme un *lapsus* l'inclusion par Raymond (1950) du *S. rupestris* dans une liste d'un certain nombre de plantes méridionales qui atteindraient leur limite orientale au niveau de l'Île d'Orléans et de la Grosse-Isle. En effet, l'auteur écrit dans le même ouvrage que cette plante se rencontre « *sur tous les rochers exposés depuis le Bic et Baie Saint-Paul* », stations qui sont sises beaucoup plus au nord-est que la Grosse-Isle.

De Baie Saint-Paul à Baie-Comeau, on trouve, dans les herbiers, de nombreuses récoltes anciennes et récentes. La connaissance de la présence de la plante le long du Saguenay est, cependant, nouvelle ; je ne citerai donc que ces derniers spécimens : Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, J. Cayouette 750 (QUE) ; S. Brisson 62-970 (SFS) ; J. Boulva *et al.* 6292 (SFS). Petit-Saguenay, R. Cayouette et L. Brassard 5499 (QUE). Anse Saint-Jean, R. Cayouette 5467 (QUE) ; S. Brisson 5522 (MT). Saint-

Fulgence, baie des Pins, J. Cayouette 1208 (QUE) ; S. Brisson 67105, 68201 (SFS).

Il ne me paraît pas impossible qu'on trouve le *S. rupestris* encore plus haut sur le Saguenay et, même, au-delà du Lac Saint-Jean puisque Hustich l'a récolté à Chibougamau, dans le comté d'Abitibi-Est : I. Hustich 620 (MTJB).

Equisetum arvense L. – Espèce très polymorphe qu'on a tenté de diviser en variétés et en formes nombreuses ; Fernald (1950) en reconnaît deux variétés, comme Marie-Victorin (1927) l'avait fait précédemment : le var. *arvense*, à rameaux 4-angulaires et à gaines raméales 4-dentées et le var. *boreale*, à rameaux 3-angulaires et à gaines raméales 3-dentées. L'examen de spécimens attribués à l'une ou à l'autre variété révèle, malheureusement, que ces deux caractères se trouvent sur une même plante, plus souvent qu'il ne faudrait. Les travaux de Schaffner (1929), de Kato (1964) et de Hauke (1966) le démontrent amplement. J'ai également observé, sur des plants recueillis au Saguenay, qu'on trouve parfois des rameaux 4-angulaires et des rameaux 3-angulaires au niveau d'un même verticille. Devant ces faits, il devient impossible de conserver à ce caractère la valeur taxinomique qu'on lui a prêtée.

Quant aux nombreuses formes décrites sous l'une ou sous l'autre variété, elles ne sont que des adaptations écologiques transitoires d'un même taxon. Il arrive d'en trouver plus d'une dans une colonie issue d'un même rhizome.

Pour l'instant, vu l'incohérence des critères taxinomiques proposés, il paraît préférable de ranger tout ce matériel polymorphe sous *E. arvense sensu amplo*, ainsi que le fait Hauke (1966).

E. arvense est tolérant et peut se rencontrer en plusieurs habitats. Il préfère cependant les sols légers et humides. Si on le trouve, parfois, en des lieux apparemment arides, c'est que son système racinaire profond peut aller chercher, loin de la surface, l'eau indispensable à sa survie. Héliophile, il croît aussi à l'ombre. A rechercher dans les bois humides, les aulnaies, les champs mal drainés, les fossés, sur les rives des cours d'eau, au bord des chemins et le long des voies ferrées.

Connu dans tout l'hémisphère boréal, il est général et commun au Saguenay où il est second en importance numérique après *E. fluviatile*.

Equisetum pratense Ehrh. – Morphologiquement stable, l'*E. pratense* se présente presque toujours sous sa forme typique à longs rameaux grêles, simples, largement étalés. Toutefois, dans la vallée de la rivière Sainte-Marguerite, canton Labrosse, comté de Chicoutimi, monsieur S. Brisson, de l'Université de Sherbrooke, et l'auteur ont observé et récolté plusieurs spécimens d'*E. pratense* dont les rameaux sont composés : les rameaux primaires portant des rameaux

secondaires, en nombre considérable chez quelques individus. Ces plantes répondent à la description de l'*E. pratense* f. *ramulosum* Milde.

Il est cependant curieux de noter que toutes ces prêles atypiques croissaient en des lieux fortement bouleversés par l'homme : chantier de construction d'un pont, voies temporaires d'accès, chemin de service en forêt. En milieu naturel, la plante, qui est commune dans la vallée de la Sainte-Marguerite, ne se présentait que sous sa forme typique à rameaux simples. Borg (1967) qui a observé le même phénomène, dans des milieux similaires, en Finlande et en Scandinavie, conclut : « *However, it is usually easy to find rhizomal connections with normal-appearing plants growing in the vicinity* ». A la suite de ces observations, on est en droit de conclure que ces spécimens qu'on pourrait nommer f. *ramulosum* sont bien plus le résultat de traumatismes subis par la plante que l'expression de variations génétiques mineures. En conséquence, il devient inutile de les reconnaître à aucun rang taxinomique.

E. pratense préfère les sous-bois de feuillus un peu humides établis sur sols neutres ou alcalins. Au Saguenay, on l'a récolté dans les dépressions humides des érablières et des bétulaies jaunes, ainsi que dans certaines ormaies-frênaies. Il est particulièrement commun dans l'étroite bande de forêt de bouleau jaune, d'orme d'Amérique et de frêne noir qui s'étire le long de la Sainte-Marguerite, dans le canton Labrosse.

La distribution générale de l'espèce englobe tout le Saguenay mais les habitats propices sont rares dans la partie septentrionale du territoire.

Ophioglossum vulgatum L. var. *pseudopodum* (Blake) Farw. — Cette Ophioglossacée échappe assez facilement à l'observation des botanistes s'ils ne sont pas spécialement avertis de son mode de vie et de ses exigences écologiques. De ce fait, nos connaissances sur son aire de distribution au Québec, en particulier sur les limites extrêmes qu'elle peut atteindre, sont plutôt fragmentaires.

Raymond (1950) situait la limite orientale extrême de l'*O. vulgatum* var. *pseudopodum* aux environs de la rivière Chaudière. Deux récoltes de l'abbé Alexandre Gagnon repoussent cette limite au nord-est jusqu'à Baie Saint-Paul, dans le comté de Charlevoix : pâturage mouillé, 25 juillet 1944, A. Gagnon 2798 (QFS) ; 26 août 1944, A. Gagnon 2802 (QFS).

Dennstaedtia punctilobula (Michx.) Moore — C'est, sans doute, à la suite d'un lapsus que Marie-Victorin (1925a) écrit que le *D. punctilobula* est « *très abondant* » à Val-Jalbert, dans l'escarpement d'anorthosite d'où l'Ouiatchouan se précipite. Cette fougère, absente de la liste de ses récoltes, ne se trouve pas non plus dans son herbier.

Sur le territoire à l'étude, on ne connaît le *D. punctilobula* que par les récoltes suivantes : comté de Charlevoix : Petite-Rivière-Saint-François, érablière, 6 juillet 1961, D. Doyon et V. Lavoie 5 (QUE) ; Saint-Fidèle, érablière, 14 juillet 1960, V. Lavoie 19 (QUE).

Asplenium Trichomanes L. — Nos connaissances sur la distribution de l'*A. Trichomanes* ont besoin d'être précisées. Si on ne considère que la partie canadienne de l'aire de distribution que lui donne Fernald (1950), on rencontre cette fougère depuis le comté de Rimouski, jusqu'au sud-est du Manitoba. Les deux éditions de la *Flore laurentienne* (Marie-Victorin, 1935, 1964) en font une espèce « des collines montérégiennes et des Apalaches ». Les dernières éditions de la *Flore-Manuel* (Louis-Marie, 1953, 1959, 1967) lui attribuent comme distribution le centre et le sud du Québec. Pour Raymond (1950), cette plante se rencontre dans les vallées de l'Ottawa et du Richelieu, dans la région du Bic et dans l'enclave dolomitique du comté de Missisquoi.

Provancher (1862) a signalé l'*A. Trichomanes* au pied du cap Tourmente. Le Gallo (1952), sur les collines dévoniennes boisées qui entourent le lac au Saumon, dans la vallée de la Matapédia. Boivin (1960) présente, comme une extension d'aire, une récolte de Campbell's Bay, dans le comté de Pontiac. Marie-Victorin et Rolland-Germain (1969) citent un spécimen que Macoun aurait recueilli à la rivière Jupiter, sur l'île d'Anticosti. Récemment, Cody (1968) ajoutait cette espèce à la flore de Terre-Neuve.

Je verse au dossier les deux seules stations connues de la flore du Saguenay : comté de Charlevoix, Baie-des-Rochers, grosse colonie sur un talus d'éboulis, 28 septembre 1960, R. Cayouette et L. Brassard 5851 (QUE, QFA). Comté de Chicoutimi, canton Labrosse, vallée de la rivière Sainte-Marguerite, commun entre les rochers au quart supérieur d'un talus d'éboulis, 9 août 1964, R. Cayouette 7139 (QUE, QFA, SFS, QFFG) ; *ibid.*, éboulis d'une falaise rocheuse, 9 août 1964, S. Brisson 64612 (SFS, QFA, MT).

Athyrium thelypteroides (Michx.) Desv. — Marie-Victorin (1935) décrit comme suit l'aire de distribution de cette fougère : « Général mais rare ». Les récoltes étudiées jusqu'à présent montrent que la plante ne dépasse que de très peu la latitude de la baie des Ha! Ha! puisque sa station septentrionale extrême se trouve à Chicoutimi-Nord, dans une tourbière sise au pied de collines calcaires. Sur l'autre rive du Saguenay, elle atteint Rivière-Éternité où Cayouette, Doyon et Lavoie l'ont récoltée en 1960. Dansereau et Pageau (1966) citent également la présence de l'*A. thelypteroides* à la baie de l'Éternité.

Voici la liste des récoltes étudiées : comté de Charlevoix, Saint-Fidèle, V. Lavoie 10 (QUE). Comté de Saguenay, canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, S. Brisson 62-863 (SFS). Comté de Chicoutimi, Anse Saint-Jean, V. Lavoie et D. Doyon 17 (QUE). Rivière-Éternité, R. Cayouette, D. Doyon et V. Lavoie 5766 (QUE, QFA, SFS). Canton Labrosse, vallée de la rivière Sainte-Marguerite, R. Cayouette, V. Lavoie et A. Asselin 7774 (Qué). Chicoutimi-Nord, R. & J. Cayouette 8875 (QUE).

Thelypteris noveboracensis (L.) Nieuwl. — L'auteur de la *Flore laurentienne* (Marie-Victorin, 1935) caractérise ainsi l'aire de distribution de cette fougère :

« Général et commun ». Il faudrait atténuer ces deux affirmations pour la partie du territoire de la *Flore laurentienne* qui chevauche celui de la flore du Saguenay. En effet, le *T. noveboracensis* y est rare et, de plus, il est limité à la partie méridionale de la région : la station la plus septentrionale n'atteignant que la latitude de la baie des Ha! Ha!

Les seules récoltes justifiant la présence de la plante au Saguenay sont les suivantes : comté de Charlevoix, Petite-Rivière-Saint-François, D. Doyon et V. Lavoie 8 (QUE). Saint-Fidèle, V. Lavoie 18 (QUE). Comté de Chicoutimi, le Tableau, G. Lemieux 13,994 (QFA). Sainte-Rose-du-Nord, R. Cayouette et V. Lavoie 7777 (QUE).

Carpogymnia Robertiana (Hoffm.) Löve & Löve (Taxon 16 : 191. 1967)
Dryopteris Robertiana (Hoffm.) Christens., *Gymnocarpium Robertianum* (Hoffm.) Newm., *Carpogymnia Dryopteris* (L.) Löve & Löve var. *pumila* (DC.) Boivin – La distribution de cette petite fougère est étroitement liée à la présence de formations calcaires. Raymond (1950) la mentionne pour les régions du lac Mistassini, de la Côte-Nord et de la Baie-des-Chaleurs. Dutilly et Lepage (1963) l'ont recueillie aux environs du lac Témiscamingue. Marie-Victorin et Rolland-Germain (1969) la citent à plusieurs stations de l'île d'Anticosti et de l'archipel de Mingan.

Depuis l'été de 1967, on connaît la présence du *C. Robertiana* au Saguenay. C'est un moniteur du Camp des Jeunes Explos, Alain Asselin, qui en a découvert la première colonie. En juin 1968, j'ai eu le plaisir de visiter les lieux. La station se trouve sur les collines calcaires sises entre Chicoutimi-Nord et Saint-Honoré, dans le comté de Chicoutimi. J'y ai vu plusieurs colonies de *C. Robertiana* installées dans les crevasses qui rident le sommet déboisé de ces collines calcaires de la formation Trenton. Ces crevasses, que les gens de la région nomment des « casse-pattes », ont une largeur de 25 à 40 cm, une profondeur de près de 2 m, et une longueur de quelques dizaines de mètres. La fougère de Robert, essentiellement calcicole et sciaphile, a remédié à la suppression artificielle de sa protection arborescente en s'installant sur les parois latérales des crevasses, à environ un demi-mètre sous le niveau de la surface du sol. A l'aise, semble-t-il, dans cet habitat d'urgence, elle y forme souvent une dentelle continue courant tout le long de la crevasse. Le flanc des collines, qui a conservé une certaine couverture forestière, abrite d'autres colonies de *C. Robertiana*.

Pour compléter le tableau de nos connaissances sur la présence de la fougère de Robert au Saguenay, ajoutons que le professeur Cinq-Mars, de l'Herbier Louis-Marie, et quelques compagnons en ont découvert une colonie à Cap-à-l'Aigle, en juin 1969. Au cours du même été, en compagnie de mon fils, je l'ai récoltée en quelques points du canton Falardeau, particulièrement dans les falaises qui encaissent la rivière Shipshaw, en aval de Chute-aux-Galets.

De la région à l'étude, on connaît donc les récoltes suivantes : comté de Charlevoix, Cap-à-l'Aigle, rochers calcaires bordant le fleuve, 26 juin 1969, L. Cinq-Mars, N. David et C. Bourque 69-31 (QFA, QUE). Comté de Chicoutimi, Chicoutimi-Nord, rocher calcaire dans un bois de feuillus, 31 juillet 1967, A. Asselin 1255 (QUE) ; *ibid.*, commun dans les crevasses de rochers calcaires, 19 juin 1968, R. et J. Cayouette 8842 (QUE) ; *ibid.*, sous-bois d'*Abies* et de *Thuja* sur collines calcaires de Trenton, 20 juin 1968, R. et J. Cayouette 8886 (QUE). Canton Falardeau, anfractuosités d'un rocher calcaire le long de la route, 6 août 1969, R. et J. Cayouette 9261 (QUE) ; *ibid.*, sous-bois sur un rocher calcaire, R. et J. Cayouette 9262 (QUE) ; *ibid.*, falaise calcaire le long de la rivière Shipshaw, à environ 1 mille de Chute-aux-Galets, 6 août 1969, R. et J. Cayouette 9304 (QUE) ; *ibid.*, falaise calcaire le long de la rivière Shipshaw, 8 août 1969, J. Cayouette 1366 (QUE).

Polystichum acrostichoides (Michx.) Schott – Malgré la mention « Général » de la *Flore laurentienne* (Marie-Victorin, 1935), le *P. acrostichoides* pénètre à peine sur le territoire de la flore du Saguenay. On ne le connaît que de la bordure sud du comté de Charlevoix, où il a été récolté dans des érablières de Labatis et de Petite-Rivière-Saint-François. C'est là qu'il atteint sa limite septentrionale sur la rive nord du Saint-Laurent ; ailleurs, il est inconnu. On remarquera que cette limite coïncide sensiblement avec celles du *Fagus grandifolia*, du *Quercus rubra* (si on excepte l'avant-poste de Saint-Jérôme, signalé par Gerardin et Jurdant, 1968), du *Juglans cinerea*, du *Tsuga canadensis* et de quelques autres espèces de l'érablière laurentienne.

Les seules récoltes de *P. acrostichoides* du territoire à l'étude sont : comté de Charlevoix, Labatis, érablière, 10 juin 1960, V. Lavoie et D. Doyon 13 (QUE). Petite-Rivière-Saint-François, érablière, 6 juillet 1961, D. Doyon et V. Lavoie 2 (QUE) ; *ibid.*, formation d'érable et de hêtre, forte pente, 30 mai 1967, C. Bouchard et Y. Gagnon 14 (QFA).

Références

- BOIVIN, B., 1960. Centurie de plantes canadiennes. III. *Naturaliste can.*, **87**: 25-49.
- BORG, P., 1967. Studies on *Equisetum* hybrids in Fennoscandia. *Ann. Bot. Fenn.*, **4**: 35-50.
- CODY, W. J., 1968. *Asplenium trichomanes* new to Newfoundland. *Am. Fern J.*, **58**: 179, 180.
- DANSEREAU, P. et G. PAGEAU, 1966. Distribution géographique et écologique de *Betula alleghaniensis*. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **58**: 1-56.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, No. **12 F**, pp. 1-199.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th edition. American Book Company, New York, 1632 p.
- GÉRARDIN, V. et M. JURDANT, 1968. Note sur le *Quercus rubra* var. *borealis* dans la région du Lac Saint-Jean. *Naturaliste can.*, **95**: 171-176.

- GLEASON, H. A., 1952. Illustrated Flora of the Northeastern United States and Adjacent Canada. 3 vols. Lancaster Press, Lancaster, Penna.
- HAUKE, R. L., 1966. A systematic study of *Equisetum arvense*. *Nova Hedwigia*, **13**: 81-109.
- KATO, N., 1964. The changes in the number of vascular bundles of each internode of *Equisetum arvense*. *Jap. J. Bot.*, **39**: 277-283.
- LAFOND, A., 1947. Notes d'herborisation sur la Côte-Nord. *Annls ACFAS*, **13**: 92.
- LANJOUW, J. and F. A. STAFLEU, 1964. Index Herbariorum, 5th ed., International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, International Association for Plant Taxonomy, Utrecht.
- LE GALLO, C., 1952. Florule de la vallée Matapédia. *Naturaliste can.*, **79**: 142-171.
- LOUIS-MARIE, P., 1953. Flore-Manuel de la Province de Québec. 2e éd. Institut agricole d'Oka, La Trappe, 323 p.
- LOUIS-MARIE, P., 1959. Flore-Manuel de la Province de Québec. 3e éd. Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal, 321 p.
- LOUIS-MARIE, P., 1967. Flore-Manuel de la Province de Québec. 4e éd. Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal, 317 p.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1966. Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount Washington. *Univ. Colo. Stud. Ser. Biol.*, **24**: 1-74.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1967. New combinations in *Carpogymnia*. *Taxon*, **16**: 191, 192.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1925. Les Lycopodiées du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **3**: 1-121.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1925a. Études floristiques sur la région du lac Saint-Jean. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **4**: 1-174.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1927. Les Équisétinées du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **9**: 1-134.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1935. Flore laurentienne. Imprimerie de la Salle, Montréal, 917 p.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1964. Flore laurentienne, 2e éd. Les Presses de l'Univ. Montréal, Montréal, revue et mise à jour par E. Rouleau, 925 p.
- MARIE-VICTORIN, FR., et FR. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Les Presses de l'Université Montréal, Montréal, 527 p.
- PROVANCHER, L., 1862. Flore canadienne. J. Darveau, Québec, 842 p.
- RAYMOND, M. 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **5**: 1-147.
- SAINT-CYR, D.-N., 1886. Catalogue des plantes de la collection du musée de l'Instruction publique, récoltées par D.-N. Saint-Cyr, jusqu'en 1885 ou acquises par échange ou par achat, Québec, *Documents de la Session* (No 37) **1886**: 84-158.
- SAINT-CYR, D.-N., 1890. Plantes du Lac Saint-Jean, comté de Chicoutimi récoltées durant le mois d'août 1888, pour le Muséum de l'Instruction publique. Québec, *Rapport du Conservateur du Muséum pour 1888-89*. — App. **1**: 45-64.
- SCHAFFNER, J. H., 1929. The occurrence of 3 - and 4 - angled branches in *Equisetum arvense*. *Am. Fern J.*, **19**: 24-26.

LE GENRE AMÉLANCHIER AU QUÉBEC ¹

LIONEL CINQ-MARS

Faculté d'agriculture et Herbarier Louis-Marie
Université Laval, Québec

Résumé

Un travail préliminaire sur les amélanchiers du Québec a révélé la présence de dix-sept taxons : *A. alnifolia*, *A. amabilis*, *A. arborea*, *A. Bartramiana*, *A. canadensis*, *A. Fernaldii*, *A. gaspensis*, × *A. grandiflora*, *A. humilis*, *A. huronensis*, *A. intermedia*, *A. laevis*, *A. Quinti-Martii*, *A. sanguinea*, *A. spicata* et la var. *stolonifera*, *A. Wiegandii*. En plus, plusieurs de ces espèces produisent des hybrides. L'auteur discute des possibilités de culture et d'amélioration de quelques-uns de ces taxons.

Abstract

A preliminary study of the genus *Amelanchier* in Québec has revealed the presence of the following taxa : *A. alnifolia*, *A. amabilis*, *A. arborea*, *A. Bartramiana*, *A. canadensis*, *A. Fernaldii*, *A. gaspensis*, × *A. grandiflora*, *A. humilis*, *A. huronensis*, *A. intermedia*, *A. laevis*, *A. Quinti-Martii*, *A. sanguinea*, *A. spicata* and its var. *stolonifera*, *A. Wiegandii*. Several of these taxa cross to produce hybrids. A discussion on the possibility of culture and improvement of some of the taxa is included.

Introduction

Parmi les genres de la famille des Rosacées, le genre *Amelanchier* est un des plus répandus en Amérique du Nord, sinon par le nombre d'espèces, du moins par la quantité d'individus qu'on y observe. Il suffit de parcourir la contrée au printemps, quand ces arbustes sont en fleurs, pour en remarquer l'abondance. Ils sont en effet parmi les premiers arbustes à fleurir au printemps et ceux qu'on remarque peut-être le plus au Québec ; leur floraison s'étale du

¹ Contribution no 104 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

début à la fin de mai suivant les régions. Viennent ensuite, dans l'ordre, les pruniers, le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica*), le cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*), les pommiers et les poiriers, les aubépines (*Crataegus* spp.), les sorbiers (*Sorbus* spp.) et finalement le cerisier tardif (*Prunus serotina*). Ils sont aussi les premiers à mûrir leurs fruits qui se récoltent en juillet.

Malgré son abondance et son attrait, le genre est cependant mal connu et considéré par beaucoup de botanistes comme difficile et litigieux. Différentes circonstances nous ont amené à nous y intéresser et à étudier les espèces qui pouvaient se trouver au Québec. Plusieurs collègues nous ont manifesté leur désir de lire le résultat de nos recherches. Nous en donnons donc l'essentiel dans les lignes qui suivent, bien conscient que ce travail n'en est qu'au stade préliminaire et bien incomplet. Nous espérons cependant susciter par ce travail plus d'intérêt et plus de récoltes, ce qui pourrait amener éventuellement une meilleure connaissance du genre, de l'identité et de la distribution de ses différentes espèces.

Un grand nombre d'auteurs ont décrit déjà de nombreuses espèces d'amélanchiers, la plupart traitées maintenant comme synonymes, mais bien peu ont su faire une monographie du genre. Le premier travail important sur les amélanchiers d'Amérique du Nord est celui de Wiegand en 1912, suivi d'un deuxième en 1920. En plus de faire le point sur plusieurs espèces déjà connues comme *A. alnifolia* (nommé *A. florida*), *A. arborea* (nommé *A. canadensis*), *A. Bartramiana*, *A. canadensis* (nommé *A. oblongifolia*), *A. intermedia* et *A. sanguinea*, il décrit plusieurs espèces nouvelles : *A. amabilis* (alors appelé *A. grandiflora*), *A. Fernaldii*, *A. gaspensis* (révisé par Fernald et Weatherby, 1931), *A. humilis*, *A. huronensis*, *A. laevis* et *A. stolonifera*.

Nielsen (1939) décrit aussi quelques espèces nouvelles dans une étude des amélanchiers du Minnesota : *A. interior*, *A. mucronata* et *A. Wiegandii* en plus de plusieurs variétés d'*A. alnifolia* et *A. humilis*. Fernald (1941) dans une centurie d'additions à la flore de la Virginie, discute des espèces *A. arborea*, *A. canadensis*, *A. austromontana* et *A. obovalis*, et en 1946 (Fernald, 1946) s'élève contre G. N. Jones qui reprend la théorie considérant *A. spicata* comme une espèce américaine. G. N. Jones (1946) vient en effet de publier une monographie dans laquelle il renvoie une foule d'espèces en synonymie et reprend quelques noms oubliés ou mis au rancart par Wiegand ou Fernald. Parmi ceux-ci, citons *A. neglecta*, espèce discutable proposée par Eggleston sur un spécimen conservé au Gray Herbarium (Université Harvard, U.S.A.).

Depuis ce dernier travail, il s'est publié peu de neuf sur le genre *Amelanchier*. Nous traiterons de quelques travaux récents concernant quelques espèces dans la discussion qui suit la clef.

Méthodes

Pour ce travail préliminaire, nous nous sommes borné à examiner les spécimens d'amélanchiers contenus dans l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval (QFA) et dans notre herbier personnel. Nous avons cru que ces spécimens, au nombre de plusieurs centaines, nous donnaient une vue assez juste de l'identité et de la distribution des espèces québécoises, vu que depuis déjà près de vingt ans que nous nous y intéressons, nombreux sont les botanistes du Québec et des régions avoisinantes qui nous ont soumis et laissé leur matériel pour identification ou vérification. Nous ne pouvons mentionner ici les noms de tous ces collègues mais nous leur exprimons toute notre reconnaissance.

Nous donnons la distribution canadienne des différents taxons à la façon de Boivin (1966-67) et telle qu'il l'utilise dans son Énumération des plantes du Canada (voir pp. 257-258). Pour la distribution au Québec, nous avons énuméré les comtés où chaque taxon fut récolté, le chiffre suivant chaque comté donnant le nombre de spécimens examinés et conservés en herbier. Sur nos cartes de distribution, nous indiquons l'aire générale de chaque espèce par une série de petits points ; les récoltes marginales ou excentriques apparaissent par un point de grosseur usuelle, plus prononcé.

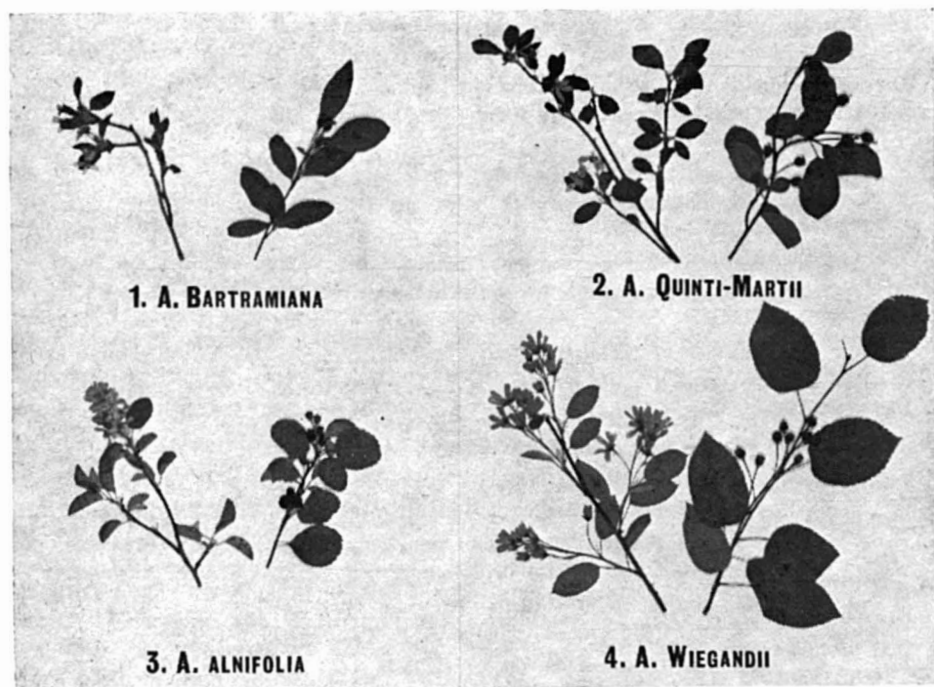


Figure 1. Les espèces *Amelanchier Bartramiana* (1) et *A. Quinti-Martii* (2), à feuilles finement dentées, pétioles courts et fleurs en fascicules à l'aisselle des feuilles ; *A. alnifolia* (3) et *A. Wiegandii* (4) à feuilles grossièrement dentées, mais tronquées dans *A. alnifolia* et acuminées dans *A. Wiegandii*.

Clef des Amélanchiers du Québec

- 1a. Fleurs et fruits solitaires ou en fascicules de 2-4 à l'aisselle des feuilles; sommet de l'ovaire subconique ou très convexe; feuilles elliptiques acuminées, cunéaires; pétiole: 0.2 - 1.5 cm de longueur; fruit pyriforme.
- 2a. Feuilles glabres, étroitement elliptiques, pétioles glabres; pétales: 6-9 mm de longueur 1. *A. Bartramiana*
- 2b. Feuilles pubescentes, largement elliptiques, pétioles pubescents; pétales: 9-13 mm de longueur 2. *A. Quinti-Martii*
- 1b. Fleurs et fruits en grappes de 5-20 fleurs dégagées des feuilles; sommet de l'ovaire plat ou légèrement convexe; feuilles orbiculaires ou ovées, à base arrondie ou cordée; pétiole: 1-3 cm de longueur; fruit arrondi.
- 3a. Sommet de l'ovaire pubescent: feuilles arrondies ou acuminées et grossièrement (2-5 dents par cm) ou finement (5-10 dents par cm) dentées Groupe A
- 3b. Sommet de l'ovaire glabre; feuilles acuminées et finement dentées (5-10 dents par cm) Groupe B

GROUPE A

- 1a. Feuilles grossièrement dentées.
- 2a. Feuilles tronquées au sommet; grappes denses; pédicelles inférieurs: 0.5 - 1.1 cm de longueur 3. *A. alnifolia*
- 2b. Feuilles arrondies ou acuminées au sommet; grappes ouvertes; pédicelles inférieurs: 0.8 - 4.0 cm de longueur.
- 3a. Feuilles acuminées au sommet; pétales: 1.0 - 1.5 cm de longueur; pédicelles inférieurs atteignant 4 cm de longueur 4. *A. Wiegandii*
- 3b. Feuilles arrondies au sommet; pétales: 0.6 - 2.2 cm de longueur; pédicelles inférieurs longs au plus de 3 cm
- 4a. Feuilles et pétioles glabres 5. *A. gaspensis*
- 4b. Feuilles et pétioles plus ou moins pubescentes.
- 5a. Feuilles à 3-4 dents par cm; pétales: 1.3 - 2.2 cm de longueur.
- 6a. Feuilles à 3 dents par cm; pétales 1.5 - 2.2 cm de longueur 6. *A. amabilis*
- 6b. Feuilles à 4 dents par cm; pétales 1.3 - 1.8 cm de longueur 7. *A. huronensis*
- 5b. Feuilles à 4-5 dents par cm; pétales: 0.7 - 1.5 cm de longueur.
- 7a. Grappes lâches, réfléchies, 4-7 cm de longueur; pétales: 1.0 - 1.5 cm de longueur 8. *A. sanguinea*
- 7b. Grappes serrées, dressées, 2-5 cm de longueur; pétales: 0.7 - 1.0 cm de longueur 9. *A. humilis*

- 1b. Feuilles finement dentées.
- 8a. Feuilles oblongues ou suborbiculaires, obtuses, pubescentes; grappes serrées; pédicelles inférieurs: 0.7 – 1.5 cm de longueur 10. *A. spicata*
- 9a. Arbuste atteignant 7 m de hauteur, sépales dressés 10a. var. *spicata*
- 9b. Petit arbuste ne dépassant pas 1 m de hauteur; sépales réfléchis 10b. var. *stolonifera*
- 8b. Feuilles elliptiques-oblongues à obovées, acuminées, glabres; grappes ouvertes; pédicelles inférieurs: 1.5 – 3.5 cm de longueur 11. *A. Fernaldii*

GROUPE B

- 1a. Arbres ou grands arbustes; pétales: 1.0 – 2.0 cm de longueur; sépales réclinés en fruits.
- 2a. Feuilles glabres et souvent pourpres durant la floraison; pétioles glabres; fruit juteux et savoureux 12. *A. laevis*
- 2b. Feuilles pubescentes et vertes durant la floraison; pétioles pubescents; fruit sec et insipide.
- 3a. Grappes de 8-15 fleurs et fruits; pétales: 1.0 – 1.5 cm de longueur 13. *A. arborea*
- 3b. Grappes de 12-20 fleurs et fruits; pétales: 1.4 – 2.0 cm de longueur 14. *XA. grandiflora*
- 1b. Arbustes; pétales: 0.7 – 1.2 cm de longueur; sépales dressés en fruit.
- 4a. Feuilles glabres ou glabrescentes, souvent pourpres durant la floraison; pétales: 0.9 – 1.2 cm de longueur; sépales glabres 15. *A. intermedia*
- 4b. Feuilles pubescentes et vertes durant la floraison; pétales: 0.7 – 1.0 cm de longueur; sépales pubescents supérieurement 16. *A. canadensis*

Description et distribution des taxons

1. *A. Bartramiana* (Tausch) Roemer – Poirier (Pears) – Petit arbuste dans les tourbières, plus grand dans les habitats mouilleux ou rocheux du Nord; feuilles elliptiques-acuminées, cunéaires, glabres; pétiole très court; fleurs et fruits isolés ou en fascicules de 2 à 3 à l'aisselle des feuilles; pétales 6-9 mm de longueur; sommet de l'ovaire subconique et très pubescent; fruit pyriforme. Printemps. Abondant dans tout le Québec, mais confiné aux tourbières dans le sud. — seK, L-TN- (SPM), NE-O, neEU. Figure 1.

Distribution au Québec: Abitibi-Est (2), Arthabaska (3), Beauce (1), Bonaventure (7), Charlevoix (5), Chicoutimi (8), Dorchester (3), Duplessis (1), Frontenac (1), Gaspé-Est (9), Gaspé-Ouest (36), Gatineau (1), Kamouraska (2), Labelle (1), Lac St-Jean (3), Lévis (9), L'Islet (1), Matane (11), Matapédia (4), Mégantic (3), Montmagny (2), Montmorency (4), Nicolet (4), Nouveau-Québec (22), Portneuf (8), Québec (4), Rimouski (8), Rivière-du-Loup (6), Saguenay (9), St-Hyacinthe (10), Sherbrooke (2), Stanstead (2), Témiscouata (5), Terrebonne (3), Wolfe (5), Total: 205 récoltes. Figure 5.

2. *A. Quinti-Martii* Lalonde — Semblable au précédent mais plus grand dans toutes ses parties; feuilles plus larges, pubescentes; fascicules de 2 à 4 fleurs; pétales: 9-13 mm de longueur; pétioles pubescents; sommet de l'ovaire très convexe et pubescent. Printemps. Grandes colonies dans la région de Rougemont, Québec et en quelques autres localités. Serait d'origine hybride: *A. Bartramiana* X *A. arborea*. — NB-soQ-eO, neEU. Figure 1.

Distribution au Québec: Berthier (1), Bonaventure (1), Chambly (1), Jonquière-Kénogami (1), Lac St-Jean (1), Lévis (1), Matapédia (1), Richelieu (1), Rimouski (1), Rivière-du-Loup (3), Rouville (20), Saguenay (1), Sherbrooke (4), Stanstead (3), Terrebonne (2). *Total*: 42 récoltes. Figure 5.

3. *A. alnifolia* Nutt. — *Poires, Saskatoons* (Saskatoon, Pears) — Arbruste stolonifère atteignant 7 mètres de hauteur; feuilles à dents grossières, tronquées au sommet, pubescentes durant la floraison; grappes denses; pédicelles inférieurs: 0.5-1.1 cm de longueur; pétales: 6.0-7.5 mm de longueur. Sommet de l'ovaire plat et pubescent; fruit juteux et très savoureux. Printemps. Pénètre dans le Québec par la rivière Outaouais et la baie James, ou peut-être en voie de régression. Bords des rivières et taillis. — K-Aka, soQ-CB, EU. Figure 1.

Distribution au Québec: Abitibi-Est (1), Abitibi-Ouest (1), Deux-Montagnes (8), Gaspé-Est (1), Gatineau (2), Jacques-Cartier (1), Nouveau-Québec (2), Témiscamingue (6). *Total*: 22 récoltes. Figure 5.

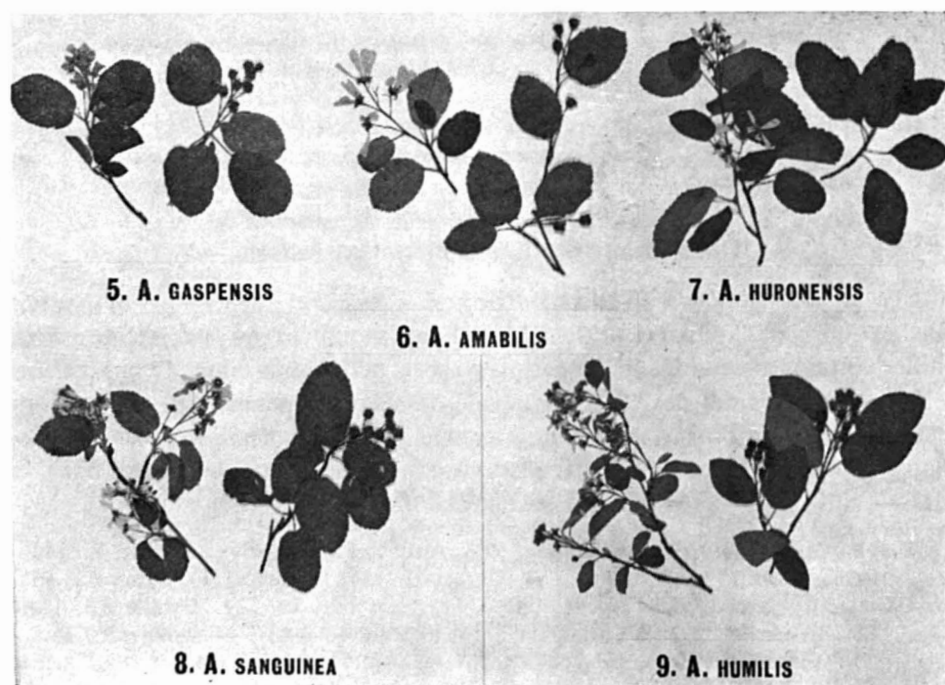


Figure 2. Groupe des espèces à feuilles arrondies et grossièrement dentées: *Amelanchier gaspensis* (5), *A. amabilis* (6), *A. huronensis* (7), *A. sanguinea* (8) et *A. humilis* (9).

4. *A. Wiegandii* Nielsen — Grand arbuste atteignant 10 mètres de hauteur; feuilles grossièrement dentées, acuminées au sommet, glabres ou glabrescentes; grappes ouvertes et pendantes; pédicelles inférieurs atteignant 4 cm de longueur; sommet de l'ovaire plat et pubescent; pétales: 1.0-1.5 cm de longueur; fruits juteux et très savoureux. Printemps. Taillis et rivages dans tout le Québec habité. — TN, NE, NB-O, (EU). Figure 1.

Distribution au Québec: Argenteuil (3), Arthabaska (2), Bonaventure (2), Champlain (1), Charlevoix (4), Chicoutimi (5), Deux-Montagnes (5), Gaspé-Est (4), Gaspé-Ouest (1), Ile d'Orléans (1), Iles de la Madeleine (2), Kamouraska (2), Lac St-Jean (2), L'Assomption (1), Lévis (7), Matane (1), Montmorency (4), Nicolet (2), Portneuf (2), Québec (9), Rimouski (10), Rivière-du-Loup (3), Roberval (4), Rouville (2), Vaudreuil (3). *Total*: 82 récoltes. Figure 5.

5. *A. gaspensis* (Wieg.) Fern. & Wieg. — Semblable à l'*A. sanguinea* mais plus petit et à feuilles glabres; dépasse rarement 1 mètre de hauteur; pétales: 6-9 mm de longueur. Fin de printemps. Régions froides du Québec, de la Gaspésie à la baie James. — NB-O, (EU). Figure 2.

Distribution au Québec: Charlevoix-Est (1), Chicoutimi (7), Gaspé-Est (3), Gaspé-Ouest (1), Matane (3), Matapédia (6), Nouveau-Québec (4), Rimouski (6), Rivière-du-Loup (3), Roberval (1). *Total*: 35 récoltes. (Des récoltes des comtés d'Abitibi-Est, de Bonaventure et de Kamouraska se trouvent dans l'Herbier E. Lepage). Figure 5.

6. *A. amabilis* Wieg. — Grand arbuste; feuilles rondes à dents très grossières, à nervures très droites et très évidentes, pubescentes; pétales: 1.6-2.2 cm de longueur; ovaire pubescent; fruit juteux. Tard au printemps; le plus tardif. Flancs boisés de montagnes et taillis rocheux ou sablonneux dans le sud du Québec seulement. — soQ-sO, (EU). Figure 2.

Distribution au Québec: Argenteuil (1), Gatineau (4), Ile de Montréal (1), Rouville (12), St-Jean (3), Vaudreuil (1), Verchères (2). *Total*: 24 récoltes. (Une récolte de Nicolet, Fr. Allyre, 1660, se trouve dans l'Herbier E. Lepage). Figure 5.

7. *A. huronensis* Wieg. — Un peu plus petit que le précédent dans toutes ses parties; feuilles à 4 dents par cm; pétales 1.3-1.8 cm de longueur. Tard au printemps. Entre dans le Québec par l'Outaouais, venant du nord de l'Ontario. Abitibi. — coQ-O, (EU). Figure 2.

Distribution au Québec: Abitibi-Est (3), Abitibi-Ouest (1), Ile de Montréal (7), Nouveau-Québec (1), Témiscamingue (6). *Total*: 18 récoltes. Figure 5.

8. *A. sanguinea* (Pursh) DC. — *Petites poires, Poirier* (Wild Pear, Chuckley Pear) — Arbuste à feuilles rondes, à dents grossières (4-5 par cm) à nervures très droites et évidentes, pubescentes; pétales: 1.0-1.5 cm de longueur; grappes lâches, réfléchies, 4-7 cm de longueur; ovaire pubescent, plat; fruit juteux. Printemps. Rivages et pentes rocheuses ou sablonneuses dans le Québec habité. — (seK), TN, NE-seMan, neEU. Figure 2.

Distribution au Québec: Beauce (1), Chambly (1), Charlevoix (3), Châteauguay (1), Deux-Montagnes (16), Frontenac (1), Gatineau (5), Huntingdon (1), Ile de Montréal (3), Kamouraska (1), Lac St-Jean (5), Lévis (2), Mégantic (1), Nouveau-Qué-

bec (1), Pontiac (1), Rimouski (1), Rouville (3), Saguenay (3), St-Hyacinthe (1), St-Jean (1), Sherbrooke (1), Terrebonne (5), Vaudreuil-Soulanges (3). Total : 61 récoltes. Figure 5.

9. *A. humilis* Wieg. — Semblable au précédent mais un peu plus petit dans toutes ses parties; dents des feuilles moins régulières et souvent absentes vers le bas du limbe; nervures moins droites et portées à s'anastomoser; grappes serrées, dressées, 2-5 cm de longueur; pétales: 0.7-1.0 cm de longueur. Printemps. Commun dans tout le Québec habité, surtout en habitats calcaires. — soQ-O, (EU). On peut trouver: var. *exserrata* Nielsen — Feuilles entières. Local: Châteauguay, Abitibi. — Q, EU. Figure 2.

Distribution au Québec : Arthabaska (1), Bagot (1), Beauce (1), Bonaventure (1), Chambly (1), Charlevoix (1), Deux-Montagnes (3), Dorchester (1), Gaspé-Ouest (1), Gatineau (10), Huntingdon (1), Ile de Montréal (8), Jonquière-Kénogami (2), Lévis (5), Lotbinière (1), Matapédia (1), Missisquoi (2), Montmorency (2), Nouveau-Québec (5), Portneuf (3), Québec (9), Rimouski (4), Rivière-du-Loup (1), Rouville (17), Saguenay (2), St-Maurice (1), Shefford (4), Sherbrooke (1), Témiscamingue (1), Témiscouata (1), Terrebonne (1), Vaudreuil (1), Verchères (1), Wolfe (10). Total : 105 récoltes. Figure 5.

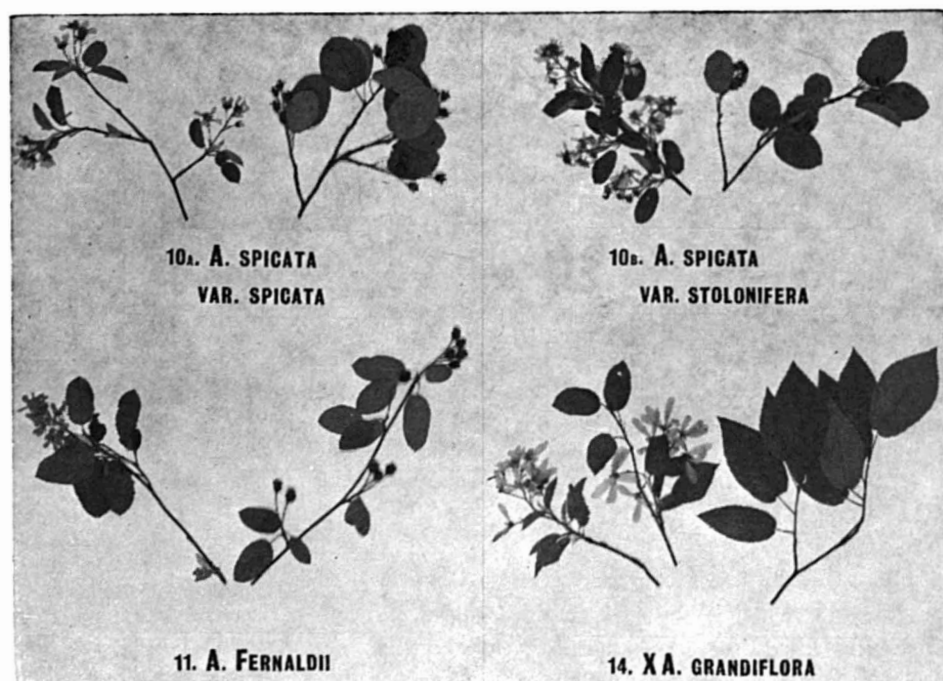


Figure 3. Les trois premiers taxons *Amelanchier spicata* (10a), *A. spicata*, var. *stolonifera* (10b) et *A. fernaldii* (11) ont des feuilles finement dentées mais se distinguent par d'autres caractères mineurs (forme des feuilles, pubescence); × *A. grandiflora* (14) est un hybride du groupe suivant à feuilles acuminées et finement dentées.

10 a. *A. spicata* (Lam.) K. Koch — *Poirier*, (Pears) — Arbuste stolonifère pouvant atteindre 7 mètres; feuilles obtuses, pubescentes, finement dentées; pétioles pubescents; pédicelles inférieurs: 0.7–1.5 cm de longueur; nervures peu nombreuses et s'anastomosant bien avant d'atteindre la marge du limbe; ovaire pubescent. Pétales: 0.7–1.0 cm de longueur; sépales dressés. Tard au printemps. Rochers et rivages un peu partout dans le Québec. — NE-O, EU. Figure 3.

Distribution au Québec: Berthier (1), Chambly (4), Charlevoix (4), Chicoutimi (11), Deux-Montagnes (4), Dorchester (3), Gaspé-Est (2), Gatineau (8), Ile de Montréal (1), Iles de la Madeleine (4), Labelle (1), Lac St-Jean (6), Lévis (5), Montmagny (3), Montmorency (3), Papineau (1), Portneuf (4), Québec (1), Rimouski (16), Rivière-du-Loup (8), Roberval (3), Rouville (6), Saguenay (1), St-Hyacinthe (1), Sherbrooke (1), Témiscamingue (13), Témiscouata (2), Vaudreuil (2), Wolfe (2). Total: 121 récoltes. Figure 6.

10 b. *A. spicata*, var. *stolonifera* (Wieg.) Cinq-Mars (*stat. nov.*)³ — Diffère de la variété typique par sa taille réduite: au plus 1 mètre de hauteur et ses sépales plutôt réclinés. Endroits marécageux et tourbières dans tout le Québec. — TN, NE-sO, (EU). Figure 3.

Distribution au Québec: Argenteuil (7), Arthabaska (2), Bellechasse (1), Chambly (2), Charlevoix (2), Chicoutimi (2), Deux-Montagnes (28), Gaspé-Est (1), Gatineau (2), Ile de Montréal (3), Iles de la Madeleine (1), Kamouraska (8), Lac St-Jean (1), Lévis (1), Matane (1), Mégantic (1), Montcalm (1), Montmagny (1), Montmorency (1), Nicolet (2), Papineau (2), Pontiac (1), Québec (1), Richmond (2), Rimouski (3), Rivière-du-Loup (1), Saguenay (1), St-Hyacinthe (8), St-Maurice (1), Sherbrooke (1), Témiscamingue (1), Wolfe (1). Total: 91 récoltes. Figure 6.

11. *A. Fernaldii* Wieg. — Arbuste stolonifère ne dépassant pas 1 mètre de hauteur; feuilles glabres, elliptiques-oblongues et acuminées, finement dentées; pétioles glabres; pédicelles inférieurs: 1.5–3.5 cm de longueur; grappes ouvertes; pétales: 0.8–1.1 cm de longueur; ovaire pubescent; sépales dressés. Tard au printemps. Quelques localités du Québec septentrional: Le Bic, Gaspé, Iles-de-la-Madeleine, etc. — TN, NE-IPE, neQ. Figure 3.

Distribution au Québec: Charlevoix (2), Gaspé-Ouest (1), Ile d'Anticosti (2), Iles de la Madeleine (3), Matapédia (1), Rimouski (4), Rivière-du-Loup (2), Saguenay (1). Total: 16 récoltes. Figure 6.

12. *A. laevis* Wieg. — *Petites poires* (Wild Pear, Indian Pear) — Arbre ou grand arbuste à feuillage glabre et bronzé au moment de la floraison; grappes à fleurs nombreuses et pendantes; pétales: 1.0–2.0 cm de longueur; ovaire glabre, à sommet plat; pétioles glabres; fruits juteux et savoureux. Tôt au printemps. Le plus répandu de nos amélanchiers. — TN-SPM, NE-NB, — Q-O, (eEU). Figure 4.

³ Basé sur *Amelanchier stolonifera* Wieg. 1912. *Rhodora* 14: 127, 144.

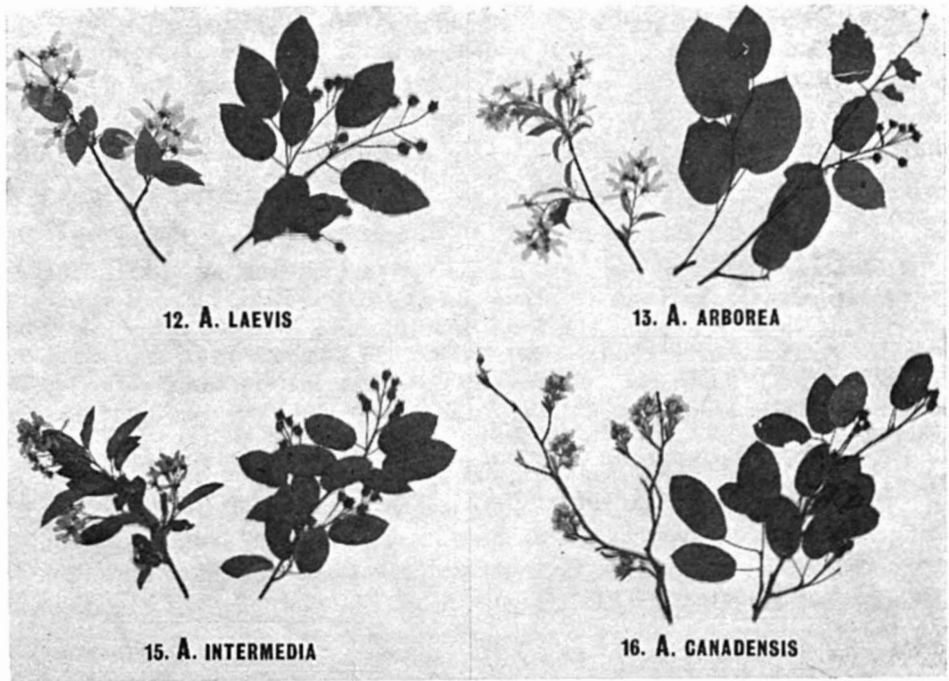


Figure 4. Groupe des espèces à feuilles acuminées et finement dentées et dont le sommet de l'ovaire est glabre : *Amelanchier laevis* (12), *A. arborea* (13), *A. intermedia* (15) et *A. canadensis* (16).

Distribution au Québec : Argenteuil (4), Arthabaska (2), Beauce (2), Bellechasse (1), Chambly (4), Champlain (3), Charlevoix (3), Chicoutimi (1), Compton (1), Deux-Montagnes (9), Dorchester (1), Frontenac (2), Gatineau (6), Huntingdon (4), Iberville (3), Ile de Montréal (4), Kamouraska (1), Labelle (1), Lac St-Jean (1), L'Assomption (1), Lévis (4), Mégantic (1), Missisquoi (2), Montcalm (1), Montmagny (2), Montmorency (2), Nicolet (1), Papineau (2), Pontiac (2), Portneuf (10), Québec (16), Richmond (3), Rimouski (6), Rivière-du-Loup (1), Rouville (10), St-Hyacinthe (9), St-Jean (1), Shefford (1), Sherbrooke (2), Stanstead (1), Témiscamingue (4), Terrebonne (4), Wolfe (8). Total : 147 récoltes. Figure 6.

13. *A. arborea* (Michx. f.) Fern. — *Petites poires* — Semblable à *A. laevis* mais à feuillage pubescent et vert pâle au moment de la floraison ; pétioles pubescents; fruits secs et sans saveur. Tôt au printemps. Habitats ouverts du sud du Québec. — (NB) – sQ- sO, (eEU). Figure 4.

Distribution au Québec : Chambly (3), Châteauguay (1), Deux-Montagnes (4), Gatineau (10), Huntingdon (3), Iberville (4), Ile de Montréal (2), Lévis (2), Papineau (1), Pontiac (5), Portneuf (3), Québec (5), Rimouski (1), Rouville (14), St-Hyacinthe (1), St-Jean (5), Sherbrooke (2), Témiscamingue (18), Vaudreuil (6), Wolfe (3), Yamaska (1). Total : 94 récoltes. Figure 6.

14. X *A. grandiflora* Rehd. — Hybride d'*A. arborea* X *A. laevis*, combinant certains caractères des deux: arbre à grappes atteignant 20 fleurs et fruits

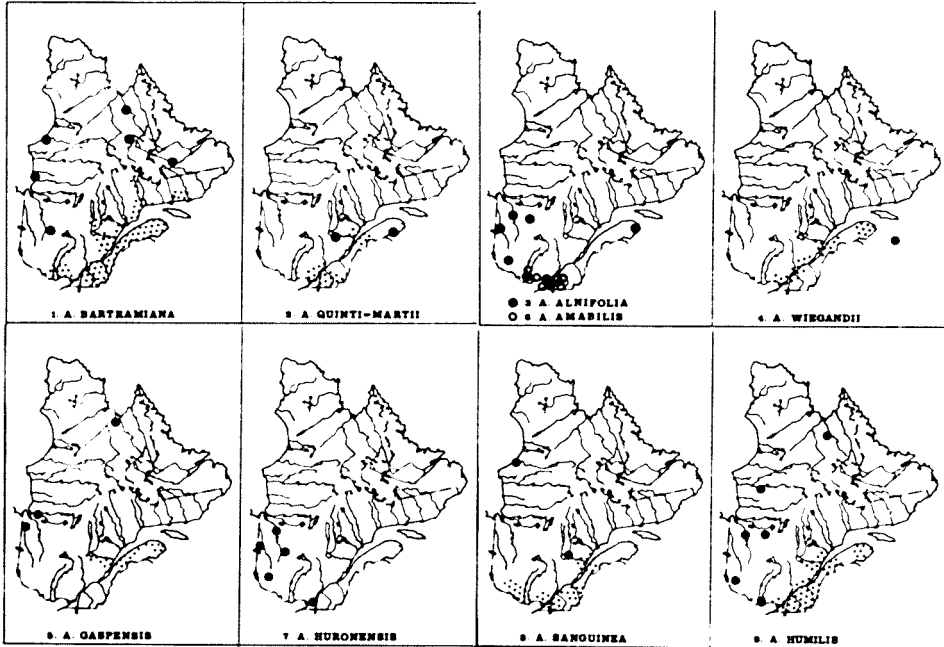


Figure 5. Cartes de distribution des espèces *Amelanchier Bartramiana* (1), *A. Quinti-Martii* (2), *A. alnifolia* (3), *A. amabilis* (6), *A. Wiegandii* (4), *A. gaspensis* (5), *A. huronensis* (7), *A. sanguinea* (8) et *A. humilis* (9).

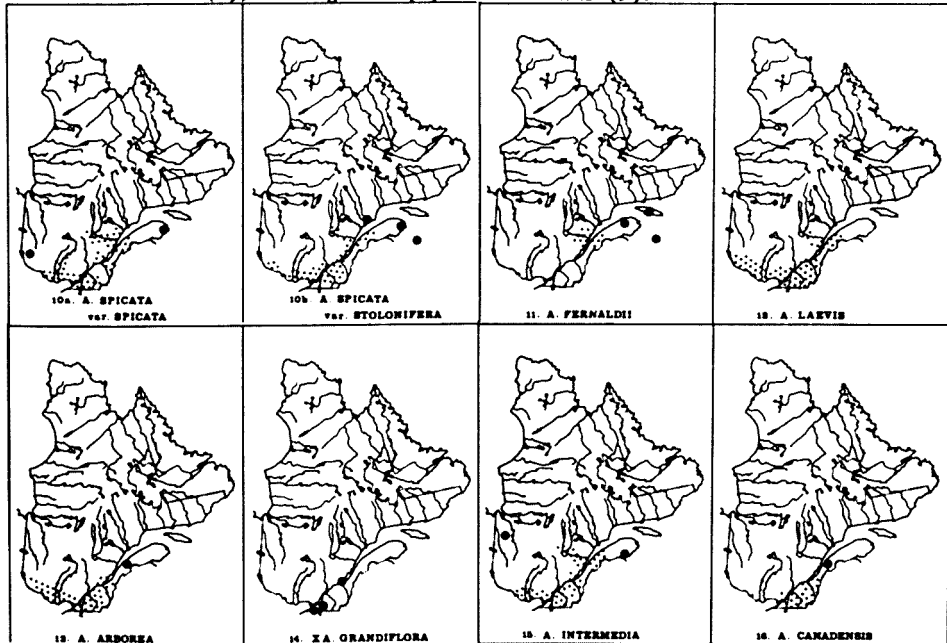


Figure 6. Cartes de distribution des espèces *Amelanchier spicata* (10a), *A. spicata*, var. *stolonifera* (10b), *A. Fernaldii* (11), *A. laevis* (12), *A. arborea* (13), X *A. grandiflora* (14), *A. intermedia* (15) et *A. canadensis* (16).

et à pétales mesurant jusqu'à 2 cm; feuillage légèrement bronzé et légèrement pubescent durant la floraison. Ornemental. Tôt au printemps. Trouvé dans quelques stations du sud du Québec. — soQ, (EU). Figure 3.

Distribution au Québec : Huntingdon (3), Québec (2), Rouville (1). *Total* : 6 récoltes. Figure 6.

15. *A. intermedia* Spach — Arbuste à feuillage glabre ou glabrescent et pourpré durant la floraison; pétioles glabres; grappes dressées; pétales: 0.9 – 1.2 cm de longueur, sépales dressés en fruit et glabres; sommet de l'ovaire glabre. Printemps. Tourbières, taillis humides, rivages, fréquent dans le Québec. — TN, NE-O, (EU). Figure 4.

Distribution au Québec : Abitibi-Est (1), Arthabaska (2), Bonaventure (1), Charlevoix (2), Châteauguay (1), Chicoutimi (1), Deux-Montagnes (11), Dorchester (1), Gatineau (11), Huntingdon (3), Ile de Montréal (4), Kamouraska (2), Lévis (10), Missisquoi (1), Nicolet (1), Québec (4), Rimouski (5), Rivière-du-Loup (2), Rouville (5), St-Hyacinthe (1), St-Jean (3), Shefford (1), Sherbrooke (3), Témiscouata (1), Terrebonne (2), Vaudreuil-Soulanges (1), Wolfe (3). *Total* : 83 récoltes. Figure 6.

16. *A. canadensis* (L.) Medic. — Semblable à *A. intermedia* mais feuillage vert et pubescent durant la floraison; pétales: 0.7–1.0 cm de longueur; sépales pubescents supérieurement. Printemps. Espèces des États bordant l'Atlantique et très rare dans le Québec, partie sud seulement. — soQ, EU. Figure 4.

Distribution au Québec : Chambly (1), Deux-Montagnes (1), L'Assomption (1), Mégantic (2), Missisquoi (1), Rivière-du-Loup (1), St-Hyacinthe (1), Stanstead (1), Verchères (1), Wolfe (1). *Total* : 11 récoltes. Figure 6.

Discussion

La clef qui précède nous montre bien que les espèces d'amélanchiers se classent assez facilement en quelques groupes distincts. Un premier groupe nous permet d'isoler d'abord une espèce bien caractérisée et une des plus communes : *A. Bartramiana*, facilement reconnaissable par ses fleurs et fruits en petits fascicules à l'aisselle des feuilles et ses feuilles longuement elliptiques et à court pétiole. Cette espèce a la mauvaise habitude d'hybrider avec presque toutes les autres, ce qui veut dire que si on la trouve quelque part, on peut s'attendre à des difficultés d'identification vu la présence d'hybrides dans ses parages. C'est une espèce commune surtout au nord et restreinte aux tourbières et taillis très humides dans le sud du Québec. Le père Louis-Marie Lalonde décrivait en 1957 une espèce voisine, semblant d'origine hybride, qui s'apparente à *A. Bartramiana* et qu'on peut placer dans le même groupe. Il s'agit d'*A. Quinti-Martii* (Lalonde, 1957). D'abord trouvée à Rougemont, l'espèce est maintenant rapportée de plusieurs comtés de la province.

Toutes les autres espèces ont des fleurs nombreuses, en grappes disposées au bout des branches. Dans un deuxième groupe, on peut classer les espèces à

feuilles grossièrement dentées et au sommet de l'ovaire pubescent. Parmi ces espèces, *A. alnifolia* est la plus distincte avec ses feuilles tronquées au sommet. *A. alnifolia* est le « Saskatoon » de l'ouest canadien, très répandu dans les provinces des Prairies. Ce n'est que récemment qu'on l'a rapporté avec certitude pour le Québec, où il pénètre surtout en Abitibi et le long de la rivière Outaouais. Nous l'avons aussi observé en Ontario jusque dans la région de Kingston où, dans certains habitats, d'autres plantes de l'Ouest l'accompagnent. Il est possible que l'espèce ait été disséminée par les indigènes ou les premiers voyageurs car le « pemmican » des indiens se faisait à partir de fruits d'amélanchiers et de viande hachée de chevreuil ou de boeuf musqué. Ceci expliquerait sa présence jusqu'en Gaspésie. D'ailleurs, nous croyons de plus en plus qu'*A. alnifolia* était autrefois beaucoup plus répandu même dans l'est du Canada, car sur de nombreuses récoltes, nous retrouvons des feuilles plus ou moins tronquées qui indiqueraient une influence de cette espèce. Il y aurait là un beau sujet d'étude cytogénétique.

Une autre espèce de ce groupe à feuilles grossièrement dentées possède des feuilles acuminées : *A. Wiegandii*, décrit par Nielsen en 1939. C'est une espèce assez facile à distinguer et qui couvre une bonne partie de la province. Cinq autres espèces du même groupe ont les feuilles arrondies ; quatre d'entre elles gravitent autour d'*A. sanguinea* qui semble en être le centre : il s'agit d'*A. gaspensis* (glabre), *A. amabilis* (dents très grossières), *A. huronensis* (intermédiaire), et *A. humilis* (dents plus fines que celles d'*A. sanguinea*). Il peut paraître difficile quelquefois de distinguer ces espèces les unes des autres, mais nous croyons qu'elles sont bien distinctes et toutes valides.

Un troisième groupe rassemble les taxons à feuilles finement dentées mais à sommet de l'ovaire encore pubescent. Nous y plaçons d'abord une espèce décrite par Lamarck sous le nom de *Crataegus spicata* (Lamarck, 1783) et considérée comme hybride qui se serait produit dans le Jardin du Roi à Paris. Nous croyons plutôt, au contraire de Fernald (1946), que la plante, rapportée d'Amérique, fut ensuite cultivée et propagée telle quelle en Europe et que c'est là que Lamarck l'a remarquée et décrite. C'est d'ailleurs l'avis des principaux auteurs de flores d'Europe, y compris *Flora Europaea* (Franco, 1968) et de Schroeder qui en discute dans une récente publication. (Schroeder, 1970). Cet auteur écrit : « The suggestion that they might be hybrids that have arisen in European gardens (neogenic endemics) cannot be taken seriously ». Jones (1946) avait déjà accepté ce concept d'un *A. spicata* américain, mais il a fait l'erreur, selon nous, d'y ajouter trop d'espèces comme synonymes ; nous croyons qu'*A. humilis* et *A. stolonifera*, entre autres, sont des taxons distincts.

Quant à ce dernier taxon, qui se distingue d'*A. spicata* typique surtout par ses dimensions réduites, nous le réduisons au rang de variété.

La dernière espèce de ce groupe, *A. Fernaldii*, est peu sûre et plutôt rare. Ce n'est peut-être qu'un hybride non encore établi d'*A. laevis* avec une autre

espèce ; nous aimerions l'étudier davantage avant de nous prononcer définitivement sur son statut.

Les espèces à feuilles acuminées et finement dentées et au sommet de l'ovaire glabre constituent un quatrième et dernier groupe. Une espèce glabre à longs pétales est ici la plus commune et la plus facile à identifier : *A. laevis* ; elle peut même prendre les proportions d'un arbre et s'avérer très ornementale. Une autre espèce qui lui ressemble beaucoup mais à feuillage pubescent est restreinte au sud et au centre du Québec. Il s'agit d'*A. arborea*. Rehder (1920) a décrit un hybride occasionnel des deux espèces précédentes : \times *A. grandiflora*. Nous l'avons observé déjà au Québec. Shroeder (1968) propose le nom d'*A. lamarckii* pour cette espèce car *A. grandiflora* serait un *nomen confusum*. Pour le moment, nous gardons à l'étude cette question de nomenclature.

Les deux dernières espèces de ce groupe sont moins faciles. *A. intermedia* est un diminutif d'*A. laevis* et semble assez répandu mais très variable. *A. canadensis* est une espèce atlantique qui pénètre au Québec par le Maine et le Vermont et peut être encore considérée comme rare ou occasionnelle dans l'est et le sud-est de la province.

Possibilités de culture et d'amélioration

Plusieurs espèces d'amélanchiers pourraient être cultivées avec avantage, soit pour la production des fruits, soit pour l'ornementation, surtout si on en faisait l'amélioration. Quelques stations expérimentales travaillent déjà à améliorer *A. alnifolia* dans l'ouest du pays (Anonyme, 1965) et cette espèce s'avère très prometteuse. Quantité de colonies observées au Québec portaient des fruits qui surpassaient même le bleuet en qualité et en saveur ; ces fruits peuvent être consommés à l'état frais ou confits.

Cette culture comporterait plusieurs avantages. La récolte des fruits se ferait d'abord en période de transition, au début de juillet, entre celle des fraises et celle des framboises. De plus, nos espèces sont remarquablement exemptes d'insectes et de maladies d'importance, si l'on excepte la rouille (*Gymnosporangium clavipes*) qui ne peut se produire que dans la partie maritime du Québec, dû à la présence des génévriers, hôtes alternatifs de cette rouille. Comme autre avantage, ajoutons que les amélanchiers se contentent de sols variables, souvent assez pauvres et même à drainage insuffisant. La plupart des espèces viennent bien en terrain acide. Ce sont des plantes peu exigeantes, bien adaptées à notre climat, de culture et récolte faciles et très productrices.

En collaboration avec notre collègue Roger Van den Hende et grâce à une subvention du Conseil des recherches agricoles du Québec, nous avons propagé plusieurs colonies intéressantes dans le jardin pédagogique de la Faculté d'agriculture de l'Université Laval et nous gardons ces plants sous observation pour

recherche ultérieure. Certaines espèces comme *A. humilis*, *A. laevis*, *A. spicata*, var. *stolonifera* et *A. Wiegandii* pourraient être cultivées avec profit.

Par ailleurs d'autres espèces sont très ornementales. De floraison hâtive, quelques-unes sont assez spectaculaires à ce stade ; c'est du moins l'avis du Dr W. H. Brittain, fondateur du Morgan Arboretum du Collège Macdonald (McGill), qui en fait la culture. *A. laevis*, × *A. grandiflora* et *A. Quinti-Martii* sont particulièrement remarquables. Nous avons vu aussi à plusieurs reprises de belles haies d'amélanchiers dont l'espèce semblait être *A. intermedia*.

Hybrides

Tous les auteurs qui ont étudié les amélanchiers reconnaissent que les espèces hybrident facilement, surtout en terrain récemment bouleversé ou défriché, certaines espèces plus facilement que d'autres. Nous avons déjà indiqué la tendance d'espèces comme *A. alnifolia* et *A. Bartramiana* à se croiser avec d'autres. On reconnaît leur influence par certains caractères qui leur sont distinctifs et que l'on retrouve sous des formes intermédiaires. Dans certaines colonies, on peut remarquer quelques individus de deux ou trois espèces reconnues et, entremêlés à ceux-ci, tout un cortège d'hybrides de formes intermédiaires. Nous avons observé très souvent ce phénomène.

Ces hybrides variables et éphémères sont très fréquents et différents des espèces bien établies et reconnues ; ils sont fréquemment décrits comme espèces nouvelles ou simplement cités et étudiés par différents auteurs. Wiegand (1935) en a déjà longuement traité. Qu'il nous suffise de mentionner les travaux de Cruise (1964) sur le complexe *A. arborea*, *A. canadensis* et *A. laevis* et Favarger et Correvon (1967) sur les variations d'*A. ovalis* parmi les plus récents⁴. Nous croyons que c'est un hybride de ce genre qu'a décrit Bertrand (1964) sous le nom d'*A. quebecensis*. Il serait un hybride entre *A. Bartramiana* et *A. laevis* ; nous en avons observé très souvent tous les intermédiaires possibles, y compris celui que décrivait Bertrand.

Ceci nous amène à poser la question : est-il recommandable de donner un nom à tous ces hybrides intermédiaires ? Nous ne le croyons pas, car il faudrait alors décrire et nommer tous les intermédiaires possibles entre les différentes espèces qui se croisent, ce qui embarrasserait d'autant la nomenclature. Il n'est d'ailleurs pas facile de tracer une limite entre ces hybrides qui sont variables, et de s'assurer qu'ils se perpétuent tels quels pour finalement produire un taxon nouveau. C'est d'ailleurs ce critère, auquel il faudrait ajouter l'existence d'une aire de distribution raisonnable, qui devrait en dernier ressort, déterminer si on est en présence ou non d'une espèce nouvelle d'origine hybride.

⁴ Comme toutes les autres espèces d'Amélanchiers déjà étudiées, *A. ovalis* possède un nombre chromosomique de base de 17 ($n = 17$). On peut trouver aussi des taxons triploïdes, tétraploïdes et même hexaploïdes.

Au cours de cette étude nous avons observé au Québec les hybrides suivants :

- A. alnifolia* × *A. huronensis* (1)
- A. arborea* × *A. spicata*, var. *stolonifera* (1)
- A. Bartramiana* × *A. arborea* (1)
- A. Bartramiana* × *A. canadensis* (3)
- A. Bartramiana* × *A. gaspensis* (2)
- A. Bartramiana* × *A. humilis* (11)
- A. Bartramiana* × *A. intermedia* (5)
- A. Bartramiana* × *A. laevis* (55)
- A. Bartramiana* × *A. spicata* (5)
- A. Bartramiana* × *A. spicata*, var. *stolonifera* (17)
- A. Bartramiana* × *A. Wiegandii* (5)
- A. gaspensis* × *A. humilis* (2)
- A. gaspensis* × *A. spicata* (1)
- A. gaspensis* × *A. Wiegandii* (4)
- A. humilis* × *A. intermedia* (1)
- A. humilis* × *A. laevis* (8)
- A. intermedia* × *A. spicata*, var. *stolonifera* (4)
- A. laevis* × *A. spicata* (6)
- A. laevis* × *A. spicata*, var. *stolonifera* (8)

Conclusion

L'étude détaillée du genre amélanchier à l'échelle du Québec et à plus forte raison à l'échelle de l'Amérique du Nord, est un travail immense, demandant des récoltes massives dans toutes les régions, des observations cytotoxonomiques et des études morphologiques poussées d'individus récoltés à différents stades. Il est bien évident que nous n'avons pas accompli tout cela. Nous l'avons cependant amorcé et avons voulu exprimer dans ce travail le résultat de premières observations déjà indicatrices d'un domaine excitant de recherche taxonomique. La recherche à poursuivre devrait se faire en équipe, pour donner des résultats définitifs. D'ici à ce qu'un tel travail s'organise et se fasse, nous invitons tous ceux que le genre intéresse à nous faire parvenir leurs récoltes pour identification. Pour qu'une récolte soit réellement utile, il faut se rappeler de récolter, sur le même individu, des spécimens à au moins trois stades différents : ouverture des bourgeons, floraison, début de maturité du fruit. Il est étonnant de voir comment tel individu, paraissant glabre à maturité, pouvait être couvert de pubescence avant la floraison. Seuls quelques longs poils subsistant sur les pétioles nous rappellent que toute la plante était grise de pubescence quelques semaines auparavant.

Remerciements

Nous tenons à remercier de tout coeur notre dévoué collègue Roger Van den Hende qui nous a aidé dans la culture et la propagation de plusieurs espèces d'amélanchiers et le Dr W. H. Brittain et son équipe du Morgan Arboretum pour l'encouragement et l'assistance apportée tout au long de ce

travail. Notre reconnaissance va aussi à M. G. Provancher, directeur de la Station agronomique de St-Augustin et aux collègues de la Faculté d'agriculture pour leur soutien, à MM. René Crête et G. Samoïsette du Laboratoire fédéral de recherches de St-Jean, collaborateurs aux premières heures de cette recherche. Remerciements à notre technicien J.-P. Bernard, notre secrétaire Mme Francine Mondy, notre assistante M.-S. Rochette et aux étudiants M. Perron, A. Vézina et J. G. Perras qui ont permis la réalisation de cette publication. Au Père Louis-Marie, o.c.s.o. s'adresse notre plus sincère gratitude.

Il nous fait plaisir de remercier sincèrement le Conseil de recherches agricoles du Québec pour l'assistance financière nécessaire à la poursuite de ce travail.

Références

- ANONYME, 1965. New type saskatoons gel better. *Canadian Fruit Grower*, **21**: (1).
- BERTRAND, M., 1964. Un nouvel Amélanchier. *Travaux des Jeunes Scientifiques*, **1** (2) : 59.
- BOVIN, B., 1966-1967. Énumération des plantes du Canada. *Naturaliste can.*, **93**: 253-274, 371-437, 583-646, 989-1063, 1966; **94**: 131-157, 471-528, 625-655, 1967 (Aussi dans: *Provancheria*, no 6, 404 pp., 1969).
- CRUISE, J.E., 1964. Studies of natural hybrids in *Amelanchier*. *Can. J. Bot.*, **42**: 651.
- FAVARGER, C. et P. CORREYON, 1967. Mise en évidence de « races chromosomiques » chez l'Amélanchier. *Trav. Inst. bot. Univ. Neuchâtel*, No **14**.
- FERNALD, M.L., 1941. Another century of additions to the Flora of Virginia. *Rhodora*, **43**: 559.
- FERNALD, M.L., 1946. *Amelanchier spicata* not an American Species. *Rhodora*, **48**: 125.
- FERNALD, M.L. and C.A. WEATHERBY, 1931. Plants from Gaspé Peninsula. *Rhodora*, **33**: 235.
- FRANCO, J. do A., 1968. *Amelanchier*, in Tutin, T. G. et al. ed. *Flora Europaea*, **2**: 71-72. Cambridge.
- JONES, G.N., 1946. American species of *Amelanchier*. *Illinois biol. Monogr.*, **20**, (2).
- LALONDE, L.M., 1957. A new *Amelanchier* of Eastern Canada. *Rhodora*, **59**: 119.
- LAMARCK, J. B. de, 1783. Encyclopédie méthodique. *Botanique*, **1**: 89.
- NIELSEN, E.L., 1939. A taxonomic study of the genus *Amelanchier* in Minnesota. *Am. Midl. Nat.*, **22**: 160-208.
- SCHROEDER, F.G., 1968. Zur Nomenklatur in der Gattung *Amelanchier* (Rosaceae). *Taxon*, **17**: 633.
- SCHROEDER, F.G., 1970. Exotic *Amelanchier* species naturalized in Europe and their occurrence in Great Britain. *Watsonia*, **8**: 155.
- WIEGAND, K.M., 1912. *Amelanchier* in eastern North America. *Rhodora*, **14**: 117-161.
- WIEGAND, K.M., 1920. Additional notes on *Amelanchier*. *Rhodora*, **22**: 146-151.
- WIEGAND, K.M., 1935. A taxonomist's experience with hybrids in the wild. *Science*, **81**: 161-166.

INFLUENCE DE L'OZONE ET DE L'ANHYDRIDE SULFUREUX
SUR LA RÉGÉNÉRATION DES FEUILLES DE
FUNARIA HYGROMETRICA HEDW.

GILBERTE COMEAU et FABIUS LEBLANC
Département de biologie, Université d'Ottawa, Ottawa

Résumé

Ce travail explore les potentialités de régénération végétative chez *Funaria hygrometrica* après fumigations à l'O₃ et au SO₂. Le pouvoir régénérateur est relativement élevé chez une feuille entière isolée du gamétophyte et il est plus grand chez les feuilles du sommet de la tige que chez celles de la base. Le pourcentage de régénération est inversement proportionnel à la durée de l'exposition et à la concentration d'ozone pour des durées de fumigation de 6 et 8 heures, et d'anhydride sulfureux pour des durées de 4, 6, et 8 heures. Les fumigations à l'O₃ de courtes durées ont un effet stimulant sur le pourcentage de régénération.

Abstract

This work investigates the regenerative power of *Funaria hygrometrica* leaves after exposure to various concentrations of sulphur dioxide and ozone for different lengths of time. With ozone the percentage of regenerations is inversely proportional to the length of exposure and to the concentration for fumigations of 6 and 8 hours and with sulphur dioxide for fumigations of 4, 6, and 8 hours. Ozone has a stimulating effect when administered for short periods. Leaves coming from the upper part of stem have a higher percentage of regeneration than those of the lower part.

Introduction

Les mousses possèdent un pouvoir de régénération remarquable. Les recherches nombreuses, effectuées sur ce processus, ont été résumées par Heald (1898). Plus récemment, les publications de von Maltzahn et MacNutt (1958), Noguchi et Mizuno (1959), MacQuarrie et von Maltzahn (1959), Ward (1960), MacNutt et von Maltzahn (1960), von Maltzahn et Clark (1964), Giles et von Maltzahn (1967) et Gay (1968) jetèrent beaucoup de lumière sur le phénomène de la régénération des mousses.

Notre travail avait pour but d'explorer les potentialités de régénération végétative chez la funaie après fumigations à l'ozone et à l'anhydride sulfureux. En général, les dommages causés aux végétaux sont proportionnels à la durée de l'exposition et à la concentration des gaz toxiques. Nous avons étudié

ces deux paramètres de la fumigation sur la reproduction végétative des feuilles de *Funaria* que nous avons soumises à des conditions artificiellement créées pour observer leurs limites de tolérance à deux gaz toxiques.

Matériel et méthodes

MILIEU DE CULTURE

Le milieu B de Kofler (1959) nous a semblé le plus propice à la croissance de la funaie. Voici sa composition :

Macroéléments:			Oligoéléments:		
Ca (NO ₃) ₂ ,	4 H ₂ O	0.25 gr	Fe Cl,	6 H ₂ O	1 mg/litre
K ₂ SO ₄ ,		0.25 gr	Zn SO ₄ ,	7 H ₂ O	1 mg/litre
Mg SO ₄ ,	7 H ₂ O	0.25 gr	H ₃ BO ₃		1 mg/litre
KH ₂ PO ₄		0.20 gr	Mn SO ₄ ,	H ₂ O	0.1 mg/litre
Na ₂ HPO ₄ ,	2 H ₂ O	0.25 gr	Cu SO ₄ ,	5 H ₂ O	0.03 mg/litre

On conserve au réfrigérateur les solutions-mères dans des erlenmeyers en pyrex. L'eau bidistillée est constamment employée pour préparer, à partir des solutions-mères, les solutions à 1% de chaque sel. Chaque litre de milieu B est incorporé à 12 grammes de Noble-Agar pour être stérilisé à l'autoclave. Ce milieu gélosé est versé dans des pétris en pyrex de 12 cm de diamètre.

PROCÉDÉ D'ENSEMENCEMENT

L'ensemencement des spores est réalisé dans une chambre stérilisée aux rayons ultra-violet. À l'aide d'une aiguille de verre on choisit sur un pétri gélosé trois points-repères qui serviront à recevoir ultérieurement les spores. Un cheveu taillé en biseau et monté sur une tige de verre facilite le transfert d'une seule spore au point déjà repéré sur la gélose. On scelle le pétri avec du papier ciré extensible et adhésif pour protéger la culture de toute contamination.

LIEU DE CROISSANCE

Les cultures sont mises au phytotron. Quand les protonémas portent des gamétophores, chaque gélose est coupée en trois parties que l'on dépose sur un mélange de terre et de vermiculite (1:1) stérilisées à l'autoclave. On recouvre la culture d'une cellophane et on met en serre, à l'abri des rayons solaires. On arrose ces cultures par un système automatique. Lorsque le gazon de mousse a gagné toute la surface de la terre, la cellophane est enlevée.

CONDITIONS DE FUMIGATION

Le matériel de *Funaria hygrometrica* disponible pour les expériences de fumigation à l'ozone et à l'anhydride sulfureux provenait de nos propres cultures en serre. Il était constitué de trois séries de neuf pots ensemencés depuis un an.

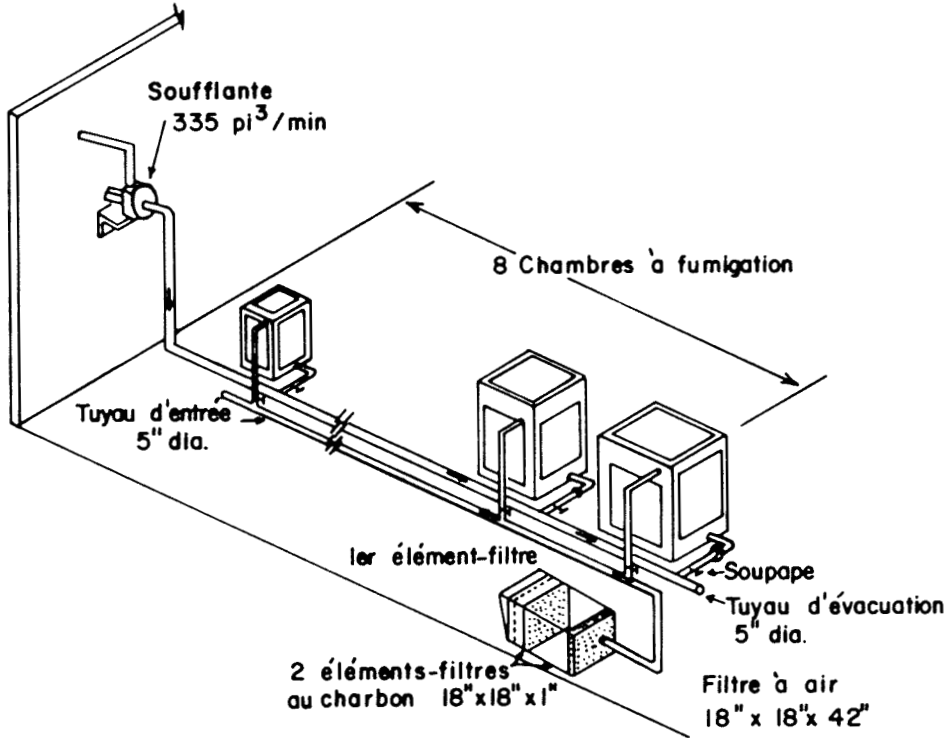


FIGURE 1. Système de chambre à fumigation installé dans la serre.

Les chambres de fumigation utilisées ont été décrites par Heck, Dunning and Johnson (1967). Elles fonctionnent grâce à un système dynamique à flux unidirectionnel sous pression négative assurant l'uniformité de circulation et de distribution des substances toxiques dans la chambre. Un mécanisme simple permet l'installation de plusieurs chambres en série, ayant un système d'injection unique, tout en permettant un contrôle individuel des chambres (figure 1).

Une série de pots a été mise en fumigation à l'ozone pendant 4 heures, le 8 juillet, puis deux autres pendant 6 et 8 heures les 11 et 14 juillet respectivement. Aux mêmes dates et pour les mêmes durées fonctionnaient la chambre-témoin et les chambres à fumigation au SO_2 . Les doses employées étaient 0.25, 0.5, 1 et 2 ppm pour l'ozone ; 0.5, 1, 5 et 10 ppm pour l'anhydride sulfureux.

ÉTUDE DE LA RÉGÉNÉRATION DES FEUILLES

Une première expérience de régénération a été faite, après une fumigation de 4 heures à l' O_3 et au SO_2 à une concentration de 1 ppm avec des feuilles entières isolées du gamétophyte. Trois traits verticaux, au crayon de cire, sous chaque boîte de pétri, simulaient les tiges. De part et d'autre de chaque trait et sur un milieu B gélosé, nous avons étalé les feuilles d'une cinquantaine de plantes selon l'ordre suivant : de l'apex (le tiers supérieur) à la base (le tiers

TABLEAU I
 Pourcentage de régénération des feuilles de *Funaria* après fumigation à l'O₃

Fumi- gation	Concen- tration ppm		après 5 jours			après 10 jours			
			Feuilles régénérées	Feuilles non régénérées	Régénération %	Feuilles régénérées	Feuilles non régénérées	Régénération %	
4 hres	0.	TS	12	90	11	31	38	45	
	0.25	S	184	168	52	200	36	84	
	0.5	S	115	314	26	200	83	70	
	1.	S	205	161	56	200	65	75	
	2.	S	75	401	15	182	120	60	
	0.	TB	28	95	23	115	72	61	
	0.25	B	137	92	60	148	35	80	
	0.5	B	107	219	32	160	48	76	
	1.	B	117	153	43	178	47	79	
	2.	B	82	232	26	110	50	68	
	6 hres	0.	TS	66	250	20	68	210	24
		0.25	S	170	245	40	258	166	60
		0.5	S	72	400	15	89	500	15
		1.	S	42	400	9	68	394	14
2.		S	38	390	8	86	547	13	
0.		TB	75	362	17	101	312	24	
0.25		B	87	342	20	161	271	37	
0.5		B	23	340	6	52	404	11	
1.		B	21	300	6	54	386	15	
2.		B	11	261	4	37	252	12	
8 hres		0.	TS	31	38	45	170	87	66
		0.25	S	166	574	22	155	213	42
		0.5	S	29	178	14	74	170	30
		1.	S	39	240	13	111	325	25
	2.	S	10	126	7	58	295	16	
	0.	TB	63	61	50	183	116	61	
	0.25	B	55	114	32	163	260	38	
	0.5	B	90	259	25	104	215	32	
	1.	B	19	97	16	86	216	28	
	2.	B	39	287	11	40	274	12	

S: sommet

B: base

T: témoin

inférieur), la partie médiane n'étant pas mise en culture. Ce procédé a permis d'évaluer le pourcentage de régénération de protonémas par des feuilles selon leur position sur la tige.

Pour les expériences subséquentes, ce n'est qu'après trois semaines d'un séjour dans une serre que les funaires ont été récoltées. La partie supérieure des tiges a été coupée puis déposée temporairement dans l'eau distillée. Les feuilles entières du gamétophyte ont été séparées des tiges puis étalées sur un milieu B gélosé. Nous avons utilisé le même procédé pour couper la partie inférieure des tiges et placer les feuilles de la base sur une seconde plaque de gélose. Les boîtes de pétri ont été scellées avec une bande adhésive pour protéger les cultures des contaminations tout en permettant les échanges gazeux. Nous avons mis ces feuilles en régénération au phytotron pour 5 jours, après quoi nous avons effectué le premier comptage. Puis nous les avons remises au phytotron pour une autre période de 5 jours avant le comptage final. Nous avons appliqué le test χ^2 pour le calcul statistique des résultats de ces deux comptages.

Résultats

Dans notre expérience préliminaire, la distribution inégale des protonémas régénérés par les feuilles attira notre attention. Un premier comptage donnait des formations de protonéma chez 28 feuilles de la base de la plante et chez 40 feuilles de l'apex. Cinq jours après, une deuxième observation enregistrait des pousses chez 50 feuilles de la base et chez 62 feuilles du sommet de la tige. Ces résultats nous orientèrent donc vers une étude distincte et plus poussée des feuilles du sommet du gamétophyte et de celles de la base.

FUMIGATION À L'O₃

Soumises à des fumigations d'O₃ d'une durée de 4 heures, à des concentrations comprises entre 0.25 et 1 ppm, plus de 70% des feuilles de *Funaria* régénèrent sur gélose, après 10 jours au phytotron (tableau I). Ce résultat s'applique à la fois aux feuilles du sommet de la tige et à celles de la base. Par contre les feuilles-témoins du sommet ne régénèrent qu'à 45% et celles de la base à 61%. Il semble donc que l'O₃ ait eu un pouvoir stimulant dans ce premier cas.

Après 6 heures de fumigation et un stage de 10 jours au phytotron, les feuilles du sommet présentèrent 60% de régénération pour la concentration de 0.25 ppm, puis 15% et moins pour les concentrations de 0.5, 1 et 2 ppm. Si l'on considère que les témoins atteignent un pourcentage de régénération de 24, cette baisse semble due effectivement au degré de pollution. Les feuilles de la base donnèrent des résultats semblables.

Après 8 heures de fumigation des taux de régénération de 42% et moins, après 10 jours au phytotron, sont une indication évidente de l'effet inhibiteur des durées croissantes alors que le témoin conserve 66%. L'effet de stimulation

TABLEAU II
Pourcentage de régénération des feuilles de *Funaria* après fumigation au SO₂

Fumi- gation	Concen- tration ppm		après 5 jours			après 10 jours			
			Feuilles régénérées	Feuilles non régénérées	Régénération %	Feuilles régénérées	Feuilles non régénérées	Régénération %	
4 hres	0.	TS	12	90	11	31	38	45	
	0.5	S	112	287	28	155	192	44	
	1.	S	51	347	13	72	214	25	
	5.	S	64	309	17	92	353	20	
	10.	S	24	273	8	68	300	18	
	0.	TB	28	95	23	115	72	61	
	0.5	B	29	253	10	100	172	36	
	1.	B	19	239	7	75	325	18	
	5.	B	20	240	7	61	285	17	
	10.	B	20	253	7	47	210	18	
	6 hres	0.	TS	66	250	20	68	210	24
		0.5	S	68	246	21	103	194	35
		1.	S	47	380	11	63	473	11
		5.	S	57	435	11	172	357	32
10.		S	40	400	9	87	417	17	
0.		TB	75	362	17	101	312	24	
0.5		B	138	250	35	219	225	49	
1.		B	38	337	10	74	438	14	
5.		B	50	350	12	149	307	32	
10.		B	31	496	5	53	533	9	
8 hres		0.	TS	31	38	45	170	87	66
		0.5	S	53	200	21	114	330	25
		1.	S	38	200	16	65	254	20
		5.	S	83	350	19	105	423	19
	10.	S	43	450	8	52	500	9	
	0.	TB	63	61	50	183	116	61	
	0.5	B	65	215	23	90	264	25	
	1.	B	98	300	24	126	304	29	
	5.	B	77	300	20	54	314	14	
	10.	B	20	265	7	39	240	14	

S : sommet

B : base

T : témoin

observé lors des fumigations de 4 et 6 heures a disparu après la fumigation de 8 heures, à 0.25 ppm.

Tant au point de vue des concentrations qu'au point de vue des durées d'exposition, les comparaisons entre le nombre de feuilles régénérées et le nombre de feuilles non régénérées, après fumigation à l'ozone, donnent des résultats statistiquement significatifs ($P < 0.001$) à une exception près.

FUMIGATION AU SO_2

L'action du SO_2 sur les feuilles exposées à 4 heures de fumigation apparaît néfaste à la reproduction végétative après 10 jours d'incubation au phytotron (tableau II). Pour des concentrations variant de 1 à 10 ppm, les feuilles du sommet et de la base régénèrent à 25% ou moins tandis que les témoins maintenaient 45 et 61% respectivement.

Après 6 heures de fumigation, avec ces mêmes concentrations de SO_2 , les pourcentages des feuilles régénérées pendant 10 jours au phytotron se situaient entre 32 et 11% pour les feuilles de la base et du sommet alors que l'on constatait 24% de régénération seulement chez les témoins.

Toujours à ces mêmes concentrations, la nocivité de la fumigation de 8 heures est évidente chez les feuilles gardées au phytotron pendant 10 jours. Les feuilles du sommet donnèrent entre 20 et 9% de régénération et celles de la base entre 29 et 14% alors que les témoins atteignirent respectivement 66 et 61%.

Dans son ensemble, la fumigation au SO_2 à concentration de 1 ppm ou plus, provoque une inhibition partielle presque constante du pouvoir de régénération chez les funaires. L' O_3 , au contraire, stimule ce pouvoir régénérateur à toutes les concentrations utilisées pour la fumigation de 4 heures puis à la plus basse concentration, soit 0.25 ppm, de la fumigation de 6 heures.

Tant au point de vue des concentrations qu'au point de vue des durées d'exposition, les comparaisons entre le nombre de feuilles régénérées et le nombre de feuilles non régénérées après fumigation à l'anhydride sulfureux donnent des résultats statistiquement significatifs ($P < 0.001$) pour le comptage fait après 10 jours de régénération et des résultats non significatifs dans 3 cas pour le comptage réalisé après 5 jours de régénération.

La figure 2 présente une vue d'ensemble des pourcentages de régénération des feuilles après fumigation à l'ozone et à l'anhydride sulfureux.

Discussion

Nos résultats nous ont montré tout d'abord que la régénération des feuilles isolées du gamétophyte était relativement élevée (tableaux I et II). Selon Gemmell (1953) et Bopp (1959), il semblerait que la mutilation de la feuille provoque la régénération dans les régions où cette feuille a été blessée. Ce

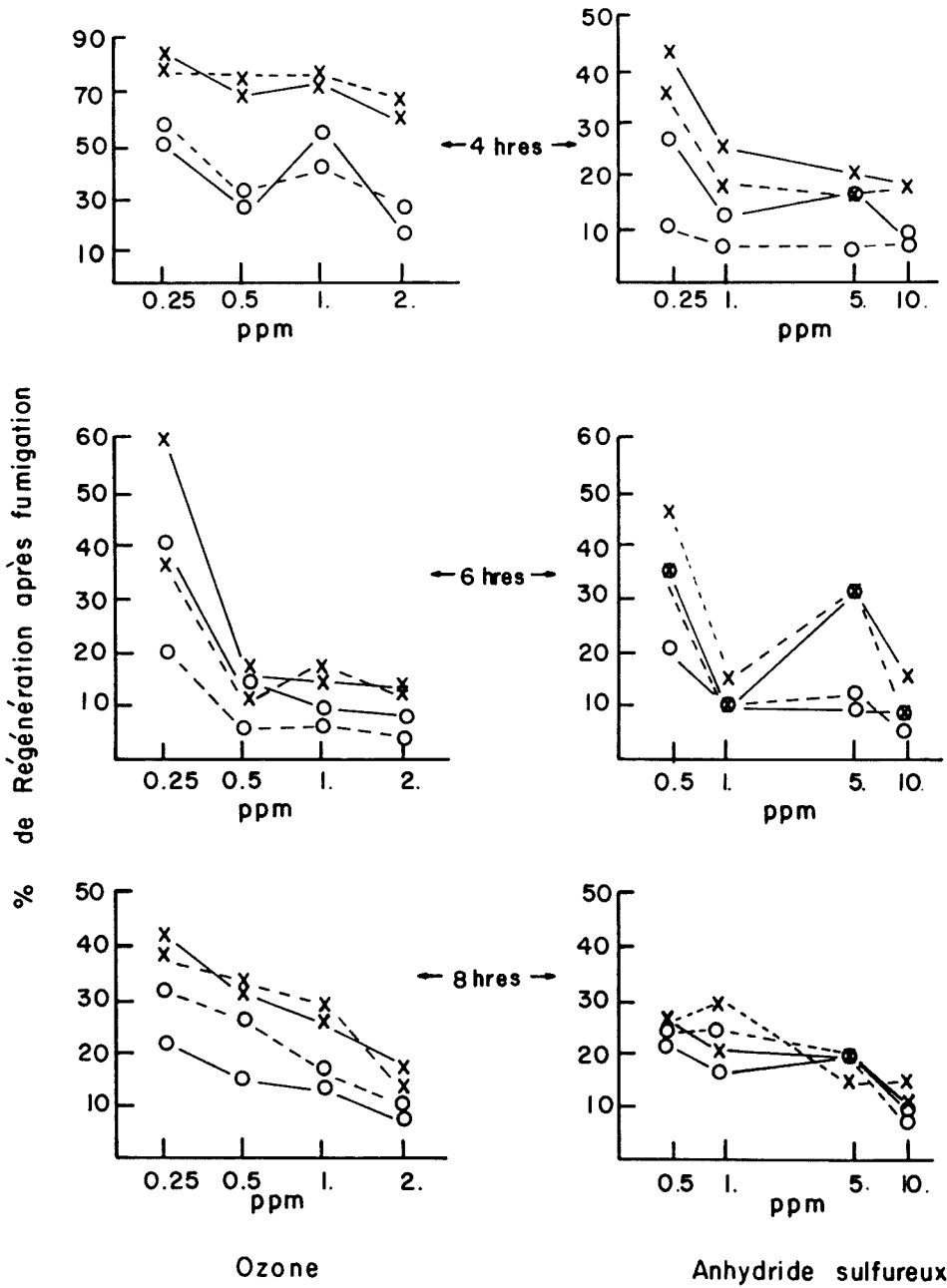


FIGURE 2. Pourcentage de régénération des feuilles de *Funaria* après fumigation à l'Ozone et à l'Anhydride sulfureux. — indique les feuilles du sommet du gamétophyte; - - - indique les feuilles de la base du gamétophyte; X après 10 jours de régénération; O après 5 jours de régénération.

phénomène aurait pour facteur le plus important le déplacement de cytoplasme vers la surface blessée, déplacement dû au stimulus provoqué pour la blessure (Ziegler 1955, cité par MacNutt et von Maltzahn 1960). Un deuxième facteur serait une nouvelle synthèse du cytoplasme. Heitz (1925), étudiant les cellules de *Funaria*, a prouvé que le volume du noyau augmentait chez les cellules d'une feuille coupée de sa tige. Or cet agrandissement serait une indication d'une nouvelle synthèse de cytoplasme (Geitler 1935). D'autre part, d'après Meyer (1942), MacQuarrie et von Maltzahn (1959) ainsi que von Maltzahn et MacNutt (1958), ce serait à l'isolement de la feuille qu'il faudrait attribuer ce phénomène de l'augmentation du pouvoir régénérateur.

Nos expériences ont montré également que le pouvoir régénérateur était un peu plus grand chez les feuilles du sommet du gamétophyte que chez celles de la base. Le faible pourcentage de régénération des feuilles de la partie basale de la tige serait attribuable à l'âge (von Maltzahn et MacNutt 1958).

Après 5 jours au phytotron, pour chaque expérience, nous avons calculé le pourcentage de feuilles régénérées. Les autres feuilles, ou restèrent dormantes, ou développèrent une infection fongique, ou encore périçlitèrent sous des conditions non favorables à la régénération. Après 10 jours au phytotron l'augmentation des pourcentages de régénération est due au développement des feuilles restées dormantes.

Il faut remarquer (figure 2) que la constance avec laquelle le pouvoir de régénération des feuilles de l'apex excède celui des feuilles de la base n'est constatée qu'à la fumigation de 6 heures pour l'O₃ et à celle de 4 heures pour le SO₂. Peut-être pouvons-nous expliquer ce manque de fidélité par les conditions accidentelles prédominantes au moment où se faisait la régénération des feuilles.

L'ozone est un agent au pouvoir des plus oxydants (Dugger, Koukol et Palmer 1966) et sa toxicité n'est plus mise en doute. Des travaux nombreux ont démontré les effets de l'O₃ sur la croissance des plantes et multiples sont les opinions à ce sujet. Certains auteurs estiment que l'O₃ exerce un effet inhibiteur sur la croissance du pois et des fèves (Wedding et Erickson 1955) ou des concombres (Siegel 1962). Kofman (1933) pour le blé, Todd et Garber (1958) pour les fèves ont affirmé que l'O₃ n'influçait ni la germination ni le développement de la plante tandis que Briner, Chodat et Paillard (1935) ont prouvé que l'O₃ stimulait le développement et la croissance des graines de maïs et de blé, lorsque de faibles doses étaient employées.

Par contre le SO₂ ne semble pas nocif aux plantes dans la mesure où il ne provoque pas de nécroses foliaires (Thomas, Hendricks, Bryner et Hill 1944). À des concentrations faibles de SO₂ les plantes supérieures métabolisent normalement le soufre. DeCormis (1968) a même observé qu'un dégagement de H₂S accompagnait toujours le métabolisme du soufre. Lorsque les concentrations

sont assez élevées cependant, la plante accumule dans ses tissus de grandes quantités de soufre et cela peut causer un déséquilibre dans ses fonctions physiologiques. On ne connaît pas tellement bien de quelle façon le SO_2 agit sur les cellules des plantes. Dans le cas des mousses et des lichens, Rao et LeBlanc (1966) ont démontré que des doses de 5 ppm de SO_2 pendant une heure étaient suffisantes pour provoquer la désagrégation de la chlorophylle a en phéophytine a. En tenant compte des concentrations seulement, l'effet nocif exercé par l' O_3 semble dépasser celui du SO_2 .

Conclusion

Les résultats obtenus ont mis en évidence des pourcentages variés de régénération chez les feuilles de *Funaria hygrometrica*, après fumigations à différentes concentrations d'ozone et d'anhydride sulfureux.

Tout d'abord soulignons qu'ils étaient relativement élevés chez les feuilles entières isolées du gamétophyte et qu'ils étaient plus grands chez les feuilles du sommet de la tige que chez celles de la base.

Nous avons remarqué également que ce pourcentage de régénération était inversement proportionnel à la fois à la durée de l'exposition et à la concentration en ce qui concerne l'ozone pour les durées de fumigation de 6 ou 8 heures, et de l'anhydride sulfureux pour les durées de 4, 6 et 8 heures.

Nous avons constaté enfin les effets stimulants, sur le pourcentage de régénération, de la fumigation à l' O_3 pour de courtes durées.

Remerciements

Nous remercions sincèrement M. W. Heck, Mme Lucie Kofler, M. K. E. von Maltzahn, Mme Constance Nozzolillo, M. G. Sarrazin et M. D. Tingey et ses collaborateurs pour leurs conseils judicieux. Ce travail a été subventionné par le Conseil national de recherche (A-1206).

Références

- BOPP, M., 1959. Neue Gesichtspunkte zum Problem der Protonemadifferenzierung. *Revue bryol. lichen.*, **28**: 319-325.
- BRINER, E., F. CHODAT et H. PAILLARD, 1935. La présence de l'ozone dans l'air et son action sur la croissance des plantes. *C.r. Séanc. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, **52**: 128-132.
- CORMIS, L. DE, 1968. Dégagement d'hydrogène sulfuré par des plantes soumises à une atmosphère contenant de l'anhydride sulfureux. *C.r. Acad. Sci., Paris*, **266**: 683-685.
- DUGGER, W. M. Jr., J. KOUKOL and R. L. PALMER, 1966. Physiological and biochemical effects of atmospheric oxidants on plants. *J. Air Pollut. Control Ass.*, **16**: 467-471.
- GAY, L., 1968. Les potentialités de régénération du gamétophyte feuillé du *Polytrichum juniperinum* Willd. *C.r. Acad. Sci., Paris*, **267**, série D: 1507-1510.

- GEITLER, L., 1935. Beobachtungen über die erste Teilung im Pollenkorn der Angiospermen. *Planta*, **24**: 361-386.
- GEMMEL, A. R., 1953. Regeneration from the leaf of *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. *Trans. Br. bryol. Soc.*, **2**: 203-213.
- GILES, K. L. and K. E. VON MALTZAHN, 1967. Interaction of red, far-red, and blue light in cellular regeneration of leaves of *Mnium affine*. *Bryologist*, **70**: 312-315.
- HEALD, F. F.D.F., 1898. A study of regeneration as exhibited by mosses. *Bot. Gaz.*, **26**: 169-210.
- HECK, W. W., J. A. DUNNING and H. JOHNSON, 1967. Design of a simple plant exposure chamber. *60th Annual Meeting of APCA*, Cleveland, Ohio, June 12-16.
- HEITZ, E., 1925. Das Verhalten von Kern und Chloroplasten bei der Regeneration. *Z. Zellforsch. mikrosk. Anat.*, **2**: 69-86.
- KOFLER, L., 1959. Contribution à l'étude biologique des Mousses cultivées in vitro: germination des spores, croissance et développement du protonéma chez *Funaria hygrometrica*. *Revue bryol. lichen*, **27**: 1-202.
- KOFMAN, Th., 1933. Action, sur la germination, des tubes lumineux en quartz à haute tension. *C.r. Séanc. Soc. Biol.*, **62**: 895-897.
- MACNUTT, M.M. and K. E. VON MALTZAHN, 1960. Cellular dedifferentiation and redifferentiation in *Splachnum ampullaceum* (L.) Hedw. *Can. J. Bot.*, **38**: 895-908.
- MACQUARRIE, I. G. and K. E. VON MALTZAHN, 1959. Correlations affecting regeneration and reactivation in *Splachnum ampullaceum* (L.) Hedw. *Can. J. Bot.*, **37**: 121-134.
- MALTZAHN, K. E. VON and D. CLARK, 1964. Variations in the sequence of karyokinesis and cytokinesis in regenerating moss leaf cells. *Can. J. Bot.*, **42**: 831-834.
- MALTZAHN, K. E. VON and M. M. MACNUTT, 1958. Regeneration in *Splachnum ampullaceum* (L.) Hedw. *Can. J. Bot.*, **36**: 33-38.
- MEYER, S. L., 1942. Physiological studies on mosses IV. Regeneration in *Physcomitrium turbinatum*. *Bot. Gaz.*, **104**: 128-132.
- NOGUCHI, A. and T. MIZUNO, 1959. Sporelings and regenerants in some mosses. 3. Sporelings in *Hedwigia ciliata* and *Venturiella sinensis*. *Kumamoto J. Sci.*, **4**: 113-117.
- RAO, D. N. and F. LEBLANC, 1966. Effects of sulfur dioxide on the lichen algae, with special reference to chlorophyll. *Bryologist*, **69**: 69-75.
- SIEGEL, S. M., 1962. Protection of plants against airborne oxidants: cucumber seedlings at extreme ozone levels. *Pl. Physiol.*, **37**: 261-266.
- THOMAS, M. D., R. H. HENDRICKS, L. C. BRYNER and G. R. HILL, 1944. A study of the sulfur metabolism of wheat, barley and corn using radioactive sulfur. *Pl. Physiol.*, **19**: 227-244.
- TODD, G. W. and M. J. GARBER, 1958. Some effects of air pollutants on the growth and productivity of plants. *Bot. Gaz.*, **120**: 75-80.
- WARD, M., 1960. Vegetative propagation from intact leaves of *Polytrichum commune* Hedw. *Phytomorphology*, **10**: 325-329.
- WEDDING, R. T. and L. C. ERICKSON, 1955. Changes in the permeability of plant cells to $P^{32}O_4$ and water as a result of exposure to ozonated hexene (smog). *Am. J. Bot.*, **42**: 570-575.

THE VARIETY OF COENOTYPES IN VASCULAR PLANTS AND THE SPECTRUM OF THEIR DISTRIBUTION IN SEVERAL COMMUNITIES

I. DEFINITION AND TEST ¹

PIERRE DANSEREAU

Centre de recherches écologiques de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal

Résumé

Un *coenotype* est une catégorie de plantes ou d'animaux doués de formes, cycles vitaux, périodicité et tendances métaboliques semblables. Cette première contribution cherche à identifier les paramètres qui pourront servir à étalonner, dans une même biocénose, les moyens divers (complémentaires et compétitifs) dont les plantes sont munies pour l'exploitation et le partage des ressources de l'écosystème qu'elles habitent. L'Appendice A offre une analyse de quatre stations de végétation qui sont passées au crible des neuf critères suivants: 1) port et taille; 2) caractéristiques du feuillage; 3) phénologie; 4) type biocénotique; 5) régime métabolique; 6) valence écologique; 7) capacité de réinvestissement; 8) vagilité; 9) stratification et couverture.

Abstract

A *coenotype* is a category is a category of plants or animals that have similar habits, life-cycle, periodicity and metabolic trends. This first contribution attempts an identification of the parameters that will best implement the grading, in a given bioceonosis, of the various means (complementary or competitive) whereby plants are able to exploit and to share the resources of the ecosystem which they inhabit. Appendix A offers an analysis of four stands of vegetation which are graded according to the nine following criteria: 1) habit and size; 2) leaf characters; 3) phenology; 4) biocoenotic type; 5) metabolic regime; 6) ecological valence; 7) reinvestment capacity; 8) vagility; 9) layering and coverage.

¹ This paper was composed and written, for the most part, when I was at the Cranbrook Institute of Science as Thomas Alva Edison visiting scholar. Most of the research, however, was done under National Science Foundation Grant No. GB 6017 when I was head of the Department of Ecology at The New York Botanical Garden. It was also presented as part of a symposium on "Sharing as a genecological process" which I had organized on behalf of the Society of American Naturalists at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science at The New York Botanical Garden in December 1967. Further compilation and writing took place in 1968-71 when I was professor of Ecology at the Institut d'Urbanisme of the Université de Montréal.

INTRODUCTION

A *coenotype* is a category of plants or animals that have similar habits, life-cycle, periodicity, and metabolic trends. Although species belonging to the same genus, family, class will often have enough in common to be classified under the same coenotype, the recognition of coenotypic units is in no way based on taxonomy. This would indeed beg the question since the shift from one coenotype-class to another is precisely one of the avenues which are most obviously open to evolution. A spectrum of coenotypes will therefore be proposed by compounding some of the adaptive responses of living species. This will serve to grade entire communities, which will be shown to differ not only in their specific (taxonomic) composition but also in the spectrum of their coenotypes. Since the latter correspond, essentially, to different *ways-of-life*, or better to different *means of exploiting* the environment, the number of coenotypes and their range may well be plotted against the resources of the ecosystem. This is one way in which the question of *sharing* may be approached, at least at the primary production level.

Data have been assembled in Appendix A from four widely different stands of vegetation in order to grade them and to compare their functions.

THE CRITERIA OF COENOTYPIC INTEGRATION

Although he had some precursors, especially Drude (1897), it was Raunkiaer (1905) who made the cleanest break with a purely taxonomic classification of plants. His definition of *life-forms*, which cuts across the whole of the vascular plants and groups them according to the position of their regenerating bud, has been variously improved upon and refined (Braun-Blanquet 1932, 1964, Fassett 1930, Du Rietz 1931, Dansereau 1959). Appendix A, in position 1a, shows the classification as I have recently used it.

Raunkiaer himself (1934) made many applications of his own system to whole regional floras and to limited communities, and so did Braun-Blanquet (1932, 1964), Cain (1950), Cain and Castro (1959), and many others. These gradings of regional flora and/or of a phytosociological inventory resulted in spectra which were revealing of many features in their environment and in the vegetation, although they were admittedly indirect measurements of either area or community. A further step was made by using frequency, abundance, coverage, or some other quantitative coefficient. In other words, instead of giving one point to each species, these observed values were used as multipliers. The resultant weighted spectra were, of course, frequently different from the purely floristic ones (see Dansereau 1957, Table 3-9, 1961, Tables VI, VII, VIII).

Several other features of the plants composing a community have received similar attention (Dansereau 1951, 1957, 1958, 1961, Cain and Castro 1959).

In 1961 I proposed a scale for the functional analysis of vegetation in which I attempted a cumulation of such indices in order to circumscribe the anatomy and delineate the physiology of the community as a whole. In a study on the distribution and ecology of yellow birch, *Betula alleghaniensis* (Dansereau and Pageau 1966), a further step was made in this direction. A review of the whole question was recently prepared (Dansereau, unpublished) which re-states the criteria and proposes a number of suitable scales for the grading of vegetation. I have made one such preliminary application to a Portuguese holm-oak stand (1968).

In a recent attempt to classify the ecosystems of the world and to use such a conspectus as the matrix upon which *natural selection* plays, I am led to develop, very tentatively, a scheme for the classification of coenotypes. I primarily conceive of such a scheme in response to the rising preoccupation of ecologists with the productivity of vegetation. The International Biological Programme has cast its major aim in this direction, and excellent monographs have already been published as the result of a world-wide application of standard methods (Duvigneaud 1963, Newbould 1967, Reichle 1970).

The measurement of productivity (primary, secondary, tertiary, . . .) is of unquestioned significance as the end-result of many compounded forces in time and space. The contrast between two communities in rate, level, and mass of production allows a valid means of comparison, and the indirect assessment of an integrated potential. However, much in the same way as economists are losing confidence in the gross national product (GNP) as the true index of national prosperity, the plant ecologists will question primary productivity and look beyond it to the "hidden costs." In other words, the *combined exploitation* of an ecosystem by multispecific populations unevenly equipped to cycle its resources should be analyzed at the level of the component coenotypes. And this can be done by grading each one of the populations with respect to their principal adaptive responses.

The life-form system of Raunkiaer is geared primarily to seasonal activity. In the developing studies based upon the ecosystem concept, it strikes me that Raunkiaer's framework can be retained but that the total performance of the plant must be brought into focus within each category in order to account for the way in which and the rate at which it is *productive*. Thus a maximum of contrast is seen between such species as *Sequoia sempervirens* and *Ambrosia artemisiifolia*. The redwood has a life-span that can extend into the thousands of years; at any time later than the sapling stage the amount of reserves which it contains overwhelmingly outstrips the biomass of its active tissues; the materials which it returns to the soil (falling leaves and branches, rotting trunks and roots) are extremely slow in being decomposed and reduced; the total amount of time-space for the life-cycle of an individual is enormous. On the contrary, the ragweed germinates, leafs, flowers, fruits, disperses, and decays in about four

months. Space occupied by the individual, in the form of a seed, for about eight months, is minimal; active exchange involves virtually the whole plant during the growing season; reserves are limited to seed-endosperm; the entire plant returns its materials to atmosphere and soil very quickly, and they are almost as quickly cycled back as assimilable substances.

The various features of these two plants that show adaptations to environment and response to one or a combination of ecological forces are the following (see also Appendix A) :

- (1) habit and size (life-form, habit-form, height)
- (2) leaf characters (size, type, texture)
- (3) phenology (periodicity, rhythm)
- (4) biocoenotic type
- (5) metabolic regime
- (6) ecological valence
- (7) reinvestment capacity
- (8) vagility (diaspore type, floristic element)
- (9) layering and coverage

It is by examining all of these features one by one that an appropriate scale can be devised to bring out the most significant differences between species. An application of all of these scales will reveal a *coenotypic pattern* for each species. In turn, a juxtaposition of the patterns of all species present in a given stand of vegetation will reveal the *coenotypic strategy* of the entire stand (or, by extension, of the community). The *biomass* as a whole, however, will have qualities that are not strictly the sum of the patterns, and the *ecosystem's* allowances and requirements will have to be mapped separately.

It is therefore indispensable to consider these features separately the better to analyse them before a synthetic definition of communities can be given.

1. HABIT AND SIZE

The redwood and the ragweed mentioned above are at opposite ends of many of the gradients involved in the present examination. Since indeed habit and size in vascular plants show continuous variation, the delimitation of categories *calls for* some arbitrary definition. It will not be found too difficult, however, to distinguish the herbaceous from the woody, the tall from the low, the climbing from the erect, etc. Du Rietz (1931) has investigated the vascular plants with this purpose in mind, and, combining the earlier concepts of growth-form and life-form, proposed a very complex classification of vascular plants, based very largely on habit, branching, and periodicity. More recently Schmid (1955) proposed another such scheme, which pays more respect to morphology and is less based upon apparent structures. These two schemes undoubtedly show an advance from Raunkiaer's (1905) life-form classification which

originally inspired them. However, they have not been widely applied and therefore not extensively tested.² Raunkiaer's system (1905, 1934), on the other hand, is in universal use and I propose to employ it for my present purpose (Appendix A.1a). I shall also employ, for this and for some of the following criteria, a system I set forth in 1951 and have variously revised since then (1958, 1966, 1968). This system (Appendix A, 1b, 2a, 2b, 3a) has the additional advantage of permitting the construction of an ideogram. This will be done in detail in the second part of this paper. It has been used in a great variety of environments and variously modified for several purposes (see Dansereau, Buell, and Dagon 1966, Dansereau and Buell 1966).

2. LEAF CHARACTERS

The size, form, texture, and abundance of tissue production by vascular plants is in part a function of its leafage. Their size, therefore, has frequently been graded. Here, again, Raunkiaer's (1934) lead will be followed (Appendix A.2a). A combination of leaf size and shape together with four categories of texture lends itself to the distribution shown in Appendix A.2b.

The pertinence of this criterion relates to the total economy of the plant. It has been questioned whether a similar total leaf area achieved by individually large leaves is as efficient as the same surface achieved by small leaves (Gates 1962), other things being equal. These other things would relate, of course, to texture, conductivity of tissue, shape, and outline.

3. PHENOLOGY

Nothing is more revealing of environmental fitness and of the variation of response to any one ecological stimulus than the phenological behaviour of a species. If the entire life-cycle is considered, there are some more or less obvious critical phases; if the yearly or seasonal history is being recorded, a shift in emphasis is called for.

Appendix A.3a lists four alternatives for the seasonal behaviour of plants: deciduous (or ephemeral, as in annuals), semideciduous (scarcely ever leafless, but showing seasonal depletion), evergreen, and evergreen-succulent or evergreen-leafless. These alternatives suggest dormancy or partial dormancy and more or less drastic slow-downs in vegetative activity (and therefore in productivity).

Periodicity is visibly related to either a cold or a dry season, in many parts of the world. However, it may also be triggered by light-period exactly in the

² Let it not be implied that they are not being tested herewith because they are "complicated". I am not likely to use such an argument, if only because it has sometimes been used against my own proposals. If complexity increases the chance of error, simplicity offers no guarantee of truth.

same way as flowering has long been known to be in such plants as chrysanthemum and poinsettia. There is yet a third alternative which is internally controlled, involving obligate alternation of vegetative and sexual growth (as in *Ceiba pentandra*), not at all affected by seasonal variation of light or heat.

It remains to indicate two other functions : the time of maximum growth and production and its relation to reproduction (Appendix A.3b). Thus, by applying the appropriate symbols, it will appear that the species *Trillium grandiflorum* corresponds to formula *dvE* (deciduous, with vernal flowering and summer maximum foliage), whereas *Allium tricoccum* corresponds to *deV* (deciduous with estival flowering and vernal leafing). Using lower-case letters for the sexual process and capitals for the vegetative maximum, the following periods will be represented : vernal (v) ; estival (e) ; serotinal (s) ; autumnal (a) ; and hiemal (h). In exceptional instances one or both of the biological processes operate throughout the growing season or even throughout the year. Additional symbols *g* (growing season) and *y* (year-round) may be used. Further examples are *Hamamelis virginiana* (daE) ; *Aster novae-angliae* (dsE) ; *Aplectrum hyemale* (seA) ; *Pyrola grandiflora* (eeV) ; *Rhododendron maximum* (eeE) ; *Salix nigra* (dvE) ; *Ambrosia artemisiifolia* (dsE) ; *Taraxacum officinale* (dgG).

Thus are succinctly indicated various resolutions of the sexual-vegetative antagonism, from a no-conflict situation as in the dandelion through the early- (*Aplectrum*) to the late-flowering (*Allium tricoccum*), to the very-late (*Hamamelis*), and from the long-day (*Rhododendron maximum*, *Phleum pratense*) to the short-day (*Ambrosia*, *Pyrola grandiflora*).

4. BIOCENOTIC TYPE

In a review of "biological interactions", Malcolm (1966) recognized ten theoretically possible strategies involving pairs of plants and animal species, ranging from neutralism through competition, mutualism, proto-cooperation, commensalism, amensalism, parasitism/predation, and no less than three un-named! He discussed the classification of biological interactions by first distinguishing between what they *are* and what they *do*. The unending quarrel of the "descriptive" and the "functional." Malcolm goes on, having adopted the latter point of view. My own perspective is no doubt a descriptive one, and my earlier statements concerning biocenotic integration (1957, pp. 238-245) will stand me in good stead (although not without amendment) in the present demonstration, and will be more consistent with the other gradings which I propose to apply.

As *biocenotic types* (of plants), therefore, I shall recognize (Appendix A.4), rooted plants or rhizophytes (R), air-plants or epiphytes (E), mutualistic plants or symbionts (S), free-living plants or planktophytes (K), decomposers of dead plants or saprophytes (Y), and parasites (P). Other commensals cannot be strictly characterized.

5. METABOLIC REGIME AND ECOLOGICAL VALENCE

Each one of the biocenotic types above is somewhat narrowly confined in the functions that it can develop. Whereas the rhizophytes and planktophytes encounter a great variety of opportunity to tap a large amount of resources as they are supplied by air, water, and soil, the air-plants and the saprophytes have severe problems of mineral nutrition; the parasites and the symbionts (also possibly parasites?) are able to by-pass a number of normal metabolic syntheses. But if they are obligate parasites and specific in their host-relationships, they are ecologically very limited.

Two principal aspects of the metabolism of plants have ecological causes and consequences: the relative weight induced, over a period of time, by their diverse *physiological processes* and the quality of the *ecosystematic regime* under which they operate.

In its simplest form the latter consists of three panels: xerophytic, mesophytic, hygrophytic (see Dansereau 1968, Figure 6). The water relationships of plants are often considered important enough to serve as a key to the total habitat requirements of most plants. Thus they will be labeled (Appendix A.6) hyperxerophytic (XX), xerophytic (X), subxerophytic (sX), submesophytic (sM), mesophytic (M), hygromesophytic (HM), hygrophytic (H), aquatic (A). This short, strictly linear scale may well emphasize the most "important" ecological correlation. It fails to reveal other yields and stresses in the environment, however.

As more of a multidimensional test, Hugué del Villar's (1929) key to physiological regimes is more satisfactory. It is based on the notion of *harmony vs. discrepancy*, and the latter, according to its nature, induces a peculiar stress to which the plants respond by a particular regime. Thus, in extremely acid environments (e.g., bogs) the dearth of exchangeable bases governs the availability and the uptake of nutrients, whereas in a salt environment (e.g., a salt-marsh) the high osmotic pressure requires an entirely different mechanism of exchange and translocation. These 25 units to which del Villar's system keys out provide a satisfactory framework to characterize *ecosystematic regimes*. In other words, all of the ecosystems of the world can be assigned to one of these units (or to a combination of two or three). This is not to say that they are descriptive or exhaustive. On the contrary, they merely provide a *first approximation* and there follows much need for more concrete definition. The very generality of the system, however, makes it most useful for comparative purposes and as an element of the major framework (see Dansereau 1957, Dansereau and Buell 1966).

This qualitative segregation of metabolic types, however, does not touch upon the question (essentially more important in the present context) of the ratio between the active and the essentially non-active tissue in plants. This aspect of the ecological study of plants has been touched upon several times

and I have alluded to it above (the *Sequoia-Ambrosia* scale). I shall attempt, at this point, to set a few beacons for a classification, which would include the following categories (Appendix A.5) :

- A. *Annuals* in which virtually all tissues of the plant are active; no reserves are accumulated, except endosperm in the wintering or estivating seed (*Ambrosia artemisiifolia*.) Winter-annuals (*Poa annua*) also belong to this, rather than to the following group.
- A'. *Biennials* are essentially the same as above, but they are involved in a wintering or estivating period during which reserves are accumulated but fully exhausted the second year (*Oenothera biennis*, *Verbascum thapsus*, *Beta vulgaris*).
- B. *Short-lived perennials* (mostly hemicryptophytes and herbaceous chamaephytes of Raunkiaer) have large bursts of vegetative activity and a minimum of dormant-period reserves (species of *Aster*, *Solidago*, *Desmodium*).
- B'. *Slow-growth perennials* (mostly evergreen chamaephytes of Raunkiaer), not exhibiting a great flush of vegetative activity and not conserving much of the yearly increment (*Gaultheria procumbens*, *Mitchella repens*, *Lycopodium obscurum*). Maybe the monocarpics (like *Agave americana*) belong in this category. Most epiphytes definitely do.
- C. *Seasonally-replenished perennials* (mostly geophytes of Raunkiaer), exhibiting considerable variation in biomass, whereas at one time the previous year's reserves will be used to elaborate new tissue, and the latter will serve to refill the reserve before dormancy again prevails (*Allium tricoccum*, *Erythronium americanum*, *Herpolirion californicum*).
- D. *Tracing perennials* have a continuous growth that results, at least occasionally, in severance and therefore the emergence of nutritionally autonomous individuals (some of Raunkiaer's chamaephytes, but mostly geophytes). Many have indefinite growth (*Poa pratensis*, *Hemerocallis fulva*, *Pteridium aquilinum*, *Carex bigelowii*, *Asclepias syriaca*), but some do not, and the older tissues disintegrate as new ones are formed (*Polygonatum pubescens*, *Smilacina racemosa*).
- E. *Continuous accumulators* comprise the majority of woody plants (most of Raunkiaer's phanerophytes, many chamaephytes), in which yearly increment adds to the quota of supporting and storage tissue which tends to outweigh the active tissue (species of *Alnus*, *Vaccinium*, *Rhamnus*, *Rhodo-*
- F. *Great-storage plants* (only phanerophytes) are similar to the preceding category in their basic processes, but are able to develop a large absolute quantity of stored material: the greater cacti and spurge (*Carnegiea gigantea*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Euphorbia calycina*), most trees (species of *Pinus*, *Acer*, *Betula*, *Nothofagus*) that live upwards of 80 years or so.
- G. *Centenarians*. A special category must be made for those few plants that are capable of occupying the same space continuously and of binding resources for several hundreds and even thousands of years (*Pinus aristata*, *Sequoia gigantea*, *Platanus orientalis*, *Cupressus sempervirens*, etc.; see compilation in Dansereau 1957, Table 4-4).

6. REINVESTMENT

Plants differ considerably in their contribution to the replenishment of the resources of the ecosystem in which they operate (Appendix A.7). These differences are essentially of three kinds: the *frequency* with which they contribute eliminated or shed materials; the absolute or relative *abundance* thereof; and its *assimilability*. Thus, evergreen conifers shed rather infrequently, in small quantities, and their materials require considerable breakdown and reduction before they can be cycled anew. By contrast, deciduous dicotyledonous trees shed frequently, abundantly, and their product is quite rapidly broken down and put back in circulation. Spring-geophytes like *Claytonia caroliniana*, and, of course, annuals are even quicker to restore nutrients to the ecosystem. In a humid northeastern American forest the decaying leaves of marsh-marigold (*Caltha palustris*) may well provide particles that the late-germinating annual jewel-weed (*Impatiens capensis*) will utilize that same year.

Therefore, high and low values are assigned to each species and represented by a capital or a lower-case F, A, and E, respectively, for frequency, abundance, and assimilability (or rapidity of breakdown). In the alder thicket the alder itself ranks high in all three respects; on the contrary, *Lycopodium obscurum* ranks low; *Lycopus uniflorus* has high frequency and assimilability but low abundance. The latter is, in other words, an efficient restorer (or investor) but its contribution is quite low; it is, in fact, nearly negligible if its coverage is considered.

7. VAGILITY

The capacity of plants to achieve movement and therefore to perpetuate their effectives (maintain or increase the size of their populations) and/or to saturate their ecotopes in a given area, and/or to extend to new ecotopes is governed, it is true, primarily by their pre-adaptation and their ecological valence. However, the particular devices that favor short-range movement are of special interest as they would seem to operate at different levels of efficiency in different habitats (ecosystems, communities). It is granted that the presence of an organ (a hook, a fleshy appendage, a plume) does not indicate its actual usefulness to a particular plant in a particular place, at a particular time; but the spectrum of these morphological devices is far from being unrelated to environment and to evolutionary processes. Salisbury (1942) has documented this question very abundantly, and so have Molinier and Müller (1938) and Dansereau and Lems (1957). The evolutionary-environmental argument need not be repeated here. Let us merely state that it is in no way different for dispersal devices than for any of the other features being considered in the present essay.

The *dispersal types* proposed by Dansereau and Lems (1957) are used herewith (Appendix A.8a). They are based upon the morphology of the dia-

spore (that part of the plant which serves to implant a potential new individual), whether a vegetative or sexual part, or both. The forces at work are gravity, wind, and animals (not excluding man), and in some instances a propulsive force in the plant itself.

Ten such categories are recognized, including those that are presumably disseminated, or obviously adapted to dissemination, by wind : cyclochores, pterochores, pogonochores, sporochores ; by animals : desmochores and sarcochores ; by gravity : barochores ; by mode of growth : auxochores ; or by a special physiological device : ballochores. There remains a group of plants whose diaspores, the sclerochores, are not light or heavy, have no appendages, and do not seem in any special way responsive to any identifiable environmental force.

On the broader scale of both time and space, the present geographic outline of plant species reveals a function very different from its immediate dispersion potential. Therefore, *floristic elements* show a proper ecological dimension that characterizes the over-all strategy of plant species. The present distribution of taxa is the residual effect of past vicissitudes as expressed within the confines of climatic tolerance. This is not to say that every species occupies the entire conterminous area which its edaphoclimatic aptitudes would allow. The known recent expansion of many species testifies to the contrary.

The science of *floristics* or *historical plant-geography*, as summarized by Wulff (1943) and by Good (1964), pays considerable attention to continuities and discontinuities and searches for geological events responsible for restriction, expansion, and fragmentation of area. Thus, on a world scale, Good (1964) recognizes 36 major units. Laubenfels (1970) has attempted a much more comprehensive survey of both floristics and faunistics and made a greater attempt at a functional integration. For purpose of more painstaking analysis, much smaller patterns emerge in the geographic mosaic, as witness Hultén's (1937) and Meusel's (1965) subdivisions. In the present context, these categories will be taken for granted, although much can be criticized in what remains a circumstantial approach.

I have previously (1961) argued that it is of interest to analyse a community in this respect and to test its relative homogeneity. Thus, an Appalachian deciduous forest often consists entirely of trees, shrubs, and herbs which all belong to an old Tertiary stock whose closest relatives are in Eastern Asia ; whereas a coastal plain birch forest contains some of these, and some boreal species, and some Coastal Plain species, thus pointing to a more recent emergence of this association (Dansereau 1961).

Although synecologists have consistently overweighted taxonomic composition, they have given virtually no attention to floristics (or faunistics, for that matter), and little attempt has been made to integrate the historical di-

mension in community dynamics. The present coupling of dispersal mechanisms and areal types seems to me as important as any of the other criteria applied above.

The areal-types mentioned in Appendix A.8b cannot be expected to cover the full range of floristic units represented in the St. Lawrence Valley, southern New Zealand, Puerto Rico, and western Portugal. They merely sample the four stands under analysis.

Emergent coenotypic patterns

A cumulation of all these features adds up to an epitome of the tapping aptitudes of each species. This is the coenotype. There is obviously a large number of them since many combinations of these morphophysiological features are possible, although some of them are incompatible.

By compounding all of the features enumerated above and applying them to individual species, the coenotype can be determined. In Appendix A, the four stands of vegetation are thoroughly analyzed according to all of the criteria discussed above. Thus, *Alnus rugosa* is a microphanerophyte (Pp), its habit-form and height are woody (W) and 2-8 m. (4), its leaf-size mesophyll (4), its leaf-type and leaf texture broad-membranous (hz); it is deciduous (d), flowers in the spring and leaves mostly in summer (vE), is a rooted plant (R); its metabolic regime is that of a continuous accumulator (E); its ecological valence is hygrophytic (H); its reinvestment capacity is very high in all respects (FAE); it has a winged diaspore (3); it is geographically very widespread (W); in the present stand it occupies the topmost layer (4), and has a coverage of more than 80 per cent (4). All but the last two values are inherent to the taxon wherever it is found; the last two reflect its present spatial position in this particular place at the time of observation. The leading (or dominant) species in the other stands show rather a strong contrast: *Dacrydium cupressinum*, *Prosopis juliflora*, and *Quercus ilex* differ in almost every respect.

It is proposed, in the second instalment of this paper, to undertake a thorough analysis of these four stands, expanding considerably upon my earlier assessment of "anatomy and physiology" of the stand (1961) and to devise a cumulative index for each one.

I have also devised a multidimensional graphic representation of all the categories listed herewith, not content with the six that have been previously applied in many of my publications (1951, 1959, 1968).

References

- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. Plant sociology (transl. by H. S. Conard and G. D. Fuller). McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, xviii + 439 p.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd ed. Springer-Verlag, Wien, New York, xiv + 865 p.

- CAIN, Stanley A., 1950. Life-forms and phytoclimate. *Bot. Rev.*, 16: 1-32.
- CAIN, Stanley A. and G. M. Oliveira CASTRO, 1959. Manual of vegetation analysis. Harper & Brothers, New York, xvii + 325 p.
- DANSEREAU, Pierre, 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology*, 32(2): 172-229; also *Bull. Serv. Biogéogr.*, No. 8: 172-229 (1953).
- DANSEREAU, Pierre, 1957. Biogeography: an ecological perspective. Ronald Press Co., New York, xiii + 394 p.
- DANSEREAU, Pierre, 1958. A universal system for recording vegetation. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, No. 72: 1-58.
- DANSEREAU, Pierre, 1959. Phytogeographia laurentiana. II. The principal plant associations of the Saint Lawrence Valley. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, No. 75: 1-147.
- DANSEREAU, Pierre, 1961. The origin and growth of plant communities. In: "Growth in living systems", Proc. Symp. Growth, Purdue Univ. (Indiana), June 16-18, 1960; ed. by M. X. Zarrow; Basic Books, New York, pp. 567-603.
- DANSEREAU, Pierre, 1964. Six problems in New Zealand vegetation. *Bull. Torrey bot. Club*, 91(2): 114-140.
- DANSEREAU, Pierre, 1968. Les structures de végétation. Centro de Estudos Geographicos, Lisboa, I. *Seminario Int. Geogr.*, pp. 19-46; *Finisterra*, 3(6): 147-174.
- DANSEREAU, Pierre and Peter F. BUELL, 1966. Studies on the vegetation of Puerto Rico. I and II. *Spec. Publ. Inst. Carib. Sci.*, No. 1, 287 p. + 4 maps.
- DANSEREAU, Pierre, Peter F. BUELL and Ronald DAGON, 1966. A universal system for recording vegetation. II. A methodological critique and an experiment. *Sarracenia*, No. 10, 64 pp.
- DANSEREAU, Pierre and Kornelius LEMS, 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, No. 71: 1-52.
- DANSEREAU, Pierre et Gérard PAGEAU, 1966. Phytogeographia laurentiana. IV. Distribution géographique et écologique du *Betula alleghaniensis*. *Mém. Jard. bot. Montréal*, No. 58: 1-56.
- DRUDE, O., 1897. Manuel de géographie botanique. Paul Klincksieck, éditeur, xxiii + 552 p.
- DU RIETZ, G. E., 1931. Life-forms of terrestrial flowering plants. I. *Acta phytogeogr. suec.*, 3: 1-95.
- DUVIGNEAUD, P., 1963. L'écologie, science moderne de synthèse. Volume 2. Écosystèmes et biosphère. *Documn Minist. Educ. natl. cult.*, Bruxelles, No 23, 130 p.
- FASSETT, Norman C., 1930. The plants of some northeastern Wisconsin Lakes. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett.*, 25: 157-168.
- GATES, David M., 1962. Energy exchange in the biosphere. Harper & Row Biol. Monogr., New York, viii + 151 p.
- GOOD, Ronald, 1964. The geography of the flowering plants. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York (Longmans, Green & Co., London), xvi + 518 p.
- HULTÉN, E., 1937. Outline of the history of arctic and boreal biota during the quaternary period. Bokförlags Aktiebolaget Thule, Stockholm, 168 p.
- LAUBENFELS, David J. de, 1970. A geography of plants and animals. Foundations of Geography Series, Wm. C. Brown Co., Dubuque, Iowa, ix + 133 p.
- MALCOLM, William M., 1966. Biological interactions. *Bot. Rev.*, 32 (3): 243-254.
- MEUSEL, Hermann, 1965. Die Evolution der Pflanzen in pflanzengeographischökologischer Sicht. In: "Beiträge zur Abstammungslehre," Teil 2, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, pp. 7-39.

- MOLINIER, R. et P. MÜLLER, 1938. La dissémination des espèces végétales. *Revue gén. Bot.*, **50**: 53-71 ; 152-169 ; 202-221 ; 277-293 ; 341-358 ; 397-414 ; 472-488 ; 533-546 ; 598-614 ; 649-670 ; also *Communs Stn int. Géobot. médit. alp.*, **64**: 1-178.
- NEWBOULD, P. J., 1967. Methods for estimating the primary production of forests. Blackwell Sci. Publ. (Oxford), Int. Biol. Programme, IBP Handbook No 2, ix + 62 pp.
- RAUNKJAER, C., 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Acad. Roy. Sci. Lett. Danemark*,
- RAUNKJAER, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, xvi + 632 pp.
- REICHLER, David E. (ed.), 1970. Analysis of temperate forest ecosystems. Ecological Studies, Analysis and Synthesis. Volume 1. Springer-Verlag, New York, xii + 304 pp.
- SALISBURY, E. J., 1942. The reproductive capacity of plants. G. Bell & Sons, Ltd., London, xi + 244 pp.
- SCHMID, Emil, 1955. Der Ganzheitsbegriff in der Biocoenologie und in der Landschaftskunde. *Geographica helv.*, **3**: 153-162.
- VILLAR, E. Huguet del, 1929. Geobotanica. Editorial Labor, Barcelona-Buenos Aires, 339 p.
- WULFF, E. V., 1943. An introduction to historical plant geography. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., xv + 223 p.

APPENDIX A.

The grading of four stands of vegetation.

The following tables are a tentative grading (according to the relevé method described in Dansereau 1957, pp. 190-194, Fig. 3-39, Table 3-13, and Appendix) of four stands of vegetation which are shown to differ in the range and relative importance of their anatomical and physiological characteristics. The latter applied to all species present come under nine principal headings:

- | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1) habit and size | 4) biocoenotic type | 7) reinvestment capacity |
| 2) leaf characters | 5) metabolic regime | 8) vagility |
| 3) phenology | 6) ecological valence | 9) layering and coverage |

The data are taken from: A. An alder thicket in Québec, Canada (Dansereau 1957, p. 208)
 B. A podocarp forest in Otago, New Zealand (Dansereau 1964, pp. 123-127)
 C. A mesquite savana in Puerto Rico (Dansereau 1966, p. 125)
 D. A holm-oak forest in Portugal (Dansereau 1968)

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	Number of species: 20		29		22		15	
<i>la. Life-form</i> (Raunkiaer 1934, Dansereau 1959)	N	%	N	%	N	%	N	%
Pg: megaphanerophytes	1	5.0	3	10.4	1	4.0	3	20.0
Pm: mesophanerophytes			3	10.4	3	14.0	4	27.0
Pp: microphanerophytes	5	25.0	4	13.8	1	4.0	1	7.0
Pn: nanopharenophytes	1	5.0	4	13.8			1	7.0
Ps: climbing phanerophytes			1	3.5	1	4.0	1	7.0
Total phanerophytes	7	35	15	51.9	6	26	9	61
Ch: chamaephytes	3	15.0	6	20.7	2	9.0	2	13.0
Chm: mosslike chamaephytes			3	10.4				
H: hemicryptophytes	6	30.0	4	13.8	6	28.0	2	13.0
G: geophytes	4	20.0					2	13.0
Th: therophytes					5	23.0		
E: epiphytes			1	3.5	3	14.0		

1b. <i>Habit-form and height*</i> (Dansereau 1958)		A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
		N	%	N	%	N	%	N	%
W 7				1	1.9				
W 6				4	7.5	1	3.7	2	12.0
W 5									
W 4	W	2	10.0	4	7.5	1	3.7	7	46.0
W 3	L	5	25.0	13	24.5	3	11.1		
W 2				6	11.3	4	14.8	1	6.0
W 1	E			5	9.4				
L 7	H			3	5.7				
L 6	M								
L 5									
L 4								1	6.0
L 3				1	1.9				
L 2						1	3.7		
L 1	7					1	3.7		
H 4	6			1	1.9			1	6.0
H 3	5	1	5.0	3	5.7				
H 2	4	7	35.0	5	9.4	6	22.2	2	12.0
H 1	3	5	25.0	3	5.7	7	25.9	3	18.0
E 7	2								
E 6	1								
E 5						1	3.7		
E 4						2	7.4		
E 3									
E 2									
E 1				1	1.9				
M 2									
M 1				3	5.7				

* N herein corresponds to occurrences of habit-form and height correlations; a species may appear in more than 1 layer.

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
2a. Leaf-size (Raunkiaer 1934)									
0	no leaf (aphyll)								
1	less than 25 mm. ² (leptophylls)	1	5.0	8	27.0	4	18.0	2	13.0
2	25-225 mm. ² (nanophylls)	2	10.0	7	24.2	7	32.0		
3	225-2,025 mm. ² (micro...)	7	35.0	7	24.2	11	50.0	4	27.0
4	2,025-18,225 mm. ² (meso...)	8	40.0	5	16.9			7	47.0
5	18,225-164,025 mm. ² (macro...)	2	10.0					2	13.0
6	more than 164,025 mm. ² (megaphylls)			2	6.0				
2b. Leaf-type and texture (Dansereau 1958)									
nf				1	3.5				
nz				3	10.4				
nx	0 no leaf	1	5.0	4	13.0			1	7.0
nk	n needle, spine,					1	4.0	1	7.0
gf	g graminoid								
gz	subulate, scale	2	10.0	1	3.5	4	18.0		
gx	a broad: medium or small					2	9.0		
gk	h broad and large			1	3.5			1	7.0
af	v compound								
az	q thalloid	8	40.0	3	10.4	6	28.0		
ax				2	6.9	2	9.0	2	13.0
ak						1	4.0		
hf	f filmy								
hz	z membranous	4	20.0			1	4.0	3	27.0
hx	x sclerophyll							3	27.0
hk	k succulent or fungoid	1	5.0	2	6.9			1	7.0

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
vf			5	17.3				
vz	3	15.0	5	17.3	5	23.0	3	27.0
vx	1	5.0	2	6.9				
vk								
qk								
3a. Phenology (Dansereau 1958)								
d: deciduous	18	90.0			11	50.0	5	33.0
s: semi-deciduous					3	14.0	1	7.0
e: evergreen	2	10.0	29	100.0	8	36.0	9	60.0
j: evergreen-succulent or evergreen-leafless								
3b. Rhythm								
vV V: vernal					9	41.0	2	13.0
vE E: estival	7	35.0	1	3.0	6	28.0		
vY S: serotinal					4	19.0	5	33.0
eV A: autumnal							1	7.0
eE H: hiemal	13	65.0	25	86.0			3	20.0
eY Y: year-round					3	14.0	4	27.0
sE capitals = vegetative l.c. = sexual			3	10.0				
4. Biocoenotic type								
R: rooted	20	100.0	25	83.0	19	86.0	15	100.0
S: symbiotic								
E: epiphytic			4	17.0	3	14.0		
P: parasitic								
Y: saprophytic								
K: free-living								

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
5. <i>Metabolic regime</i>								
A all tissues active (annual)					6	28.0		
A' overwintering (biennial)								
B short-lived perennial	1	5.0	2	6.9	8	36.0		
B' slow-growth perennial			3	10.0			4	27.0
C seasonally replenished perennial	1	5.0					2	13.0
D tracing perennial	8	40.0	7	23.8	2	9.0	2	13.0
E continuous accumulator	10	50.0	13	45.0	6	28.0	4	27.0
F considerable storage capacity			4	13.0			3	20.0
G multicentenary								
6. <i>Ecological valence</i>								
H Hygrophytic (wet sites)	11	55.0						
HM Hygromesophytic (moist sites)	7	35.0	2	6.9			1	7.0
M Mesophytic (well-drained sites)	2	10.0	22	76.0			5	33.0
sM Submesophytic (slightly dry sites)			5	17.3	4	19.0	4	27.0
sX Subxerophytic (dry sites)					9	41.0	3	20.0
X Xerophytic (very dry sites)					8	36.0	2	13.0
XX Hyperxerophytic (very warm and dry sites)					1	4.0		

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
7. Reinvestment								
FAE	6	30.0			8	36.0	4	27.0
FaE	11	55.0			2	9.0		
FaE			1	4.0	2	13.0		
fAE							1	7.0
Fae							1	7.0
fAe			1	3.0				
faE	1	5.0	21	72.0	9	41.0	3	20.0
fae	1	5.0	8	27.0	2	9.0	4	27.0
8a. Diaspore type (Dansereau & Lems 1957)								
1: auxochore (deposited by parent-plant)							0.5	4.0
2: cyclochore (loose, spherical framework)								
3: pterochore (winged, scarious, saccate)	3	15.0			1	4.0		
4: pogonochore (hairlike, plumose)			1	3.5	4	18.0		
5: desmochore (spiny, glandular)	1	5.0	1	3.5	3	14.0		
6: sarcochore (fleshy)	7	35.0	13	45.0	3	14.0	5.5	35.0
7: sporochore (extremely small and light)	3	15.0	13	45.0			1	7.0
8: sclerochore (light brut unappendaged)	6	30.0	1	3.5	9	41.0	6	40.0
9: barochore (heavy)							1	7.0
10: ballochore (has expulsion mechanism)					2	9.0	1	7.0

F: frequency
A: abundance
E: assimilability
capitals = high
l.c. = low

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>8b. Floristic elements</i>								
W Wide ranging	2	10.0	16	55.2	1	4.0	1	7.0
D E. North American Deciduous Forest Area + (G) Great Lakes	7	35.0						
As above + (B) Boreal	7	35.0						
B Boreal	4	20.0						
A Australian + A,P Oceanic			5	16.9				
As above + (S) Subantarctic			4	13.9				
S Subantarctic			2	6.9				
Z Endemic to New Zealand			2	6.9				
C Caribbean: Antilles and Continental Central America and Florida					2	9.0		
K Neotropical: tropical America					9	41.0		
T Pantropical: tropics of Old and New Worlds					5	23.0		
J Northern Neotropical: Caribbean and northern South America					3	15.0		
I Antillean: also found in other parts of West Indies					1	4.0		
M Mediterranean							6	40.0
MM Macaronesian-Mediterranean							2	13.0
At Atlantic-Europaeen							1	7.0
E Europaeen							1	7.0
ME Mediterranean-Europaeen							1	7.0
Af Afro-montane							1	7.0
N Naturalized					1	4.0		
? Unknown (probably ME)							2	13.0

	A. alder thicket (Quebec, Canada)		B. podocarp forest (Otago, New Zealand)		C. mesquite savana (Puerto Rico)		D. holm-oak forest (Portugal)	
	Height	Coverage	Height	Coverage	Height	Coverage	Height	Coverage
9. <i>Layering (a) and coverage (b) of stand</i>								
Layer 6			20-30	45				
5			10-20	65	8-18	1		
4	3-5	90	5-10	25	3- 8	15	8-15	70
3	1-3	10	1.5- 5	10	60- 3	5	3- 8	30
2	0.3-1	20	0.15-1.5	35	5-60	45	0.25- 3	20
1	0.0-0.3	10	0.0-0.15	55	0- 5	15	0.0-0.25	5

APPENDIX B

Coenotypic values for individual species of the four stands of vegetation
 A. Alder thicket (*Alnetum rugosae*) in southern Quebec (Dansereau 1957).

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6	7	8a	8b	9a	9b
<i>Alnus rugosa</i>	Pp	W4	4	hz	d	vE	R	E	H	FAE	3	W	4	4
<i>Acer rubrum</i>	Pg	W4	4	hz	d	vE	R	E	HM	FAE	3	DB	4	1
<i>Vaccinium corymbosum</i>	Pp	W3	3	az	d	eE	R	E	H	FaE	6	D	3	+
<i>Rhamnus alnifolia</i>	Pp	W3	3	az	d	eE	R	E	H	FaE	6	D	3	+
<i>Ilex verticillata</i>	Pp	W3	3	az	d	eE	R	E	H	FaE	6	D	3	+
<i>Viburnum cassinoides</i>	Pp	W3	4	az	d	eE	R	E	H	FaE	6	DB	3	●
<i>Spiraea latifolia</i>	Pn	W3	3	az	d	eE	R	E	H	FaE	8	B	2	+
<i>Osmunda cinnamomea</i>	Hr	H3	5	vz	d	vE	R	E	HM	FAE	7	DB	2	1
<i>Carex crinita</i>	Hc	H2	4	gz	d	eE	R	B	H	FaE	3	B	2	+
<i>Calamagrostis canadensis</i>	Hc	H2	3	gz	d	eE	R	D	H	FAE	8	W	2	+
<i>Onoclea sensibilis</i>	Gr	H2	5	vz	d	vE	R	D	HM	FaE	7	D	2	+
<i>Coptis groenlandica</i>	Ch	H1	3	vx	e	eE	R	D	HM	faE	5	B	1	+
<i>Rubus pubescens</i>	Ch	H1	4	vz	d	eE	R	D	HM	FAE	6	D	1	+
<i>Lycopodium obscurum</i>	Ch	H2	1	nx	e	eE	R	E	HM	fae	7	G	1	+
<i>Lycopus uniflorus</i>	Hs	H1	2	az	d	eE	R	D	H	FaE	8	DB	1	●
<i>Scutellaria parvula</i>	Hs	H2	2	az	d	eE	R	D	H	FaE	8	B	1	+
<i>Trientalis borealis</i>	Hs	H1	3	az	d	eE	R	D	HM	FaE	8	GB	1	+
<i>Maianthemum canadense</i>	Gr	H1	4	hz	d	vE	R	C	M	FaE	6	GB	1	●
<i>Clintonia borealis</i>	Gr	H2	4	hk	d	vE	R	D	M	FaE	6	GB	1	+
<i>Caltha palustris</i>	Gr	H2	4	hz	d	vE	R	E	H	FAE	8	D	1	●

B. Coastal podocarp forest (*Dacrydieta-Weinmannietum otagense*) in southeastern New Zealand (Dansereau 1964).

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6	7	8a	8b	9a	9b
<i>Dacrydium cupressinum</i>	Pg	W7 W6 W5 W4 W2 W1	1	nx	e	eE	R	F	M	fae	6	P	6 5 4 3 2 1	3 + + + + +
<i>Podocarpus ferrugineus</i>	Pg	W6 W5 W4 W2	1	nx	e	eE	R	F	M	fae	6	Ww	5 4 3 2	+ + + +
<i>Podocarpus hallii</i>	Pg	W4 W2 W1	1	nx	e	eE	R	F	M	fae	6	Ww	3 2 1	+ + +
<i>Weinmannia racemosa</i>	Pm	W6 W5 W4 W2	3	az	e	eE	R	F	M	faE	8	Ww	5 4 3 2	3 1 1 +
<i>Elaeocarpus hookeriana</i>	Pm	W6 W5	3	ax	e	eE	R	E	M	faE	6	Ww	5 4	+ +
<i>Griselinia littoralis</i>	Pm	W4 W2 W1	4	hk	e	vE	R	E	sM	faE	6	S	3 2 1	● ● +
<i>Pseudowintera colorata</i>	Pp	W4	4	ax	e	eE	R	E	M	faE	6	Ww	3	+
<i>Dicksonia squarrosa</i>	Pp	W4 W3	6	vx	e	eE	R	E	M	fAe	7	Ww	3 2	1 +
<i>Cyathea smithii</i>	Pp	W4 W3	6	vz	e	eE	R	E	M	fAe	7	Ww	3 2	+ +
<i>Pseudopanax crassifolium</i>	Pp	W4 W3	4	hk	e	sE	R	E	sM	faE	6	S	3 2	+ +

DANSEREAU: COENOTYPES IN VASCULAR PLANTS

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6	7	8a	8b	9a	9b
<i>Myrsine australis</i>	Pn	W4	2	az	e	sE	R	E	M	faE	6	Ww	3	+
<i>Coprosma foetidissima</i>	Pn	W4 W3	3	az	e	eE	R	E	M	faE	6	P	3 2	+ 1
<i>Coprosma polymorpha</i>	Pn	W4 W3	3	nz	e	eE	R	E	sM	faE	6	P	3 2	1 +
<i>Neomyrtus pedunculata</i>	Pn	W4 W3	2	nx	e	sE	R	E	sM	faE	6	Z	3 2	+ +
<i>Clematis paniculata</i>	Ps	L3	3	vz	e	eE	R	E	M	faE	4	Wc	2	•
<i>Blechnum discolor</i>	Ch	H4 H2	4	vz	e	eE	R	E	HM	faE	7	W	3 2	+ 2
<i>Polystichum vestitum</i>	Ch	H3	4	vx	e	eE	R	E	M	fae	7	Wc	2	+
<i>Polypodium diversifolium</i>	Ch	H2	3	vz	e	eE	R	D	M	faE	7	W	1	+
<i>Nertera dichondraefolia</i>	Ch	H1	1	nz	e	eE	R	D	M	faE	6	APS	1	+
<i>Nertera depressa</i>	Ch	H1	1	nz	e	eE	R	D	M	faE	6	APS	1	•
<i>Hymenophyllum sp.</i>	Ch	H2	2	vf	e	eE	R	E	M	faE	7	W	1	1
<i>Ptychomnium aciculare</i>	Chm	M1	1	nf	e	eE	R	B'	M	faE	7	AS	1	+
<i>Hypopterigium filiculaeforme</i>	Chm	M1	1	vf	e	eE	E	B'	M	faE	7	A	1	1
<i>Cyathophorum bulbosum</i>	Chm	M1	1	vf	e	eE	E	B'	HM	faE	7	A	1	+
<i>Blechnum minus</i>	Hr	H3 H2	2	vz	e	eE	R	B'	M	faE	7	W	2 1	1 +
<i>Uncinia sp.</i>	Hc	H2	3	gz	e	eE	R	B	sM	fae	5	APS	1	•
<i>Leptopteris hymenophylloides</i>	Hr	H3	2	vf	e	eE	R	D	M	faE	7	Z	2	•
<i>Grammitis billardieri</i>	Hr	H1	2	gk	e	eE	R	D	M	faE	7	W	1	•
<i>Hymenophyllum sp.</i>	E	E1	2	vf	e	eE	E	D	M	faE	7	W	1	+

C. Mesquite savana (*Prosopidatum antillanum*) near Jauca, Puerto Rico.

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6	7	8a	8b	9a	9b
<i>Bucida buceras</i>	Pm	W6 W4 W3	3	ax	d	vE	R	E	M	FAE	6	C	5 4 3	+ ● ●
<i>Prosopis juliflora</i>	Pm	W5 W4 W3	1	vz	s	vE	R	E	X	faE	3	B	5 4 3	+ 1 +
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Pm	W3	1	vz	s	vE	R	E	X	faE	8	P	3	+
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Pp	W3	3	vz	s	vE	R	E	H	faE	10	G	3	●
<i>Andira inermis</i>	Pg	W4	3	vz	e	eY	R	E	M	faE	6	B	4	●
<i>Achyranthes indica</i>	Th	H2	3	az	d	vV	R	A	sX	FaE	8	B	2	2
<i>Ruellia tuberosa</i>	Hs	H2	3	az	d	vE	R	A	sX	FAE	8	B	2	+
<i>Malachra capitata</i>	Th	H2	3	az	d	vV	R	A	sX	FAE	8	G	2	+
<i>Chloris inflata</i>	Hc	H2 H1	3	gz	d	vV	R	B	X	FAe	5	B	2 1	3 1
<i>Evolvulus nummularius</i>	Hg	H1	2	az	e	vY	R	B	X	faE	8	P	1	●
<i>Acuan depressum</i>	Ch	L1	1	vz	e	vY	R	D	sX	faE	8	C	1	+
<i>Capparis flexuosa</i>	Pc	L2	3	ax	e	vY	R	E	sX	faE	8	B	2	+
<i>Phthirusa caribaea</i>	E	E4	3	az	e	vY	E	B	sX	faE	6	A	4	+
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Th	H2	3	az	d	vV	R	A	sX	FAE	5	P	2	●
<i>Tillandsia recurvata</i>	E	E5	2	gx	e	eY	E	B	M	fae	4	B	5	●
<i>Lippia nodiflora</i>	Hg	H1	2	ak	d	vV	R	B	sX	FAE	8	W	1	●
<i>Eragrostis plumosa</i>	Th	H1	2	gz	d	vV	R	A	sX	FAE	4	N	1	+
<i>Andropogon annulatus</i>	Hg	H1	2	gz	d	vV	R	B	X	FAe	4	P	1	●
<i>Sporobolus argutus</i>	Hc	H1	2	gz	d	vV	R	B	X	FAe	8	B	1	●
<i>Portulaca pilosa</i>	Ch	H1	1	nk	e	vE	R	D	X	faE	10	G	1	●
<i>Sida rhombifolia</i>	Th	H2	3	az	d	vV	R	A	X	FAE	5	X	2	+
<i>Tillandsia usneoides</i>	E	E4	2	gx	e	eY	E	B	M	fae	4	B	4	●

D. Holm-oak forest (*Quercetum ilicis*) in southern Portugal.

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6	7	8a	8b	9a	9b
<i>Quercus ilex</i>	Pm	W6 W4	3	ax	e	vY	R	F	M	fae	9	M	4 3	3 1
<i>Arbutus unedo</i>	Pm	W6 W4	4	hx	e	vY	R	F	M	fae	6	MM	4 3	+ 1
<i>Phillyrea media</i>	Pm	W4	3	ax	e	eY	R	F	sM	fae	8	M	3	1
<i>Viburnum tinus</i>	Pp	W4	4	hx	e	vY	R	E	M	fAc	6	MM	2	1
<i>Smilax aspera</i>	Ps	L4	4	hx	e	vY	R	D	sM	fae	6	M	2	+
<i>Erica arborea</i>	Pp	W4	1	nx	e	eY	R	E	sX	Fae	8	Af	2	+
<i>Pistacia terebinthus</i>	Pp	W4	4	vz	s	eV	R	E	X	FaE	8	M	2	+
<i>Cistus populifolius</i>	Pp	W4	4	hz	e	vY	R	E	sM	faE	8	M	2	+
<i>Rubus ulmifolius</i>	Hs	H4	4	vz	d	eE	R	D	sX	FAE	1-6	E	2	1
<i>Teucrium scorodonia</i>	Hr	H2	4	hz	d	eE	R	B'	M	FAE	8	At	1	+
<i>Scilla italica</i>	Gb	H2	3	gk	d	vV	R	C	sM	FAE	6	M	1	+
<i>Coronilla sp.</i>	Pn	W2	3	vz	d	eE	R	B'	sX	FaE	10	?	1	•
<i>Arum italicum</i>	Gb	H1	5	hk	d	vV	R	C	HM	FAE	6	ME	1	•
<i>Polypodium vulgare</i>	Ch	H1	5	hz	e	eY	R	B'	M	faE	7	W	1	+
<i>Sedum sp.</i>	Ch	H1	1	nk	e	eY	R	B'	X	faE	8	?	1	•

CANADA ONION : ITS METHOD OF SPREAD INTO CANADA ¹

WILLIAM G. DORE

Plant Research Institute
Canada Department of Agriculture, Ottawa

Résumé

Allium canadense (Ail du Canada) est rare et très dispersé au Canada ; on le trouve vers le sud, dans tous les états de l'est des États-Unis. La compilation des rares relevés anciens, ainsi que des nombreux relevés récents, démontre que cette espèce croît le long des voies d'eaux dans le sud-est de l'Ontario, dans la partie adjacente du Québec, ainsi qu'au Nouveau-Brunswick en des endroits fort éloignés les uns des autres, souvent sur les rives rocheuses des rapides et des chutes d'eaux, ainsi que sur les îles et les promontoires stratégiques, autour des cavernes, des baies abritées et des confluent. La dispersion s'est faite par les Européens, plutôt que par les voyageurs indigènes, à l'époque où les colons, les explorateurs, les missionnaires, les commerçants et les chasseurs pénétraient dans l'inconnu au moyen de canots et de petits bateaux. Les peuplements que l'on trouve maintenant sont anciens, localisés et denses par suite de leur multiplication végétative (pas de semences) et ne correspondent à aucun caractère du sol, du climat ni de la flore.

Abstract

Allium canadense is of rare and scattered occurrence in Canada, prevalent southward through the eastern United States. An analysis of the few old records, and numerous newly detected ones, shows the species to be localized along main waterways in southeastern Ontario, adjacent Quebec and in New Brunswick, at places widely separated, but usually on rocky shores, at rapids or waterfalls, on strategic islands and prominences, around caverns, sheltered bays or junction points. Dispersal has been by itinerant man of European (rather than aboriginal) stock, and happened during the pioneer period when explorers, missionaries, traders and hunters penetrated the wilderness by canoe and small boats. The present stands are of long-establishment, local and dense due to vegetative multiplication (no seeds), and show no relationship to soil, climatic or floristic features.

Introduction

The Canada Onion, *Allium canadense* L., despite the implication of its name, is one of the rarest of wild plants to be found within Canada. Southward into the United States it is of more general occurrence and becomes, in some areas, a common plant of rather uniform distribution. The variety declared as

¹ Contribution No 824, Plant Research Institute.

representative of the species, var. *canadense* the only one that occurs in Canada, is recorded, for example, for every state in the eastern half of the United States ; the distribution map given by the monographers, Ownbey and Aase in 1955, shows 259 stations plotted in U.S.A. as against four in Canada. Recent inquiry has revealed several additional stations for Canada, and the current study of their geographic disposition now allows informed speculation as to the history and means of spread of the variety into Canada.

When Linnaeus in 1753 assigned the formal name *Allium canadense* he was confident in the knowledge that the material provided by Pehr Kalm, his emissary in America, had been gathered in what is now New York State or eastern Pennsylvania. At that date (before our present political boundaries were established) this area was included in "Canada", – in contrast to "Virginia", all the territory to the south. Consequently Linnaeus' designation "habitat in Canada" was quite accurate and sufficiently adequate for the purpose of his world-wide flora.

But it is only recently, through the remarkable discoveries of the late Dr. Rousseau on the original Kalm manuscripts, that our knowledge has been clarified as to the precise location of this classical collection. In correspondence in 1968, Jacques Rousseau brought up the question of the identity of an "*Allium rupestre*" entered by Kalm in his diary for 25 June 1749, a name not appearing in any published version of Kalm's travels.

We know from the published versions (Benson, 1937), however, that on the evening of 25 June, Kalm and his guides pulled up their canoes on the rocky pavement by the falls on the upper Hudson River, there to spend the night on their journey northward to Québec. Presumably this is where Kalm first encountered his "onion of the rocks", in a habitat very characteristic of *A. canadense*. The site was where modern Saratoga stands.

At the time of Kalm's arrival there were only a few log shacks by the river-side, built by other wilderness travellers and, at the moment, vacant. When we accept Rousseau's contention that this original diary contains the source material of Kalm's projected (but never published) Flora of North America, we note his intention of applying a different name, and perhaps a more appropriate one, for his new *Allium* than that given by his mentor. There is no specimen of *A. canadense* preserved in the Linnaean herbarium ; furthermore, we note that Linnaeus did not describe the species in its proper place, with the numerous other species of the genus, in Vol. I of his great work – but later, as an addition, in an appendix to Vol. II. Perhaps Kalm sent only the succulent bulblets to Sweden, complete specimens being too difficult to dry.

Botanical exploration over the years, and particularly during the last decade, has revealed the presence of *Allium canadense* in Canada at numerous stations not known to former compilers. The discovery of new stations, it should be noted, is not an indication that the species has recently spread, or is springing up

rapidly as a weed. (An example of an *Allium* species of this category is the invasion of wheat fields and hay meadows in the Niagara area by *A. vineale*, detected first in 1970 (Mulligan, 1970) but for many years a pest of waysides, fields and lawns in the United States). No, the newly detected stands of *A. canadense* are invariably ones of long-standing, usually on rocky shores, on cliff-tops, on islands, in out-of-the-way places not always easily accessible by road; they are not in places recently disturbed by man nor in places where diaspores, discarded or dispersed by modern residents or travellers, would be expected to lodge, such as dumps or roadsides. The details of these occurrences will be given in reference to the accompanying maps.

The occurrence of *A. canadense* in the northern portion of its range, as presently known, is shown in Figure 1. The stations entered for the portion of the United States are based on the overall map of Owbey and Aase (1955) and other sources. The northern boundary of the main population, where the species is more or less continuous, runs across the southern counties of Ontario along Lake Erie. It is the stations lying beyond that are of particular concern in the present paper.

Biology of *Allium canadense*

We should first review the habit of growth and reproduction of *A. canadense* so as to understand the peculiarities of its dispersal in contrast to other native species, for example *A. tricoccum*, of more widespread occurrence. The bulbs of *A. canadense* are essentially spherical with the outer scales converting into a finely netted covering of fibres in the autumn (Dore, 1964). These bulbs

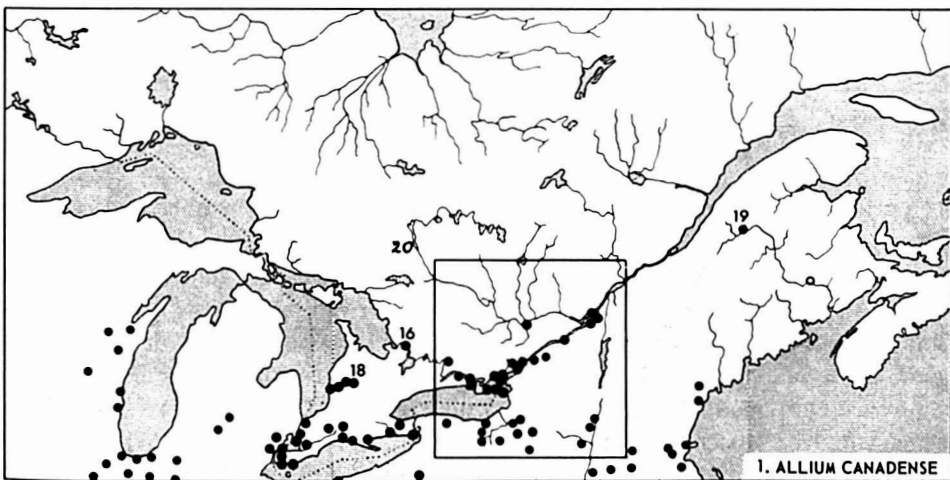


Figure 1. *Allium canadense*: northern portion of range in eastern Canada and United States. Stations numbered as in text. Inset area enlarged in Fig. 2.

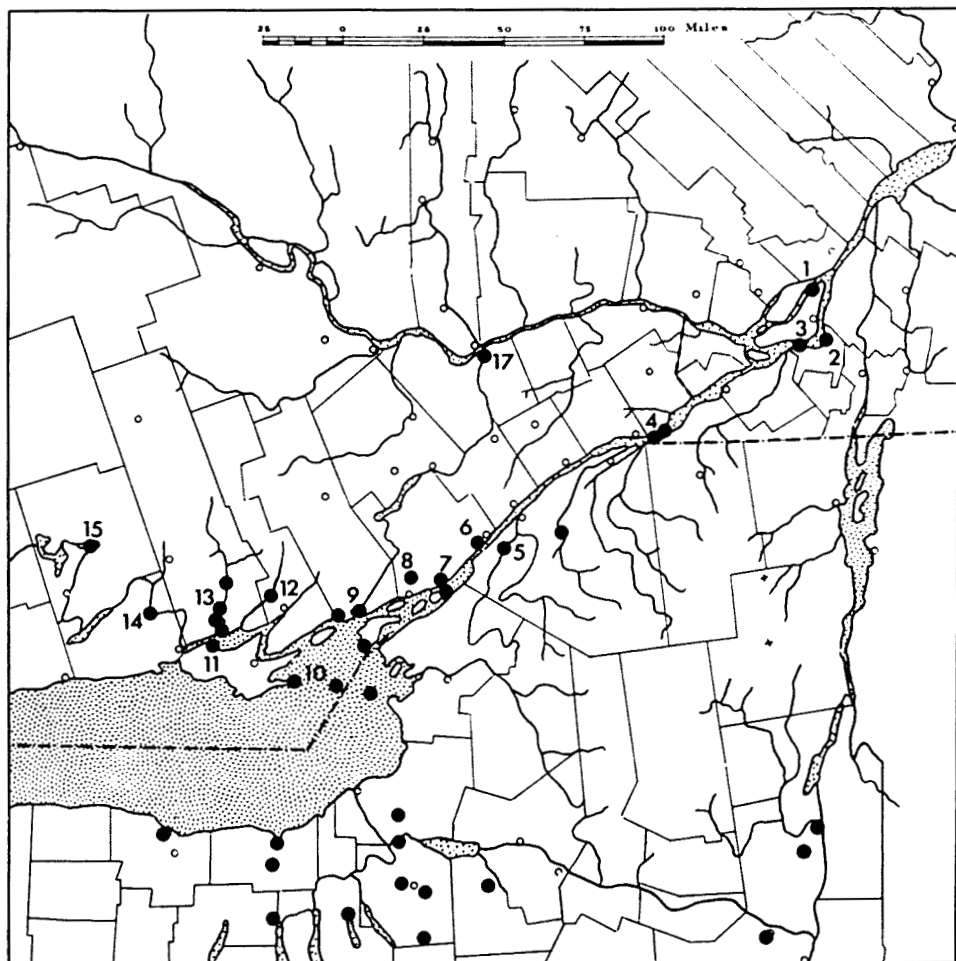


Figure 2. Stations for *Allium canadense* numbered as in text.

are perfectly winter-hardy ; they even start to sprout in November and produce leaves an inch or so long by winter's freeze-up. These same leaves continue their growth in early spring and produce long, narrow and flattened leaves. A slender stem a foot or more high is then formed from among the leaves and by June a cluster of bulblets forms at the tip, breaking out of a sheath on enlargement. Sometimes a few long-stemmed pink flowers are formed, especially when plants are cultivated, but these never produce seeds. This sterility feature confirms with the observations of other authors and seems unrelated to ploidy level. Two Ontario collections have been found, by G. A. Mulligan, colleague of the writer, to be tetraploid, $2n = 82$, viz. No. 21010 from Point Anne, Bay of Quinte ; No. 21360 from Meyer's Island, Trent River. Reproduction is solely

by vegetative means, by the bulblets which fill, dry, and finally break away readily from the stem in mid-summer, after which the parent plant essentially disappears from view. The bulblets do not travel far, consequently a very dense colony of separate plants, all of the same genetic constitution (a clone), tends to develop within the immediate vicinity. Should a colony be situated on the flood-shore of a river or stream, violent spring currents could conceivably move the bulblets downstream to new sites, but this means of dispersal does not seem to be effective ; plants apparently do not establish in wet, marsh-covered soil and no long-extended shoreline stands have been noted in the field. On its own, the species appears to be well-adapted for multiplication and for persistence from year to year, but not for widespread dispersal.

Localities for *Allium canadense*

The 20 localities here selected for discussion are numbered in accordance with the maps. A total of 46 Canadian specimens have been preserved in five main herbaria (CAN, DAO, MTR, QUK, TRT). The labels on the specimens as well as published records provide the data for evaluation ; several sites have been visited personally by the writer or by his correspondents.

1. RIVIÈRE DES PRAIRIES

The actual specimen is labelled, "rivage calcaire de la Rivière des Prairies, St. Joseph, 11 juillet 1932, Fr. Marie-Victorin et Fr. Rolland-Germain 49,171 ". At St. Joseph, located on the north side of Montréal Island, is the first stretch of strong rapids on the route up this river (a branch of Ottawa River) from its confluence with the St. Lawrence. The onion has not been collected again at St. Joseph, nor at any other point along Rivière des Prairies, hence it is considered to have been quite localized there, and now probably extinct. The rapids would certainly interrupt travel up the river and require travellers to portage their canoes and goods, and likely to camp temporarily or permanently, and thus leave some onion bulbs behind. This occurrence would be much like the habitat at Saratoga, encountered by Kalm.

2. LAPRAIRIE

Frère Marie-Victorin in *Flore Laurentienne*, 1935, cited but a single locality for Québec, "lieux humides dans les environs de Laprairie" on the St. Lawrence, opposite Montréal. The specimen is more precise, "à la rivière St. Lambert, 8 juillet 1930, Fr. Cléonique-Joseph ", and presumably was collected at one of the several landing places in the mouth of that small river near the town, not on the open St. Lawrence shore proper. It is well to appreciate that Laprairie, originally, terminated one of the most important travel routes in Canadian history, that from New York to Montréal via the portage from St. Jean on the Richelieu. Pehr Kalm travelled this portage on horseback.

3. ISLANDS AT LACHINE RAPIDS

The sole report in Macoun's *Catalogue of Canadian Plants* (Part IV page 36, 1888) for *A. canadense* in Québec, "Montréal Island, above Nun's Island, 1821 (Dr. Holmes)", requires some corrective interpretation. Holmes' specimen, the earliest we have for Canada, is still preserved at McGill University; its label reads, "Island above Nun's Island", and is so-cited by Barnston (1859a). The site therefore is not on the mainland of Montréal Island (i.e. at present-day Verdun) but on one of the small islands in the river at the foot of the Lachine Rapids; it is important to make this distinction.

We have a much later specimen, "île aux Chevaux, île du St. Laurent, Caughnawaga; 5 juillet 1943, Fr. Marie-Victorin & R.-Germain". The location of "île aux Chevaux" is not shown on available maps but it is assumed to be at the head of the Lachine Rapids rather, and consequently there may be some relationship to the occurrence on the un-named island mentioned by Dr. Holmes. There is the possibility that the collections are from the same island.

On the basis of the few Québec records, Marcel Raymond (1950) regarded *A. canadense* as a component of the rich Hochelaga Archipelago flora consisting of species not found elsewhere in the Province, but he avoided the difficulty of explaining the existence of such an isolated enclave. We must realize, however, that this particular area in Canada was the meeting place of prehistoric as well as modern transportation lines and was perhaps the most important centre for aboriginal activity during the late stages of post-glacial history when the waters of Champlain Sea finally had receded to their present-day position.

4. LAKE ST. FRANCIS, ST. LAWRENCE RIVER

Several sites for Canada Onion were found on four islands in the St. Lawrence River about 60 miles above Montréal in the spring of 1964 by George N. Gogo, amateur archaeologist of Summerstown, Ont. These stations, however, were obviously of long-standing and Mr. Gogo expressed the opinion (in corresp.) that "there is no doubt that the plant was carried here long ago by the aborigines or by the early voyageurs". *Allium* was found on North Crab Island about 2 miles below Cornwall and on Dickerson's Island, both on the Québec side of the interprovincial boundary adjacent to the present-day St. Regis Indian Reserve, also on Ross Island and on Kit-Kit Island about 10 miles downstream but on the Ontario side of the boundary. The plants grew "on high ground, 20 to 25 feet above water level" and well back from the shore, indicating that the propagules had not floated in by chance on the water. On each of the islands mentioned, aboriginal artifacts were recovered from the soil nearby. There was definite inconsistency, however, in that the *Allium* was lacking at known archaeological sites on other islands and on the mainland and a uniform time-link with any one of the several aboriginal cultures represented could not be drawn.

5. ST. LAWRENCE COUNTY, NORTHERN NEW YORK STATE

A specimen is cited as " shore of Black Lake Morristown, N.Y., July 1, 1914, O.P. Phelps 324 " by Ownbey & Aase (1955). Black Lake, 15 miles long, runs parallel to the St. Lawrence River and about 5 miles to the south of it. It is part of the Oswegachie drainage flowing eastward and its headwaters are near the Indian River flowing westward into lake Ontario. The combined course of these two minor river systems, however, is known to have provided a more direct and more sheltered route than the St. Lawrence for parties of Indians travelling from the Mohawk valley northeastward. Another nearby locality is provided by Phelps, " Canton, St. Lawrence County, 28 June 1916 ", on a specimen preserved at University of Syracuse : these two records appear to be the only ones from that area of the State, removed some 100 miles from the others to the south.

6. JONES CREEK SITE, NEAR BUTTERNUT BAY, ONTARIO

Sparse plants occur on the shaded talus beneath an overhanging limestone cliff along Jones Creek just where it enters, as a quiet inlet, into the north side of the St. Lawrence. The cave-like formation presented here (a formation not found at many other places along the river) would offer good shelter for travellers and, presumably, bands of Indians camped over the winter or permanently there although the site seems never to have been investigated from an archaeological standpoint. The *Allium canadense* was first encountered at this point in 1955 ; subsequent searches indicated that it was indeed restricted to a few large patches on the steep slope and to the crest of the cliff above. Such localization at first suggested that the onion was an introduction in modern times, especially since miscellaneous garbage had been thrown off the same cliff-top from a roadway nearby. Specimens collected in 1955, 1958 and 1961 are available ; plants cultivated in the experimental garden at Ottawa grow into much more vigorous plants than in their natural site and produce petaliferous flowers in addition to the head of vegetative bulblets (Dore, 1964). May-apple (*Podophyllum peltatum*) and a few other species are also found near the cliffs, as rarities, somewhat removed beyond the main front of their ranges.

7. THOUSAND ISLANDS AREA

A few onion plants were found in 1961 at Mallorytown Landing, Ontario, on the crest of a granitic terrace about a quarter mile back from the shore of the St. Lawrence River. The terrace runs for several miles along the river, but the particular point at which the onions grew was unusual in that, from it, a clear view could be had of the great river for many miles downstream. A few onions were also found on Adelaide Island, of but a few acres extent, well out in the channel off Mallorytown Landing. Several other islands of the Thousand Islands archipelago have been surveyed floristically but *A. canadense* has not been found on them. It happens that Adelaide Island is one of the last islands

at the downstream end of the archipelago and, from it, there is a long stretch of open quiet water eastward. It seems that it would be the last, or the first, place to stop while travelling the St. Lawrence to or from Montréal. Aboriginal artifacts have been found in the general area, especially on nearby Grenadier Island; an Indian site known as Toniata, apparently a chief marshalling place for canoe flotillas, is located at a sheltered narrows just a mile or two above. In the vicinity of the "look-out" site on the ridge there is a concentration of several food or useful plants, not of usual occurrence in the region: *Podophyllum peltatum*, *Corylus americana*, *Apios americana*, *Anemonella thalictroides*, *Taenidia integerrima*, *Phytolacca decandra*, *Quercus* spp., *Carya* spp., *Juglans nigra*, *Staphylea trifoliata*, *Desmodium*, *Viburnum*, *Monarda*, *Vaccinium*, etc. (Soper *et al.*, 1963). The whole area is now much disturbed by modern settlement and commerce, yet there is this local concentration of special native species persisting in unkempt niches, a fact which seems significant.

8. CHARLESTON LAKE, LEEDS COUNTY, ONTARIO

A single patch of Canada Onion was discovered as late as 1968 under pine trees on the shore of this large and irregularly shaped lake by a party of Queen's University botanists surveying the flora of this area (specimen 24305 Dore *et al.* with photo). The plant, not found elsewhere, was considered to be highly localized. Even though the onions were near a summer cottage, there was no indication that they had been transplanted there recently or intentionally. Their location, however, was most significant — at the neck of a long peninsula separating two arms of the lake, at a deep and sheltered cove from which it was but a few hundred steps over to the other arm of the lake, making a short portage when travelling by water in summer or by ice in the winter. Charleston Lake is hidden in rough igneous terrain of the Frontenac Axis and it is evident that there had long been travel to it by the aborigines, hunters, lumbermen and settlers, the St. Lawrence "front" being just some fifteen miles away via the almost straight course of the Gananoque River.

9. KINGSTON, ONTARIO

In 1964, *A. canadense* was discovered on Bell Island, a small marshy island at the mouth of the Cataraqui River by A. E. Garwood, a person with extensive knowledge of the local flora. The onion had not been known from the Kingston district previously. On Bell Island it grew at one place only, in a grassy area just at the top of the beach "right where we landed and pulled up the boat". The plants were plentiful and must have got started at that spot many years before, according to a considered report of Mr. Garwood and Harold Zavitz who returned to inspect the site more fully. The particular island is situated in quiet water and is the first in the entrance to the river from Lake Ontario. Such a place would undoubtedly be the ideal marshalling point for voyageurs making up their packs prior to the long journey northward through the Rideau system to the Ottawa waterway.

A few years later in 1969, a dense patch of *Allium* was discovered covering the top of an exposed granite knoll above the dam at Kingston Mills, about two miles distant from Bell Island and overlooking the channel leading upstream from it (*vide* S. Vander-Kloet). In 1965, *A. canadense* had been found along Collins Creek on the west side of Kingston, a short distance in from Lake Ontario. At all three locations, other isolated species were present, respectively, *Taenidia integerrima*, *Ranunculus fascicularis*, *Saururus cernua*.

10. ISLANDS OF EASTERN LAKE ONTARIO

During the course of surveys by Robert Hainault in 1963 of the isolated limestone islands which link Long Point of Prince Edward County, Ontario, with Stony Point, Jefferson County, N.Y., a distance of about 45 miles across the eastern end of Lake Ontario, *A. canadense* was found at four places: tip of Long Point; on Main Duck Island and Yorkshire Island about midway across; on Stony Island near the New York mainland. This island chain, although treacherous, is known historically to have been the direct route followed by the more adventuresome trading and raiding parties moving between two great centres of Indian settlement, that of The Iroquois in the Oneida and Mohawk valley and The Hurons in the upper Trent system. Champlain went this way in 1615, and various groups of boat travellers in later times. Ample foodstuffs would be carried on this route in case a stop-over would be forced by unfavourable weather conditions. Onion bulbs must have been among these foodstuffs. Hainault (1968) has observed that on Stony Island the onions are located on the only high shore which makes a good look-out point for observing Galoo Island.

11. NARROWS OF BAY OF QUINTE

Near the village of Point Anne, three miles east of Belleville, wild onions are very numerous over an acre or two of limestone pavement at a sheltered cove on the north shore of the Bay of Quinte (specimen and photo No.20291 Dore, 15 June 1963). The plants are confined to soil-filled cracks in the pavement or to patches of thinly accumulated soil supporting practically no other vegetation.

On June 12, 1884, John Macoun had collected *A. canadense* at "Massasaga Point", directly opposite Point Anne on the south side of Bay of Quinte. Since no subsequent records had come to notice, a special visit was made to the place, now spelled Massasauga Point, in 1964, eighty years later. A resident of the property, Mrs. C. Coon, said that 'leeks' grew around the area, "definitely in one patch at Sandy Cove" where she gathered them in the spring. Sandy Cove is a bay on the eastern side of the point, still attractive for picnicking and camping on account of its suitability for mooring sailing craft; presumably it was a camping site in earlier and prehistoric times also. A search of a wide

area was made but *Allium* could not be found at any other place, but perhaps failure was due to the lateness of the season, the desiccated nature of the rocky pavement, or to the intensive grazing by a large cattle herd.



Figure 3. Canada Onion forms dense stands in arid soil among rocks on shorelines: its foliage withers in June as bulbets form at top of stem. — Pt. Anne, Lake Ontario.

'The Narrows' formed by the opposing points, Point Anne and Massauga, and just one mile across provide the most logical stopping place in the early days on the direct water route along the north shore of Lake Ontario with a short portage at The Carrying Place. This water route also leads towards the valleys of the Moira and Trent Rivers, well-known in the early days of land settlement and of travel by Europeans.

12. SALMON RIVER AT FOREST MILLS, ONT.

The Salmon River is a small straight-flowing stream entering the Bay of Quinte at Shannonville from the north-east. Settlers entered this area in the early 1800s; the Indians of the Tyendenaga Tribe used the river for inland penetration; it is also thought that a band from the Ottawa area joined Champlain's war-party against the Iroquois in 1615 via this route. *Allium canadense* was not known to occur in this long-settled area. It was found in 1966 among

the limestone rocks below the falls at Forest Mills (Dore No. 22189), the first portaging site on the river, about 15 miles above its mouth at Lake Ontario, and would provide a site for camping and fishing.

13. MOIRA RIVER SYSTEM ABOVE BELLEVILLE, ONT.

Macoun (1888) mentioned *Allium canadense* as occurring "along the Moira at the paper mill, Belleville, Hastings County". There is no substantiating specimen in preservation and the site now marks the centre of the city, but there is no reason to doubt the authenticity of the old record. The founding of Belleville was undoubtedly caused by the presence of water power at this place and there was a large Indian settlement there previously. The possibility of Canada Onion occurring there in early times is supported by the finding, on 16 July 1968, of a small patch of plants about three miles from the mill site, at Canniffstown, an equally old settlement built around the next set of waterfalls. Here the plants were located on the limestone pavement a short distance below the dam, at a site where a shallow trough would allow the pulling-in of boats from the otherwise rapid waters (specimen and photo No. 24268 Dore & Marchant).

Farther up the Moira about 12 miles, near the hamlet of Latta, the river has cut fantastic erosional forms, essentially deep caverns, in the limestone, popularly known as "The Scuttle Holes". These almost impenetrable channels and chasms, still in a remarkably rustic condition and apparently not formerly investigated by botanists, were found on 30 May 1967 to provide a few, but very dense, patches of *Allium canadense*, which presented the impression of long-time establishment. Presumably the area was a winter campground for the aborigines, a hide-out place or shelter for later wilderness travellers.

14, 15, 16. TRENT WATERWAY, ONTARIO

Macoun (1888) also records, "Meyer's Island in the Trent above Meyersburg, Northumberland County". The Trent System of canals has much altered the shape of Meyer's Island since Macoun's time; originally the island was bordered on both sides by rapids which terminated the long stretch of quiet water known as Percy Reach. It was visited on 21 July 1964. At its lower end, in a grove of Red Cedars and Hawthorns, a single large patch of *A. canadense* was located; alongside was a large clone of *Podophyllum peltatum* f. *polycarpum*, the only one known in Canada. On the mainland opposite, Groundnut (*Apios americana*), the southern Filbert (*Corylus americana*), Red Plum (*Prunus nigra*), Saskatoon-berry (*Amelanchier alnifolia*), Bee-balm (*Monarda fistulosa*) and Yellow Pimpernell (*Taenidia integerrima*), all rather rare and localized considerably beyond their main ranges, were also found. Such an accumulation of out-a-the-way species surely indicates transport by human agency, not by any means of natural dispersal.

The Trent River leads on to Rice Lake, where an ancient " mound-builder " culture originally developed around a reliable supply of *Zizania palustris*, and then on to Stony Lake; this is the well-documented route to Huronia by which the aborigines migrated between Lake Ontario and Georgian Bay of Lake Huron.

On 8 July 1968 a visit was made to Otter Island in Stony Lake, the island made famous in the writings of the pioneer naturalist, Catherine Parr Traill, who spent her summers there over a hundred years ago. Otter Island is a small granitic and almost barren mound forming one side of the channel, between Juniper Island, on the main course through the lake. No trace could be found of the Sweet-grass (*Hierochloë odorata*) which Mrs. Traill said she had planted there from roots brought by the Indians from some secret source — but *Allium canadense* was detected on an open rocky area known as " The Park " ! Presumably this wild onion was another of the useful plants, like the Wild-rice, which she had bargained the Indians to bring to her, but no mention of it is made in her writings.

No further knowledge of the existence of *A. canadense* along the Trent System is available except for a specimen from Sparrow Lake, a broadening of the Severn River, near the Georgian Bay end of the canal system, collected " in damp ground on shore " by D. L. Robb in 1936 (preserved in Herb. TRT). The scarcity of specimens and records from so well known an area, and complete lack of specimens from " Huronia " and Bruce Peninsula, are features which must be considered in our conclusions.

17. OTTAWA DISTRICT

Very interesting records are provided by two specimens collected by John Macoun, " above Billings Bridge along the north side of the Rideau River below the P & O railroad bridge, 18 June 1908 " (in Herb. CAN) and " along the Rideau River above Billings Bridge, 4 June 1898 " (in Herb. TRT). Although separated by 10 years, the collections possibly came from the same stand, located near the foot of the Hog's Back Rapids. The onion has never again been collected in that vicinity, nor elsewhere in the surrounding Ottawa district, an area intensively explored by numerous professional and amateur botanists ever since the first settler's son, Braddish Billings Jr., made a list of its plants in 1866. The particular site is unusual in that it is one of the few stretches of original Ottawa-to-Kingston shore not flooded by the Rideau Canal construction in the 1830's ; it is also unusual in containing several other highly localized species, several of which can be assigned to some category of usefulness for the Indians or backwoods settlers (for listing of such species, see Dore 1962). The inference to be drawn is that some onion bulbs or bulblets were carried to the site by river travellers northward from the Kingston terminus of the system.

18. MAINTLAND RIVER, ONTARIO

The rather far-isolated station plotted by Ownbey & Aase, "Wingham, Huron County, Ont., 14 June 1891, J.A. Morton (NY, RM)", at first stimulated scepticism since no other record was known from that direction. Explorations however, since 1966, have revealed the existence of *A. canadense* at some four sites along the Maitland River, extending from the rocky flood-shores near its mouth at Lake Huron to within 10 miles of the town of Wingham. The species is not continuous along the river; rather it is localized at sites below rapids or under high cut-banks, sites likely to be frequented by explorers, early hunters or fishermen. It is known that there originally was a group of canoe-travelling Indians settled at the mouth of the Maitland at Goderich and these were visited by Roman Catholic missionaries from Detroit, years before the establishment of Goderich in 1829. Despite the fact that Morton's collection is early, it is the opinion of the author that the onion was brought first to the mouth of the river and from there carried upstream into the interior.

19. ST. JOHN VALLEY, NEW BRUNSWICK

The most far-removed of all valid *A. canadense* records in Canada is that from "St. Francis Parish, Madawaska County, N.B.; A. H. Moore 1309, 13 July 1903", cited by Ownbey & Aase. The locality is in the 'pan-handle' of New-Brunswick, on the upper St. John River, some 200 miles from the nearest other known stations at Montréal and in southwestern Maine. Albert Hanford Moore was an active amateur botanist, who, in the summer of 1903 with Professor Pease of Harvard, collected plants in "northern Maine and Quebec" according to his paper in *Rhodora* 11 : 178, 1909. Unfortunately he did not provide any detail on the precise habitat and abundance of the *Allium* or why it should be present at a place so isolated as St. Francis but, obviously, some bulblets must have been carried there by intelligent man. A relevant note is provided by Sturtevant (Hedrick 1919) who said that the lumbermen of Maine used a wild onion which grew in abundance on rock ledges along East Branch of the Penobscot River. Dr. Charles Richards, chief botanist at the University of Maine, informs the author (in corresp.) that although no specimen substantiates occurrence of *A. canadense* in the interior of Maine, the station indicated by Sturtevant was on one of the early canoe routes used by the wilderness travellers. It is difficult to decide whether the onion came to St. Francis northward by this route or eastward from the St. Lawrence via Temiscaouata, a route perhaps better travelled in the early days.

Another early station on the St. John River is recorded in the Bulletin of the Natural History Society of New Brunswick, vol. XI, page 49, 1893 : "near Mactaquac Island, St. John River, Geo. A. Inch." There is no specimen to support this record, said at the time to be the first for the Province. The original site was flooded out by the construction of the Mactaquac power dam

in 1969, before anybody thought to check on the matter. *Allium tricoccum* is also of scattered occurrence on islands in the lower St. John River and the report may rather refer to this species, as do those from southern Québec in Provancher's *Flore Canadienne* of 1862.

20. LAKE TIMISKAMING

A bag of "wild onions from a place called by the voyageurs *Le Jardin du Diable* at Lake Temiscameng" (Anon. 1858) was received by a W.J. Morris and grown at Perth, Ontario, over a century ago. The bulbs quite likely were *A. canadense* for, as Mr. Morris said, "though small, they are precisely the same as the cultivated kind", and he supposed "they had been sown by the early French Jesuits". Professor James Barnston (1859b) was quick to take up the matter and, after pointing out that the garden onion, *A. cepa*, would not survive in that part of Canada, added that the voyageurs "when grouped together round a camp fire, if any of them had picked up a few of these savoury little bulbs, a very earnest discussion would soon arise as to the comparative merits of *les oignons sauvages*". No collection of any *Allium* has ever been made in the area of Lake Timiskaming, the shores of which are now mainly flooded-out, yet the old report and the whereabouts of *Le Jardin du Diable* still remain worthy of enquiry today.

Conclusion

The means by which *Allium canadense* spread northward into eastern Canada in post-glacial times is indicated by the facts of its occurrence in nature, (a) mainly along the major waterways, (b) at sites spatially separated usually by many miles, and (c) located at places suitable for encampment by boat-travelling people of former years. The sites correspond with portages at rapids or waterfalls, with sheltered embayments or islands along the main travel routes; they are often at junctions of main waterways, on elevated sites advantageous for viewing a distance along the route, or at sites suitable for marshalling a convoy or for resting after a long haul. The species does not exhibit uniform dispersion through woodland, nor does it occur on terrain marked by any special edaphic condition; its habitat is usually an open one, sunny and often arid. Furthermore, there is no apparent relationship with climatic factors or with any of the recognized biological or floristic zones, and no indication that the species has been dispersed by the natural agencies of wind, water, birds, mammals or self-propulsion. The pattern of its occurrence is in striking contrast to that of the common woodland species, *A. tricoccum*, dependant on seed for dispersal.

The method of spread, rather, has been through the activity, purposeful or unintentional, of intelligent humans dependant on the natural waterways for travel into the wilderness by canoe and small boats, a chief means of transport

in vogue before the middle of the 19th Century. The period of dispersal may be narrowed, roughly, to the years between 1700 and 1850 – the period of inland exploration, of the fur-trade and missions to the Indians, of the heavy-timber trade – the period of pioneer travel by Europeans. Prior to this period, the aborigines had migrated far across the country and in pre-contact times were responsible for the transport of staple foodstuffs of plant origin : maize, beans, wild-rice, certain fruits and nuts, also of plants useful in other ways ; they seem however, to have had little interest in *Allium* species from the comestible standpoint. The fact that *A. canadense* occurs at some places of known aboriginal activity can be explained rather on the trade aspect, its procurement for those of European stock with a taste for spice-flavoured diets.

In later times, as food supplies became more reliable, the interest in native food plants declined and in settled land, garden onions and other sorts of vegetables became available. Today, the Canada Onion at the outer edge of its range in Canada is conceived as persisting at stations to which it was carried a century or so ago. Some former stations have been lost by modern development of farms, cities, floodings, etc. ; the original stations, however, were always widely dispersed.

References

- ANON., 1858. Is the onion indigenous in the north west of Canada? *Can. Nat. & Geol.*, **3**: 397-398.
- BARNSTON, J., 1859a. Catalogue of Canadian plants in the Holmes' herbarium. *Can. Nat. & Geol.*, **4**: 100-116.
- BARNSTON, J., 1859b. Geographical distribution of genus *Allium* in British North America. *Can. Nat. & Geol.*, **4**: 116-121.
- BENSON, A.B., editor. 1937. Peter Kalm's travels in North America. The English version of 1770. Dover Publications, New York.
- DORE, W.G., 1962. The Bladdernut shrub at Ottawa. *Can. Field Nat.*, **76**: 100-103.
- DORE, W.G., 1964. The Canada Onion. *Greenhouse-Garden-Grass*, **4**: 1-3 (Also in : *The Herbarist*, **36**: 34-38, 1970).
- HAINAULT, R., 1968. Flora of the islands of eastern Lake Ontario. M. Sc. Thesis, Queen's University, Kingston, 175 pages, mimeographed.
- HEDRICK, U.P., editor. 1919. Sturtevant's notes on edible plants. Lyon Co., Albany, N.Y.
- LINNAEUS, C., 1753. Species plantarum. Page 1195, Append. Vol. II.
- MACOUN, J., 1888. Catalogue of Canadian Plants. Part IV : 36.
- MULLIGAN, G.A., 1970. Wild Garlic, *Allium vineale*, a new weed in Canada. *Greenhouse-Garden-Grass*, **9**: 12.
- OWNBEY, M. and H.C. AASE, 1955. The *Allium canadense* alliance. *Res. Studies, State College of Washington*, Suppl. **1**: 106.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **5**: 147.
- SOPER, J.H., W.G. DORE and G. BORAIHAH, 1963. Distribution of rue anemone and its northern limit in Canada. *Can. Field Nat.*, **77**: 220-225.
- VICTORIN, FRÈRE MARIE, 1935. Flore Laurentienne. Montréal. 661 p.

CONTRIBUTION À LA RÉGIONALISATION DU SAINT-LAURENT

BENOÎT GAUTHIER

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Le Saint-Laurent constitue un système hydrographique complexe. Plusieurs auteurs ont tenté de le diviser par la voie de l'estuaire. Après avoir constaté le caractère changeant des limites de l'estuaire du Saint-Laurent, l'auteur propose de se rallier à la délimitation qui va de l'île d'Orléans, en amont, à la pointe des Monts — Matane, en aval, telle que suggérée par Dawson en 1913. L'estuaire est ensuite divisé en trois sous-régions : « haut estuaire », « moyen estuaire » et « estuaire maritime ». La description de la première sous-région, île d'Orléans — île aux Coudres, est plus élaborée puisque celle-ci n'a reçu que peu d'attention dans les différents travaux antérieurs au nôtre.

Abstract

The St-Lawrence is a complex hydrographic system. Many authors tried to divide it in using the estuary. Since the latter is understood differently from one author to the other, it is proposed to accept the boundaries of île d'Orléans, upstream, and pointe des Monts — Matane, downstream, as suggested by Dawson in 1913. The estuary is further divided into three subregions : « haut estuaire », « moyen estuaire » and « estuaire maritime » ; emphasis is put on the first one, île d'Orléans — île aux Coudres, which is seldom treated in the literature.

Introduction

Le Saint-Laurent représente un immense fossé de drainage à facettes multiples. Ainsi, ce talweg s'étend sur une longueur de plus de 1000 milles joignant les Grands Lacs à l'océan Atlantique ; sa largeur varie de moins d'un mille à plus de 300 milles. L'altitude de son lit a une valeur positive de 240 pieds en amont et une cote négative de 1500 pieds en aval. Tout son profil est soumis à des influences continentales et océaniques. Sur le plan biogéographique, par exemple, ces influences favorisent une grande diversité. Aussi, le Saint-Laurent occupe-t-il une grande place dans la vie québécoise et nord-américaine. Dans le monde scientifique, il retient l'attention des océanographes, hydrologues, géomorphologues, géologues, biologistes, économistes, géographes et autres.

Pour des raisons d'ordre dimensionnel, il est apparu, chez la plupart des spécialistes, un besoin de fractionner le Saint-Laurent. Toutefois, nous en sommes encore, à cause de la singularité tant des observateurs que de l'objet considéré, à des toponymes dont les définitions restent vivement discutées. Nous

essayerons ici de présenter quelques-unes de ces démarches et tenterons, par notre cheminement, de donner une définition du Saint-Laurent qui soit moins sectorielle.

Régions hydrographiques du Saint-Laurent

La délimitation du Saint-Laurent, nous entendons ses limites extrêmes, n'a pas trop préoccupé les spécialistes. En effet, un consensus semble s'être établi assez rapidement pour fixer la limite amont au lac Ontario, soit aux environs de la ville de Kingston, et la limite aval à l'océan Atlantique, par une ligne qui joint les caps Ray (Terre-Neuve) et Nord (île du Cap-Breton).

À propos de la régionalisation du Saint-Laurent, les chercheurs ont d'abord reconnu, peut-être bien longtemps après l'usage, trois parties : celle du fleuve, d'un estuaire et d'un golfe. Puis tout récemment, il fut convenu de les dénommer de la sorte : " fleuve du Saint-Laurent ", " estuaire du Saint-Laurent " et " golfe du Saint-Laurent ". Là s'arrête la progression et, après bien des années, le problème reste entier au moment de déterminer la place qu'il faut accorder à chacune des divisions à l'intérieur du Saint-Laurent. Sur ce dernier point, les auteurs ont semblé plus prolifiques.

Une constante se dégage des nombreux essais effectués en vue de diviser le Saint-Laurent : la plupart des spécialistes ont concentré leurs efforts sur la partie intermédiaire, l'estuaire. Une telle approche du problème est difficile, car cette section du Saint-Laurent est fort complexe ; on peut toutefois espérer, par une bonne délimitation, parvenir à définir les deux bouts et, ainsi, tout l'ensemble hydrographique. Notre discussion suivra également la démarche proposée même s'il n'est pas démontré que l'essai de caractérisation du fleuve et du golfe puisse conduire à une solution plus adéquate.

L'estuaire du Saint-Laurent

Plusieurs types d'estuaires existent dans le monde ; aucune définition universelle n'a cependant pu être trouvée. Le problème d'une définition acceptable revient à chaque fois qu'il s'agit de délimiter un estuaire. Pour éviter cette impasse, nous croyons que la définition d'un estuaire devrait répondre à un ensemble de critères plutôt qu'à un seul. Dionne (1963) et Brunel (1970) mentionnent six critères pour délimiter et subdiviser l'estuaire du Saint-Laurent en régions naturelles ; nous pouvons les regrouper de la sorte : 1) la marée ; 2) les courants de marée ; 3) la discontinuité dans la profondeur ; 4) la discontinuité dans la largeur ; 5) la discontinuité dans les masses d'eau telles que définies par la salinité et la température ; et le sixième critère, auquel nous avons ajouté le mot " espèces ", qui se lit comme suit : 6) la discontinuité dans la distribution des espèces et/ou des peuplements animaux et végétaux dominants. S'il est rare qu'un endroit du Saint-Laurent réponde aux six critères, on

conviendra de l'importance de rechercher des milieux, ou même des zones liminaires, qui en excluent le moins. Auparavant, nous analyserons l'expérience de nos devanciers.

UN ESTUAIRE ENVAHISSANT

Au début du présent siècle, une première définition de l'estuaire du Saint-Laurent est proposée par Dawson (1913) ; ce dernier en fixe la limite amont à l'île d'Orléans et la limite aval à Matane. Une vingtaine d'années plus tard, Blanchard (1935) étire la limite amont à Québec. Si on exclut ce léger déplacement et la définition inacceptable de l'estuaire¹ formulée par Marie-Victorin (1935), on peut affirmer que cette délimitation, des environs de l'île d'Orléans jusqu'à Matane, a persisté seule et fut utilisée pendant la première moitié du vingtième siècle.

Par la suite, les limites amont et aval proposées par Dawson (*loc. cit.*) sont critiquées et reculées par plusieurs autres auteurs. À propos du secteur amont, Bousfield (1953) est le premier à prolonger l'estuaire jusqu'au lac Saint-Pierre ; Hamelin (1959) devient le dernier à repousser la limite lorsqu'il englobe le lac Saint-Pierre dans l'estuaire. Aujourd'hui, nous retrouvons cinq possibilités pour établir la limite amont de l'estuaire du Saint-Laurent, soient la pointe est de l'île d'Orléans, Québec, Trois-Rivières, le lac Saint-Pierre à l'aval et à l'amont (tableau I). Quant à la limite aval de l'estuaire, elle change pour la première fois en 1950 lorsque le Bureau hydrographique international fait passer la limite, de Matane à la pointe ouest de l'île d'Anticosti. Hamelin (1966) propose une limite oblique aux rives du Saint-Laurent selon une orientation S.O.-N.E. et recoupant l'île d'Anticosti par son milieu. Toutefois, le même auteur (Hamelin, 1970), à la suite de Laverdière (1970), repousse finalement l'estuaire à la pointe est de l'île d'Anticosti. En aval, l'estuaire peut donc avoir quatre limites : celle de Matane, une deuxième entre cette ville et l'île d'Anticosti, une autre à l'ouest de l'île d'Anticosti et une quatrième, à l'est de la même île. Au terme de cette ère expansionniste, neuf longueurs de l'estuaire sont possibles ! Comment ceci a-t-il pu se produire ?

DÉMARCHES POUR DÉLIMITER L'ESTUAIRE

Cette partie du Saint-Laurent est composée d'un ensemble d'éléments que nous pourrions ordonner pour fin d'illustration. Ceux-ci seraient alors de longueurs inégales allant de très petites à certaines dont le recouvrement paraîtrait considérable. On s'est surtout servi des éléments les plus largement représentés, telles la marée et la salinité, en vue d'en arriver à une définition. Nous présenterons les cheminement rationnels rattachés à ces deux composantes principales.

¹ « ... portion d'un fleuve sujette aux marées d'eau douce ».

TABLEAU I

Délimitation de l'estuaire du Saint-Laurent d'après certains auteurs

Auteurs (année)	Localités		-Lac St-Pierre (am.) -Lac St-Pierre (av.) -Trois-Rivières		-Québec -île d'Orléans (av.)		-Tadoussac	-Matane	-île d'Anticosti (am.) (amont)	-île d'Anticosti (av.) (aval)
	0	50	100	200	300	400	500	600	mi.	
Dawson (1913)				_____						
Blanchard (1935)				_____						
Marie-Victorin (1935)	_____									
Anderson (1936)				_____						
Serv. hydrogr. can. (1942)				_____						
Raymond (1950)	_____									
Bur. hydrogr. int. (1950)								_____ ?		
Bousfield (1953)			_____							
Beaugé, (1956)				_____						
St. Lawrence Pilot (1957)				_____						
Brochu (1958)				_____						
Hamelin (1959)				_____						
Farquharson (1962)								_____ ?		
Dionne (1963)			_____							
Brochu (1963)			_____							
Serv. hydrogr. can. (1964)				_____						
Biays (1964)				_____ ?						
Nota <i>et al.</i> (1964)								_____ ?		
Keen <i>et al.</i> (1966)								_____ ?		
Rousseau (1967)			_____							
Brunel (1970)			_____							
Laverdière (1970)			_____							
Hamelin (1970)			_____							
Lasserre (1970)				_____						

Une première démarche pour délimiter l'estuaire semble tenir dans les propos de Laverdière (1970) :

«... comme la plupart des auteurs, rallions-nous dès le départ au critère suivant pour la délimitation d'un estuaire, à savoir la partie d'un organisme fluvial parcourue par la marée et ses courants, qu'il soit d'eau douce ou salée... »

L'acceptation de ces lignes, déjà émises par Guilcher (1954), nous procure un estuaire allant de la tête du lac Saint-Pierre jusqu'à l'est de l'île d'Anticosti selon Hamelin (1970) ou de la partie aval du lac Saint-Pierre à l'ouest de la même île, d'après Dionne (1963) (tableau I). Avec un critère identique, deux interprètes obtiennent une différence de plus de 140 milles. Il y a sûrement ici matière à réflexion.

L'estuaire d'Hamelin (1970) représente sans aucun doute l'étendue maximum qui puisse être donnée à cette division. Il se pourrait néanmoins qu'un autre auteur veuille le prolonger, dans sa partie amont, jusqu'à Montréal où la marée atteint six pouces d'amplitude (Rousseau, 1967), suivant l'intensité des marées et le débit d'eau douce du fleuve. Toutefois, nous pensons que le lac Saint-Pierre a beaucoup plus le caractère d'un lac que d'un estuaire et, qu'à ce titre, il faudrait éviter de l'inclure dans ce dernier. Finalement, à la lumière de deux postulats, nous sommes plutôt enclin à fixer la limite de l'estuaire fort loin à l'aval du lac Saint-Pierre.

Notre premier postulat s'appuie sur la signification du mot estuaire — *aestus* en latin — signifiant "marée" et, implicitement, "un organisme fluvial parcouru par la marée et ses courants" (Laverdière, *loc. cit.*); pour répondre à cette définition, la limite amont de l'estuaire du Saint-Laurent, à courant réversible, n'outrepasse pas la ville de Portneuf. Nous élaborons notre second postulat à partir de l'opinion d'Hamelin (*loc. cit.*); selon ce dernier, le terme "fluvial" strict ne correspond qu'à l'écoulement des eaux en une seule direction. Dans cette optique, la limite de l'estuaire descend donc de Montréal à Portneuf puisqu'à l'intérieur de ce secteur, les eaux sont dites "ralenties" (Rousseau, 1967), mais non arrêtées par le courant de marée. À notre avis, Portneuf constitue la limite de la marée dynamique. Ainsi, l'on semble outrepasser ou fausser le sens du mot *aestus* en faisant remonter l'estuaire du Saint-Laurent jusqu'au lac Saint-Pierre.

De plus, si l'on se réfère uniquement au critère de la marée, la limite aval de l'estuaire recoupe perpendiculairement l'île d'Anticosti entre Port-Menier et la pointe sud-ouest. C'est en effet à cet endroit, selon Farquharson (1962), que l'amplitude moyenne de la marée devient similaire à celle qui distingue le golfe du Saint-Laurent de l'océan Atlantique. Mais même s'il fixe la limite entre le golfe et l'océan selon une amplitude de la marée de 1.75 pieds, ce dernier auteur n'en adopte pas moins une amplitude moyenne de 3 pieds pour séparer le golfe de l'estuaire, amplitude obtenue entre Matane et la pointe ouest de

l'île d'Anticosti. Nous sommes à même de le constater, le critère de la marée est à lui seul difficile d'interprétation et laisse place à beaucoup d'arbitraire.

Une deuxième démarche, plus classique, adopte le critère de la marée et de la salinité des eaux de surface dont l'amplitude doit varier du taux de 30‰ (limites inférieures des eaux marines) jusqu'à une dilution de 0.5‰ (début des eaux douces). Ceci concorde avec la définition de Moore (1962): "*the estuary is the mouth of a river where tidal effects are evident and where fresh water and sea water mix*". Elle correspond également à celle de Pritchard (1967) qui présente un estuaire comme "*a semi-enclosed coastal body of water which has a free connection with the open sea and within sea water is measurably diluted with fresh water derived from land drainage*". Si l'on s'en tient aux définitions précédentes, l'estuaire du Saint-Laurent commence à la pointe des Monts pour se terminer à l'aval de l'île d'Orléans, soit une longueur d'environ 250 milles. Nous n'ignorons toutefois pas qu'il existe de l'eau marine au fjord du Saguenay par 80 pieds de profondeur. Le critère de la salinité des eaux de surface a déjà servi à délimiter plusieurs estuaires dans le monde, mais sa non-juxtaposition avec la marée dynamique pour le Saint-Laurent ne permet pas de clore la discussion.

Ainsi, ni la marée ni la salinité, considérées indépendamment, ne reçoivent l'unanimité chez les spécialistes. Cette partie du Saint-Laurent est imbriquée à la fois dans le fleuve et le golfe au point que nous pensons devoir adopter la démarche des régionalistes; celle-ci consiste à reconnaître un espace différencié selon une limite moyenne entre les chevauchements pour un nombre de variables plus ou moins grand.

RETOUR À LA DÉLIMITATION PREMIÈRE

Une troisième approche, plus globale, fait appel à un ensemble de critères autant physiques que biologiques. Nous adopterons cette démarche en nous inspirant principalement de Lasserre (1970) et Brunel (1970).

Pour établir la limite amont de l'estuaire à la pointe est de l'île d'Orléans, Lasserre a proposé les critères suivants :

1. l'élargissement du fleuve à cet endroit est de 4 à 5 fois la largeur en amont de l'île d'Orléans ;
2. c'est à cet endroit que se fait le passage des eaux douces aux eaux saumâtres ;
3. à l'amont, le Saint-Laurent s'écoule en milieu de plaine alors qu'en aval, le relief s'accuse particulièrement sur le versant nord ;
4. en hiver, la glace relie les deux berges du fleuve en amont de l'île alors qu'en aval, le jeu combiné des eaux saumâtres, de la marée et du vent empêche presque toujours une prise des glaces compacte.

Il convient, en outre, d'apporter quelques notes biogéographiques. Les organismes vivants ne constituent-ils pas les meilleures données de synthèse du

milieu? Ceux-ci vont également servir à préciser nos limites même à l'échelle du terrain. Nous ajoutons donc, pour un secteur limbaire dont les lignes extérieures sont comprises entre les lieux *pointe Samson et Montmagny – pointe Saint-Jean et Grosse-Île – Saint-Joachim et cap Tourmente* (figure 2), que:

5. douze plantes du littoral y ont leurs limites méridionales et treize, leurs limites septentrionales (tableau II, limbe amont) ;
6. sur le benthos se trouve la limite aval de vingt-trois espèces de Mollusques dont seize Lamellibranches et sept Gastéropodes ; également, parmi les Arthropodes, la classe des Crustacés est représentée par l'écrevisse (*Cambarus bartonii*), l'amphipode rayé (*Gammarus fasciatus*) et un isopode (*Asellus communis*), et la classe des Insectes, par une larve de libellule (*Hexagenia* sp.) ; en plus, la présence de quelques invertébrés vermiformes, planaires et sangsues s'y trouve interrompue (Bousfield, 1953).

La limite amont de l'estuaire fixée aux alentours de l'île d'Orléans est acceptée par Dawson (1913), Blanchard (1935), Anderson (1936), Beaugé (1956), St-Lawrence Pilot (Canada, 1957), Brochu (1958, 1960), le Service hydrographique canadien (Canada, 1964) et Biays (1964) (tableau I). De plus, tous les autres auteurs intéressés à la délimitation de l'estuaire utilisent cette limite lorsqu'il s'agit de le subdiviser.

À l'aide de nos données énumérées ci-haut, nous sommes maintenant en mesure de fixer la tête de l'estuaire à la partie aval de l'île d'Orléans. Dans notre optique, le "limbe Québec-Orléans" (Hamelin, 1970) est quelque peu exagéré et il faut le déplacer à l'aval de l'île (figure 2). Quant aux tenants d'une seule ligne précisément définie, nous suggérons les points de repère: *pointe Saint-Vallier – Saint-François – pointe aux Prêtres*.

Brunel (1970) établit l'extrémité aval de l'estuaire aux environs de pointe des Monts (rive nord) et de Matane (rive sud), à l'aide des critères suivants:

1. le courant circulant vers l'ouest dans la région de Sept-Iles est réfléchi par la pointe des Monts en un courant transversal au Saint-Laurent ;
2. il y a un rétrécissement marqué du Saint-Laurent à cet endroit ;
3. du Saguenay à la pointe des Monts, la variation de la salinité de surface est de 25‰ à 28‰, alors qu'elle varie de 25‰ à 30‰ dans le golfe ;
4. il y a arrêt de la majorité des populations de morues dans leurs migrations vers le nord-ouest.

Cette position semble d'ailleurs rejoindre celle de plusieurs auteurs océanographes (Nota et Loring, 1964; Keen *et al.*, 1966; Loring et Nota, 1969) ainsi que celle de plusieurs auteurs qui se sont penchés sur le problème: Dawson (1913), Blanchard (1935), Anderson (1936), le Service hydrographique canadien (Canada, 1942) et Rousseau (1967) (tableau I).

Cette troisième démarche nous incite également à placer les limites méridionales de l'estuaire à l'est de l'île d'Orléans et les limites septentrionales à *la pointe des Monts, sur la rive nord, et à Matane, sur la rive sud* (figure 1). Notre division du Saint-Laurent rejoint donc exactement celle de deux auteurs,

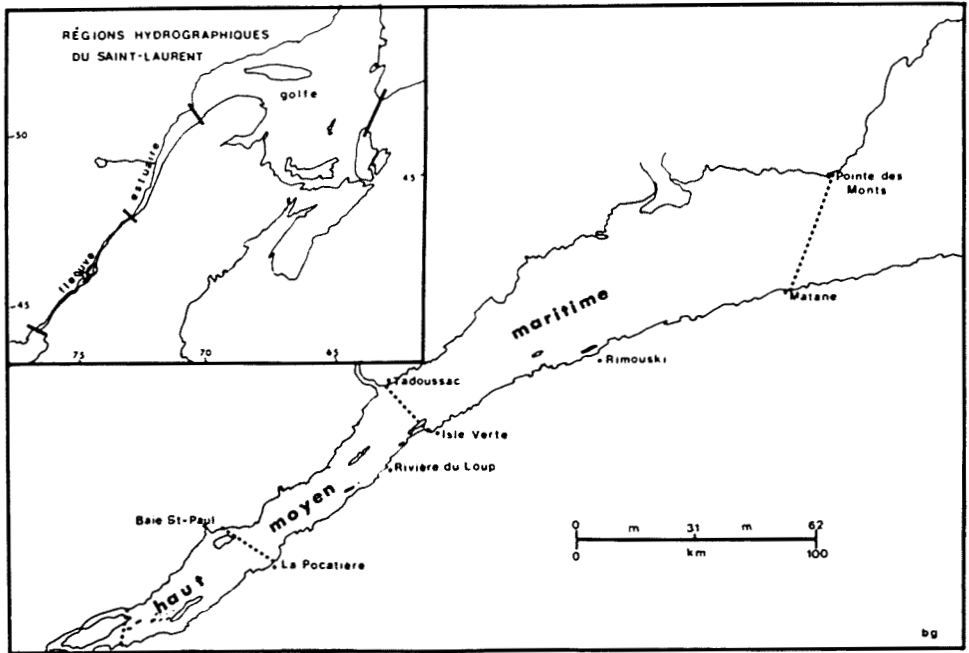


FIGURE 1. Sous-régions de l'estuaire du Saint-Laurent.

Dawson et Anderson, et du Service hydrographique canadien qui définissait, en 1942, l'estuaire de la sorte: " *The estuary of the St-Lawrence extends from the Gulf of St-Lawrence at pointe des Monts, which is properly the dividing point between the gulf and the estuary, to the vicinity of Grosse Ile or the lower end of Orleans Island* ".

Le Saint-Laurent se divise maintenant en trois régions hydrographiques: une première allant de l'entrée du lac Ontario jusqu'à l'aval de l'île d'Orléans, que nous considérons comme le fleuve; une deuxième qui lui fait suite pour se terminer à Matane, l'estuaire; une troisième qui s'achève à l'océan Atlantique, le golfe (figure 1). Ce sont trois régions d'inégale longueur: la première mesure 400 milles, la seconde 250 milles et le segment inférieur 350 milles.

L'estuaire du Saint-Laurent, bien qu'amputé de 350 milles par rapport à la définition d'Hamelin (1970), reste considérable et d'une grande diversité. Ceci dit, il convient de chercher à le rediviser en des unités plus réduites et homogènes. Nous essayerons en même temps de raccorder nos sous-régions à celles déjà existantes.

Sous-régions de l'estuaire du Saint-Laurent

À l'intérieur de l'estuaire du Saint-Laurent, tel que redéfini plus haut, la limite du fjord du Saguenay paraît acceptée par les auteurs pour des critères

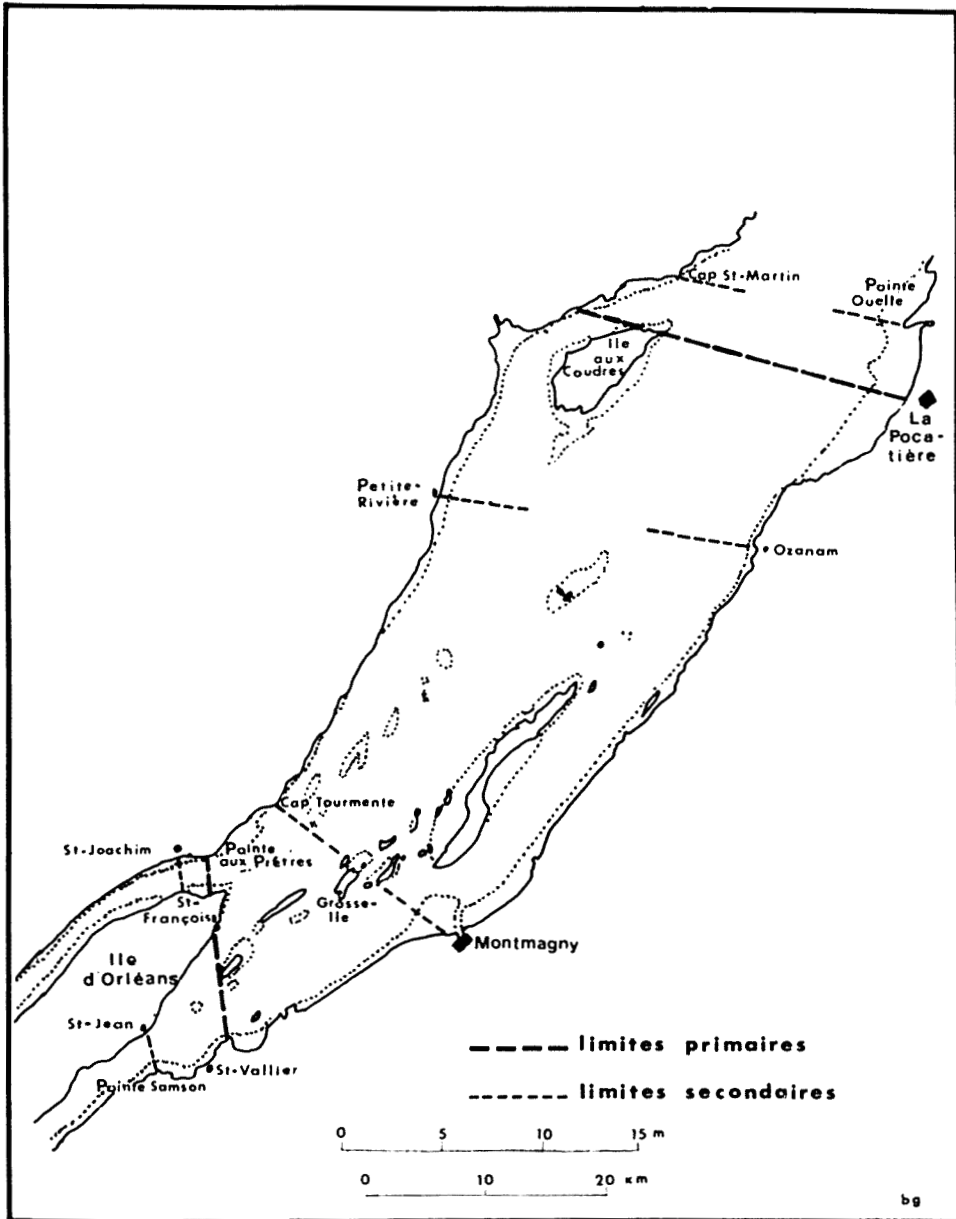


FIGURE 2. Les limites du haut estuaire.

de salinité, de morphométrie et de zoologie marine. Nous obtenons ainsi une première sous-région pour la partie aval de l'estuaire. Il semble approprié de conserver pour ce segment fjord du Saguenay – pointe des Monts, la dénomination d' "estuaire maritime" de Brochu (1958, 1960) (figure 1).

D'autre part, il existe une subdivision qui est malheureusement négligée par la plupart des auteurs, à l'exception de quelques biogéographes, biologistes

et géographes tels Marie-Victorin, Raymond, Rousseau, Bousfield et Brochu; celle-ci s'étend de la partie amont de l'estuaire jusqu'aux environs de l'île aux Coudres. Les trois premiers auteurs semblent favoriser une subdivision du Saint-Laurent aux alentours du comté de L'Islet, ce qui correspond, selon eux, au passage des eaux douces aux eaux salées. Toutefois, cette démarcation entre "l'estuaire d'eau douce à courant réversible" et "l'estuaire halophytique" de Rousseau (1967) ou "l'estuaire" et la "section maritime" de Marie-Victorin (1935) et Raymond (1950) laisse, même sur le plan strictement biogéographique, plus de problèmes qu'elle n'en solutionne.

L'étude de Bousfield (1953) sur la faune benthique de l'estuaire du Saint-Laurent et de la côte de Gaspé est plus intéressante du fait qu'elle distingue une zone particulière où se produit la transition entre l'eau douce et l'eau salée. En amont, l'auteur détermine une ligne qui va de Saint-Joachim, sur la rive nord, à Montmagny, sur la rive sud; cette coupure correspond à la limite de distribution en eaux douces de plus de trente espèces. En aval, il termine sa sous-région à Baie St-Paul, sur la rive nord, et à Rivière-du-Loup, sur la rive sud. Par la suite, Bousfield subdivise cette sous-région selon un tracé partant de Petite-Rivière (rive nord) et rejoignant la pointe Ouelle (rive sud); la limite en eau salée de quelques algues brunes telles *Fucus vesiculosus*, *F. serratus* et *Ascophyllum nodosum* sert alors de référence. La subdivision la plus à l'intérieur des terres correspond à la limite de neuf espèces marines euryhalines comprenant des Mollusques bivalves, *Macoma balthica* et *Mya arenaria*, deux Mysidacées : *Neomysis americana* et *Mysis stenolepis*, une crevette *Crago septempinosus*, des amphipodes, *Gammarus annulatus*, *G. duebenii* et *G. zaddachi oceanicus*, et un isopode, *Jaera marina*. L'autre milieu, de salinité plus élevée, s'enrichit de dix espèces marines telles *Mytilus edulis*, *Saxicava arctica*, *Littorina saxatilis*, *Metridium dianthus*, *Obelia dichotoma*, *Harmothöe imbricata*, *Nereis virens*, *Balanus crenatus*, *Idothea phosphorea* et *Hyale nilssonii*. Ces données montrent qu'il y a un réel intérêt à tenter de définir une ou des subdivisions pour ce secteur. Cependant, cette approche ne peut rencontrer entièrement notre adhésion à cause du point de vue trop partiel du problème.

Quant à Brochu (1958, 1960), il définit un "haut estuaire" allant de Québec, en amont, au cap aux Oies et la pointe Ouelle, en aval; pour ce faire, il s'appuie sur des critères morphométriques et de salinité. À notre avis, il paraît plus juste de délimiter une sous-région de l'estuaire comprise entre l'île d'Orléans et l'île aux Coudres (figure 2). Le limbe aval possède les dimensions suivantes: *Petite-Rivière et Cap St-Martin*, sur la rive nord du Saint-Laurent, puis *Ozanam et la pointe Ouelle*, sur la rive sud. Bon nombre de critères nous incitent à penser de la sorte:

1. la marée moyenne y est supérieure à 14 pieds;
2. le taux moyen de salinité varie de 0.5‰ à 17‰, soit uniquement les divisions oligohaline et mésohaline;
3. la température estivale de l'eau est supérieure à 60°F à partir de l'île aux Coudres vers l'amont;

TABLEAU II

Taxons ayant leur limite d'aire à l'intérieur du haut estuaire du Saint-Laurent

Limbe amont	Inter limbes	Limbe aval
limites méridionales		
<i>Cakile edentula</i> var. <i>edentula</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spergularia canadensis</i> <i>Iris setosa</i> var. <i>canadensis</i> <i>Juncus Gerardii</i> <i>Pedicularis palustris</i> <i>Potentilla pensylvanica</i> var. <i>litoralis</i> <i>Prenanthes trifoliolata</i> var. <i>nana</i> <i>Gentiana amarella</i> <i>Juniperus horizontalis</i> *** <i>Eleocharis halophila</i> *** <i>Carex nigra</i>	*** <i>Glaux maritima</i> *** <i>Ligusticum scothicum</i> var. <i>scothicum</i> *** <i>Elymus arenarius</i> *** <i>Calamagrostis neglecta</i> *** <i>Carex salina</i> *** <i>Carex salina</i> var. <i>kattegatensis</i> *** <i>Carex hormathodes</i> *** <i>Carex Mackenziei</i> <i>Solidago sempervirens</i> var. <i>sempervirens</i> <i>Limonium Nashii</i>	<i>Catabrosa aquatica</i> <i>Hippuris tetraphylla</i> <i>Mertensia maritima</i> <i>Plantago eriopoda</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Salicornia europaea</i> <i>Salsola Kali</i> var. <i>Kali</i> <i>Senecio Pseudo-Arnica</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spergularia marina</i> <i>Stellaria humifusa</i> <i>Zigadenus elegans</i> <i>Zostera marina</i> <i>Coelopleurum lucidum</i> * <i>Aster novi-belgii</i> * <i>Carex silicea</i> * <i>Carex subspathacea</i> * <i>Scirpus paludosus</i> var. <i>atlanticus</i> * <i>Puccinellia pumila</i>
limites septentrionales		
<i>Cicuta maculata</i> var. <i>Victorinii</i> <i>Lycopus laurentianus</i> <i>Lindernia dubia</i> var. <i>inundata</i> <i>Physostegia virginiana</i> var. <i>granulosa</i> <i>Scirpus Smithii</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Strophostyles helvola</i> <i>Salix interior</i> <i>Tillaea aquatica</i> * <i>Erigeron Provancheri</i> * <i>Cyperus rivularis</i> * <i>Aster Tradescanti</i> * <i>Isoetes Tuckermanii</i>	*** <i>Scirpus fluviatilis</i> *** <i>Carex lurida</i> *** <i>Carex lanuginosa</i> <i>Epilobium ecomosum</i> <i>Gentiana Victorinii</i> <i>Gratiola neglecta</i> var. <i>glaberrima</i> <i>Eriocaulon septangulare</i> var. <i>Parkeri</i> <i>Scutellaria parvula</i> var. <i>parvula</i> <i>Gerardia pauperula</i> var. <i>borealis</i> <i>Helenium autumnale</i> var. <i>Fylesii</i> * <i>Elatine americana</i> * <i>Polygonum punctatum</i> var. <i>parvum</i> ** <i>Zizania palustris</i> var. <i>brevis</i> <i>Verbena hastata</i>	<i>Xanthium Strumarium</i>

Les taxons, non précédés d'un symbole, ont été établis d'après C. Rousseau (1970, *in litteris*).
*D'après Raymond (1950); **d'après Dore (1969); ***d'après Lavoie et Gauthier (1970).

4. la profondeur moyenne des sections transversales s'établit entre 25 et 35 pieds ;
5. la vitesse maximum moyenne du courant dépasse 8 pi./sec. .
6. le limbe aval constitue les limites septentrionale et méridionale de vingt plantes vasculaires du milieu intertidal (tableau II, limbe aval). Selon Bousfield (1953), il en serait de même pour la faune marine euryhaline ;
7. à partir de l'île aux Coudres jusqu'à l'amont, l'estuaire connaît le régime des glaces fractionnées.

Nous pouvons encore mentionner, pour l'ensemble de cette sous-région, que la turbidité y est extrême et donne à l'eau une couleur laiteuse. Sur les rives, les conditions de marais prévalent et déterminent des formations végétales constituées principalement de Phanérogames. De plus, au moins vingt-quatre plantes ont leurs limites méridionales ou septentrionales à l'intérieur de cette partie de l'estuaire (tableau II, Inter Limbes). Outre la faune benthique, on y trouve parfois deux poissons d'eau douce tels l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) (Magnin et Beaulieu, 1960) et la barbue (*Ictalurus punctatus*) (Magnin et Beaulieu, 1965). Selon Rousseau (1967), ce milieu se prête particulièrement bien aux grandes pêches d'anguilles (*Anguilla rostrata*) et, d'août à octobre, le bar (*Roccus saxatilis*) y vivait en abondance. C'est là que les petites morues ou poissons des chenaux (*Microgadus tomcod*) croissent (*verbatim* J. L. Tremblay, 1970); de plus cette sous-région représente l'unique point d'arrêt pour l'oie blanche (*Chen hyperborea atlantica*) dans ses migrations annuelles sud-nord et nord-sud (Lemieux, 1959). Aussi, le paysage prend-il un aspect distinctif à marée haute et à marée basse: soulignons seulement la présence de trente-huit îles, îlots et rochers aux plus hautes mers et d'au moins soixante-six bancs de sable et récifs qui apparaissent à marée basse.

Tous ces éléments ne nous permettent plus de douter de l'identité de cette sous-région de l'estuaire. Nous retiendrons, pour celle-ci, le terme de " haut estuaire ". Le " moyen estuaire " se réduit ainsi à la partie comprise entre l'île aux Coudres et le fjord du Saguenay (figure 1). La terminologie que nous empruntons est celle de Brochu (1958, 1960).

Conclusion

Pour parvenir à une définition adéquate du Saint-Laurent, nous avons essayé d'en déterminer le membre médian qu'est l'estuaire. La marée et ses courants puis la salinité, deux critères largement utilisés pour définir les estuaires dans le monde, ont d'abord été considérés. La non-concordance de ces deux critères, particulièrement en amont du Saint-Laurent, nous oblige à opter pour un seul de ces critères ou à multiplier les éléments de définition. À la suite des multiples expériences antérieures, nous avons cru valable de poursuivre nos recherches en tenant compte de la deuxième partie de l'alternative. Ainsi, des critères additionnels de morphométrie et de biogéographie nous permettent de fixer la tête de l'estuaire à l'île d'Orléans et la limite inférieure à Matane et

la pointe des Monts. Les limites extrêmes sont clairement définies; quant à l'aspect intérieur, il se caractérise par la diversité des conditions hydrobiologiques. Pour bien décrire l'ensemble de l'estuaire, nous le subdivisons en trois sous-régions. Ici, notre travail descriptif devrait porter sur le haut estuaire, puisque l'estuaire maritime avait déjà été étudié. Tout n'a pas été dit et notre contribution laisse maintenant un schéma du Saint-Laurent qui facilitera la venue d'observations additionnelles.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à M. Serge Payette, écologiste, pour sa précieuse collaboration lors de la préparation du présent article. Un cordial merci aux professeurs Camille Rousseau, taxonomiste et Victorin Lavoie, écologiste, qui ont revu notre texte.

Références

- ANDERSON, F., 1936. Tides Tables for the Atlantic Coast of Canada. Can. Hydrographic Serv., pp. 6, 8, 32. Cité par Nadeau, A., 1938.
- BEAUGÉ, L., 1956. Le golfe du Saint-Laurent. *Revue Trav. Inst. Pêch. marit.*, **20** (1): 5-39. Cité par Dionne, J. C., 1965.
- BIAYS, P., 1964. Les marges de l'œcoumène dans l'est du Canada. Presses de l'Université Laval, Québec, 761 p.
- BLANCHARD, R., 1935. L'Est du Canada français. Beauchemin, Montréal, t. 1, 366 p.
- BOUSFIELD, E. L., 1953. Studies on the shore fauna of the St. Lawrence Estuary and Gaspé Coast. *Bull. nat. Mus. Can.*, **136**: 95-101.
- BROCHU, M., 1958. Problèmes et possibilités de la navigation d'hiver sur le Saint-Laurent. *Revue can. Géogr.*, **10** : 191-200.
- BROCHU, M., 1960. Dynamique et caractéristiques des glaces de dérive de l'estuaire et de la partie nord-est du golfe Saint-Laurent, hiver 1957-58. *Étud. géogr., Can. dir. Géogr.*, **24** : 4-7.
- BRUNEL, P., 1970. Essai : les grandes divisions du Saint-Laurent — Commentaires. *Revue Géogr. Montréal*, **24**: 291-294.
- BUREAU HYDROGRAPHIQUE INTERNATIONAL, 1950. Limites des océans et des mers. *Spec. Publs int. hydrogr. Bur.*, No 23, pp. 1-39.
- CANADA, 1942. Tides tables for the Atlantic Coast of Canada. *Tidal Publs, Ottawa*, **1**, 100 p.
- CANADA, 1957. St. Lawrence Pilot. Ottawa, Min. Mines Relevés Tech., Serv. Hydrogr. Can., 1ère éd. 534 p. Cité par DIONNE, J.C., 1963.
- CANADA, 1964. St. Lawrence Pilot 1963. Ottawa, Min. Mines Relevés Tech., Serv. Hydrogr. Can., 2e éd., p. 6.
- DAWSON, W. B., 1913. The Currents in the Gulf St. Lawrence. Ottawa Dept. Naval Serv., 46 p. Cité par DIONNE, J.C., 1963.
- DIONNE, J. C., 1963. Vers une définition plus adéquate de l'estuaire du Saint-Laurent. *Z. Geomorph.*, **7** : 36-44.
- DIONNE, J.C., 1965. Recension du manuscrit de L. Beaugé sur « Le golfe Saint-Laurent et l'obturation du Déroit de Belle-Isle ». *Revue Géogr. Montréal*, **19** : 147-148.

- DIONNE, J. C., 1967. Recension du livre publié sous la direction de G. H. Lauff sur « les estuaires ». *Cah. Géogr. Qué.*, **24** : 617-619.
- DORE, W. G., 1969. Wild Rice. *Publs Can. Dept. Agr.*, **1393**, 84 p.
- FARQUHARSON, W. I., 1962. Tides. Tidal Streams and Currents in the Gulf of St. Lawrence. Tech. Serv. Can. Dept. Mines, Hydrogr. Serv., 76 p.
- GUILCHER, A., 1954. Morphologie littorale et sous-marine. Paris, Presses Universitaires France, 216 p. Cité par DIONNE, J. C., 1967.
- HAMELIN, L. E., 1959. Sables et mer aux Îles-de-la-Madeleine. Québec, Min. Ind. Comm., 66 p.
- HAMELIN, L. E., 1966. Noms de régions. *Cah. Géogr. Qué.*, **20**: 253-262.
- HAMELIN, L. E., 1970. Essai : les grandes divisions du Saint-Laurent — Commentaires. *Revue Géogr. Montréal*, **24**: 290-291.
- KEEN, C., J.-E. BLANCHARD and M. T. KEEN, 1966. Gulf of St. Lawrence ; in R. W. Fairbridge, *Encyclopedia of Oceanography*. New-York, Reinhold, pp. 331-335.
- LASSERRE, J. C., 1970. Essai : les grandes divisions du Saint-Laurent — Commentaires. *Revue Géogr. Montréal*, **24**: 294-302.
- LAVERDIÈRE, C., 1970. Les grandes divisions du Saint-Laurent. *Revue Géogr. Montréal*, **24** : 283-287.
- LAVOIE, V. et B. GAUTHIER, 1970. Étude phyto-écologique du littoral de l'île aux Grues, des îles avoisinantes et de Montmagny. *Centre Rech. Eau, Univ. Laval, rapp. tech.*, 30 p.
- LEMIEUX, L., 1959. Histoire naturelle et aménagement de la grande oie blanche, *Chen hyperborea atlantica*. *Naturaliste can.*, **86** : 133-142.
- LORING, D. H. and D. J. G. NOTA, 1969. Mineral dispersal patterns in the Gulf of St. Lawrence. *Revue Géogr. Montréal*, **23** : 289-305.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU, 1960. Déplacements des esturgeons (*Acipenser fulvescens* et *Acipenser oxyrinchus*) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage. *Naturaliste can.*, **87** : 237-252.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU, 1965. Divers aspects de la biologie et de l'écologie de la barbue (*Ictalurus punctatus* Raf.) du fleuve Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, **92**: 277-291.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. Flore laurentienne. Frères des écoles chrétiennes, Beauchemin, Montréal, 916 p.
- MOORE, W.G., 1962. Dictionary of Geography. Pinquin Books, London, 191 p. Cité par DIONNE, J. C., 1963.
- NADEAU, A., 1938. Salinité des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. *Contr. Stn biol. St-Laurent Univ. Laval*, N° 11 ; pp. 1-19.
- NOTA, N. D. J. and D. H. LORING, 1964. Recent depositional conditions in the St. Lawrence River : A reconnaissance survey. *Mar. Geol.*, **2**: 188-235.
- PRITCHARD, D. W., 1967. What is an Estuary ? ; in G. H. Lauff, *Estuaries. Publ. AAAS*, No. 83, pp. 3-4.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, Contr. **5**, 147 p.
- ROUSSEAU, J., 1967. Pour une esquisse biogéographique du Saint-Laurent. *Cah. Géogr. Qué.*, **23**: 182-241.

À PROPOS DES PROPRIÉTÉS HALLUCINOGENES
DU *PSILOCYBE SEMILANCEATA*

ROGER HEIM

Muséum national d'histoire naturelle, Paris, France

Résumé

Notre excellent collègue le Dr Rolf Singer mentionnait dans une lettre écrite à notre ami R.G. Wasson la découverte qu'il avait faite dans l'ouvrage réputé et presque introuvable de J. Sowerby. Dans cet ouvrage "The Colored Figures of English Fungi or Mushrooms" (Londres, 1803), la planche (Tab. CCXLVIII) représentait deux champignons : l'*Agaricus semiglobatus* d'une part, l'*Agaricus "glutinosus"* (fig. 1, 2, 3) d'autre part. Ce dernier était l'objet dans le texte de Sowerby d'une référence à une intoxication de type hallucinatoire qui paraissait digne d'être relevée. Nous citerons le texte en question et discuterons la valeur de cette identification ainsi que la nature même du syndrome éprouvé à la suite de l'absorption du champignon. Fait indiscutable et historiquement essentiel puisque, selon toute évidence, il s'agirait du premier cas connu, dans la bibliographie, d'une action due à la psilocybine.

Abstract

On a letter written to our friend R.G. Wasson, our dear colleague Dr. Rolf Singer reported the work of J. Sowerby: *Coloured Figures of English Fungi or Mushrooms*, (Tab. CCLVIII, Londres, 1803) describing two mushrooms, the *Agaricus semiglobatus* and the *Agaricus "glutinosus"* (Fig. 1, 2, 3). In this work the author referred to an hallucinogenic type intoxication about the last species which it seemed worth of mention. We will quote here the integral text and we will discuss the identification value and the description of the symptom effects created after eating the mushroom.

Introduction

Dans son livre intitulé : "Colored Figures of English Fungi of Mushrooms", J. Sowerby (1803) relate une intoxication du type hallucinatoire. Vu l'intérêt historique et scientifique relevé par ce fait nous croyons utile de citer intégralement ici le texte en question :

TAB. CCXLVIII

« *Agaricus semiglobatus.* With 3 ed. v. 4. 270 »
« *glutinosus.* Curt. Lond. fasc. 3. t. 69 »

« Common almost every-where. It is most generally of a hemispherical »
« form, yet, like other fungi, occasionally varies, and perhaps may furnish »
« a new argument, that those gathered in wet places or bad weather are un- »

« wholesome. The varieties 1, 2 and 3, with the pileus acuminated, are most »
 « certainly of this description, and nearly proved fatal to a poor family in »
 « Piccadilly, London, who were so indiscreet as to stew a quantity (found in »
 « St. Jame's green Park) for breakfast. See Mr. Everand Brande's account »
 « in Dr. Bradley's Medical and Physical Journal of this month, p. 41. Mr. »
 « Curtis did not conceive it had any bad qualities, and called it A. glutinosus, »
 « because it is frequently covered with a gelatinous matter. »

Or, se reportant à l'article initial de E. Brande, le Dr Singer posait le problème : le champignon figuré dans le livre de Sowerby, et ayant provoqué les symptômes décrits, ne serait-il pas le *Psilocybe semilanceata*? En l'affirmative, l'intoxication mentionnée par Brande concernerait le premier cas connu dans la bibliographie d'une action due à la psilocybine.

En vérité, la triple figure présentée par Sowerby suggérait effectivement une ressemblance avec ce *Psilocybe* dont le pouvoir hallucinogène avait été mis en évidence dans une note que nous avons publiée avec A. Hofmann et H. Tscherter (1963). Il s'agissait donc — et M. Singer nous en laissait le soin — de prouver éventuellement l'identification de l'*Agaricus glutinosus* de Sowerby au *Psilocybe*, en outre de rapporter, ou non, les symptômes ressentis par les intoxiqués aux effets de la psilocybine ou de la psilocine. Nous reproduirons alors tout d'abord en noir la planche de Sowerby et également le texte en anglais de la note de Brande.



FIGURE 1. Reproduction de la planche CCXLVIII de Sowerby : *Agaricus semiglobatus* (sans nos) et *Agaricus glutinosus* (nos 1, 2, 3).

Mr. E Brande, on a poisonous Species of Agaric. 41

To the Editors of the Medical and Physical Journal.

GENTLEMEN,

IF the following account of the deleterious effects of a very common species of agaric, not hitherto generally suspected to be poisonous, appears to you likely to prove useful or interesting to the public, you will oblige me by its insertion; should its length be any obstacle to this, I beg you will omit whatever you may think superfluous. I remain,

GENTLEMEN,

Your's, most obediently,

EVERARD BRANDE.

*N^o. 10, Arlington-street,
N^o. 16th, 1799.*

J. S. gathered early in the morning of the third of October, in the Green Park, what he supposed to be small mushrooms; these he stewed with the common additions in a tinned iron saucepan.* The whole did not exceed a tea saucerful, which he and four of his children ate the first thing, about eight o'clock in the morning, as they frequently had done without any bad consequence; they afterwards took their usual breakfast of tea, &c. which was finished about nine, when Edward, one of the children, (eight years old,) who had eaten a large proportion of the mushrooms, as they thought them, was attacked with fits of immoderate laughter, nor could the threats of his father or mother restrain him. To this succeeded vertigo, and a great degree of stupor, from which he was roused by being called or shaken, but immediately relapsed. The pupils of his eyes were, at times, dilated to nearly the circumference of the cornea, and scarcely contracted at the approach of a strong light; his breathing was quick, his pulse very variable, at times imperceptible, at others too frequent and small to be counted; latterly, very languid; his feet were cold, livid, and contracted; he sometimes pressed his hands on different parts of his abdomen, as if in pain, but when roused and interrogated as to it, he answered indifferently, yes, or no, as he did to every other question, evidently without any relation to what was asked. About the same time the father, aged forty, was attacked with vertigo, and complained that every thing appeared black, then wholly disap-

* This accuracy may seem trivial, but I have met with people who supposed the following symptoms might have arisen from the use of a copper vessel.

42 *Mr. E. Brande, on a poisonous Species of Agaric.*

disappeared; to this succeeded loss of voluntary motion and stupor; his pupils were dilated, his pulse slow, full, and soft; breathing not affected; in about ten minutes he gradually recovered, but complained of universal numbness and coldness, with great dejection, and a firm persuasion that he was dying; in a few minutes he relapsed, but recovered as before, and had several similar fits during three or four hours, each succeeding one less violent and with longer intermissions than the former.

Harriet, twelve years old, who had eaten but a very small quantity, was attacked also at the same time with slight vertigo.

At nine o'clock I first saw them, and ordered a solution of ten grains of tartar emetic, in four ounces of water, to be immediately given to each in proportioned doses. It soon had the desired effect on the father and on Harriet, both of whom felt themselves much relieved by its operation. As soon as the stomach of the former could bear it, I ordered him an ounce of castor oil, and half an hour afterwards, vinegar and water, of each two ounces. He took three such doses, at intervals of half an hour, when he had a stool, and voided large quantities of urine, and although not perfectly recovered, did not appear to require any thing more.

To Harriet, who had two or three attacks of slight vertigo, with some languor, I gave, (after the operation of the emetic,) on the suggestion of my friend, Dr. Burges, who happened to be present, thirty drops of sal volatile, in a table spoonful of water. This relieved her exceedingly, and by repeating the dose twice in the course of an hour, she was perfectly cured.

From the difficulty with which Edward was made to swallow any thing, and from the large quantity required, it was eleven o'clock before he had taken enough of the emetic solution to excite vomiting; by this time the poison had produced so powerful an effect upon his system, that he did not appear in the least relieved by it. I now ordered him a stimulating injection, applied a blister to his neck, and by degrees made him swallow some small quantities of sal volatile, diluted with no more water than was absolutely necessary; his feet were frequently rubbed with and wrapped up in warm flannels; in half an hour the injection was repeated; this soon procured two stools, when he was sensibly relieved, knew the voice of his father and mother, and complained of coldness and insensibility about his stomach. His whole abdomen was well rubbed before a fire with some camphorated strong volatile liniment, which, at his own request, was repeated two or three times; he continued also to take the sal volatile, and some castor oil. By four o'clock every

Mr. E. Brande, on a poisonous Species of Agaric. 43

every violent symptom had left him, drowsiness and occasional giddiness only remaining, both of which, with some head-ach, continued during the following day.

Charlotte, a delicate little girl, ten years old, naturally of a most mild and tractable disposition, who also had eaten a large proportion, was suddenly attacked in the presence of Dr. Burges and myself, about half after ten, with vertigo and loss of voluntary motion; her pupils were very much dilated, and sight greatly impaired; these symptoms soon gave place to a degree of delirium, in which she refused to take any thing, forcibly striking whatever was offered to her. A blister was applied to her neck; and having given her a strong dose of the emetic solution, immediately on the first attack, which, though late, operated violently, she became composed as the sickness went off; and after taking a few doses of the sal volatile, was perfectly well, and wholly unconscious of any thing that had passed since the commencement of the symptoms; her pulse, which hitherto had not been much affected, was now irregular, and continued so, though in a less degree, during the whole of the day.

Martha, aged eighteen, who had eaten a small proportion, was attacked about eleven o'clock, with symptoms exactly the same as those of Harriet. She was treated in the same manner with similar success.

From the evident utility of determining the species to which these agarici belonged, I desired the man who had gathered and partaken of them, to bring me some of the same; and on inquiry found he had for several years been in the habit of gathering, in the same place, what he was confident were the same sort. Part of those which he brought me, I sent to Dr. Williams, Botany Professor of Oxford, to whom I had related the cases. In a note which he had the kindness to send me, he says, "Having since passed a short time, in company with Mr. Squerby,* he has compared them with the Fungi and plates in his Museum. Mr. S. has no doubt respecting the species; it appears to be a variety of the *Agaricus glutinosus* of Curtis, (*Flora Londinensis*,) the same with Dr. Withering's *Agaricus semiglobatus*, yet no notice is taken either by Curtis or Withering of its deleterious quality. This may seem singular, as its effects were so strongly marked, unless any mistake has been made by the person who collected the specimens."

I have also examined some of the same parcel with Mr. Wheeler,

G 2

44

Wheeler, Demonstrator of Botany of the Apothecary's Company, whose testimony concurring with the above, leaves no room to doubt their authority.

As some of your readers may not readily have an opportunity of referring to either of the authors already mentioned, I shall add Curtis's description of the species *Agaricus glutinosus*.

“ Stalks generally single, sometimes clustered, from two to four inches in height, the thickness of a goose quill, thread shaped, whitish, almost solid, the tube being very small, glutinous; ring, a little below the cap, scarce perceptible.

“ Cap, from one to two inches in breadth, of a brown colour; in the full grown ones hemispherical, always convex, and more or less glutinous; wet with rain, it becomes browner and transparent, so that it sometimes appears striated.

“ Gills numerous, single, of a brownish purple colour, clouded; whole ones about twenty, horizontal, three shorter ones placed betwixt them; they throw out a powder of a brownish purple colour.”

With respect to the use of it, he only says, “ There is nothing acrimonious or disagreeable in its taste, yet its appearance will not recommend it to the lovers of mushrooms.”

The variety, however, in question, (which is almost constantly to be met with on pasture land during autumn,) differs from this description chiefly in being of a conical form, as will be perfectly well seen in No. 19, of Mr. Sowerby's English Fungi, to be published on the first of January next; for the useful purpose of shewing which Mr. S. has expressly added figures 1, 2, and 3, of Table 248.

Discussion et conclusion

Notre analyse de ce problème d'identification nous a conduit aux remarques suivantes :

1. *L'Agaricus glutinosus* POURRAIT ÊTRE LA VAR. *mamillata* DU *Stropharia semiglobata*

Les trois figures 1, 2, 3 transcrites par Sowerby peuvent effectivement donner l'illusion qu'il s'agit du *Psilocybe semilanceata* : chapeau galericulé et mamelonné, et surtout pied sinueux. Cependant, le mamelon reste *arrondi au*

sommet et la papille le plus souvent caractéristique de l'espèce n'apparaît pas (se reporter entre autres à l'excellente planche peinte par Malençon, 1925), (*Bull. Soc. Mycol. de France*, XLI, Atlas, Pl. VII) ou à nos propres dessins (*Champ. Eur.*, p. 598, fig. 313 A, 1969), nos photographies (*Nouv. Invest. Champ. hallucin.*, Pl. X, 1967) et aquarelles (*ibid.*, Pl. IX, 4) ou au croquis fig. 436, p. 338 dans la Flore de Kühner et Romagnesi (1953). Ces reproductions, et bien d'autres, mettent en évidence le mucron très individualisé, parfois bulbilleux au sommet, et qui n'apparaît pas dans les figures de Sowerby. Enfin, ces dernières représentent, fig. 1, un anneau attaché en forme de collier au chapeau d'un jeune exemplaire et, fig. 2, montrant cet anneau persistant, mais en même temps subtil, sur le pied. Quoique « parfois marqué d'une fine frange soyeuse annulaire », ce caractère est nettement plus accusé dans cette entité. La description transmise par Curtis du *glutinosus* fait état d'un anneau « à peine perceptible », de la couleur « marron » du chapeau, des lames *pommelées*, et du goût qui ne révèle « rien d'âcre ou de désagréable » tandis qu'on ne trouve aucune mention d'un bleuissement de la chair dans le pied, ce dernier indice correspondant à un test de présence de la psilocybine. Ces indices nous conduisent donc à penser que le champignon de Sowerby pourrait être identifiable à la variété *mamillata* du *Stropharia semiglobata* (Heim, 1969, p. 595), que nous avons recueillie plusieurs fois en France, supposition qui trouve un certain crédit dans le rapprochement entre *glutinosus* et *semiglobatus* présenté par le mycologue britannique. Mais l'hypothèse précédente exige aussi de s'appuyer sur une identification précise du syndrome propre aux effets de l'absorption du champignon.

2. L'INTOXICATION SIGNALÉE PAR E. BRANDE APPARTIENT-ELLE AU SYNDROME PSILOCYBIEN ?

Il convient de noter avant tout que la psilocybine est détruite par la cuisson. Or les champignons ont été « cuits dans une casserole de fer étamé ». Ces derniers furent consommés à jeun vers 8 heures du matin comme ils l'avaient été souvent précédemment sans aucune suite désagréable.

Une heure après la première manifestation se traduisait chez un des enfants — Edward (8 ans) — par « un accès irrésistible de rire que les menaces de son père et de sa mère ne purent arrêter ». « Une sorte de vertige le saisit alors, puis il fut plongé dans un état de stupeur ». « Les pupilles de ses yeux étaient parfois dilatées jusqu'à occuper presque toute la circonférence de la cornée ». Le souffle était rapide et le pouls parfois à peine perceptible. Les pieds étaient froids, livides et contractés. Aux questions posées, il répondait inconsciemment, sans aucun rapport avec elles.

Le père (40 ans) fut pris de vertige et voyait toutes choses environnantes *en noir*, puis il se montra comme frappé de stupeur, avec les pupilles dilatées

et le pouls lent et faible ; son état connut ensuite pendant trois ou quatre heures des manifestations variables et de moins en moins violentes.

Harriett (12 ans), qui avait consommé très peu de champignons, ne fut que saisie de vertiges.

Quant à Charlotte (10 ans), qui avait absorbé une quantité importante de champignons, elle fut prise une heure et demie après l'ingestion de vertige et d'aphasie, avec dilatation des pupilles et affaiblissement, puis délire. Enfin, elle reprit un état normal sans se souvenir de ce qui s'était passé.

Martha (18 ans) réagit comme Harriett, 2 heures après l'absorption.

L'action calmante d'un médicament émétique fut positive, ce qui s'explique aisément.

Sur Edward, ce furent les lavements, répétés, qui finirent par faire dissiper les symptômes ; ces derniers avaient duré 24 heures.

Il est bien évident que les effets observés ne suffisent pas à affirmer que nous soyons devant un cas collectif d'intoxication psilocybienne. Aucune allusion à des hallucinations *colorées*, ni aux effets sur l'espace et sur le temps, ni à la persistance du souvenir ; l'affaiblissement, les variations du rythme cardiaque et l'aphasie n'apportent aucune indication précise. Seul, le rire incoercible d'Edward est à noter. Pas de précisions non plus sur les réflexes ostéo-tendineux, qui sont très importants dans le syndrome psilocybien.

3. LA CONCLUSION RESTE INCERTAINE

Sans rejeter délibérément la supposition de R. Singer, c'est-à-dire le rattachement possible du Strophaire *glutinosus* de Sowerby au *Psilocybe semilanceata*, il nous apparaît que l'identification à la variété *mamillata* du *Stropharia semiglobata* est plus vraisemblable sans être indubitable. La présence de l'anneau et surtout l'absence d'un mucron acéré au centre du chapeau – véritable organe très individualisé qu'on retrouve identiquement dans deux espèces psilocybiennes, *Ps. fagicola* Heim et Cailleux et *Ps. Hoogshageni* Heim, du Mexique – représentent des arguments quelque peu démonstratifs.

Nous devons rapprocher ces conclusions des indices que d'autres intoxications d'ordre psychotrope nous apportent. Rappelons en effet que l'information américaine de Beaman Douglass (1917) s'applique avec très peu de vraisemblance au *Panaeolus retirugis* et peut-être au *Stropharia semiglobata*

alors que ce panéole ne renferme pas de psilocybine (Ola'h, 1969). L'hypothèse selon quoi, dans certains cas, pour de rares récoltes, le *Stropharia semiglobata* se montrerait psilocybien comme l'est certainement parfois le *Panaeolus sphinctrinus* (selon Heim et Hofmann, 1958) mérite d'être retenue. Ce rapprochement est appuyé sur les effets de l'ingestion qui sont très proches de ceux énumérés plus haut : rire, dépression, pupilles dilatées, visions nébuleuses, pouls faible, faiblesse musculaire. Mais ici le pouls semble surtout exagérer son rythme.

On a signalé des troubles causés par le *Stropharia coronilla* (Legendre, Labesse, Martin-Sans) qu'ont infirmés les essais de Barbier et de Chauvin. Mentionnons aussi que Ford et Clark (1914) et Ford (1923) ont décrit autrefois un mycétisme cérébral dont seraient responsables trois *Panaeolus* - *papilionaceus*, *campanulatus* et *retirugis*. Or, aucun de ces trois champignons ne renferme de psilocybine. Ce sont donc probablement des erreurs de détermination spécifique qui sont à la base de ces indications. Nous savons grâce aux travaux faits par Ola'h (1969) que dans le genre *Panaeolus* les espèces se répartissent en non-psilocybiennes, psilocybiennes latentes : (comme *africanus*, *castaneifolius*, *fimicola*, *foeniseccii*, *microsporus*, *sphinctrinus*) et psilocybiennes présumées constantes : (*ater*, *Cambodginiensis*, *cyanescens*, *subbalteatus*, *tropicalis*).

Le fait que d'autres champignons ont, exceptionnellement, provoqué des manifestations apparentées aux syndromes psychotropes – comme *Mycena pura* et peut-être *Clitocybe gallinacea* – sans qu'il ait été possible jusqu'ici de déceler une substance ayant une telle action contribue à nous orienter vers une hypothèse nouvelle : celle d'une variabilité des teneurs et même de la présence de tels composés dans une espèce donnée, selon les conditions génétiques ou écologiques qui interviennent.

Enfin, pour en revenir au point de départ de notre chronique, l'observation de Singer recèle un indiscutable intérêt : dans l'état de nos connaissances, la relation signalée par Sowerby paraît être la première qui se soit appliquée à des manifestations psychotropes produites par un champignon basidiosporé. Ce fait méritait d'être signalé. Il est indiscutable. Il est historiquement essentiel.

Il resterait à réexaminer au point de vue chimique l'éventualité de la présence de psilocybine dans le *Stropharia semiglobata*, du moins pour certaines souches de cette espèce. Mais la position de ce champignon en dehors du groupe des *Caerulescentes* laisse planer un fort doute sur la véracité de cette supposition. Le dernier mot sur ce problème d'identification reste donc à formuler sans qu'on puisse affirmer qu'il sera un jour éclairé.

Références

- DOUGLASS, B., 1917. Mushroom poisoning. *Torreyia*, **17**(10): 171-175 et **17**(12): 207-221.
- FORD, W. W., 1923. A new classification of mycetismus (Mushroom poisoning). *Trans. Ass. Am. Physns.*, **38**: 225-229.
- FORD, W. W. and E. D. CLARK, 1914. A consideration of the properties of poisonous fungi. *Mycologia*, **6** (4): 167-191.
- HEIM, R., 1963. Champignons toxiques et hallucinogènes. N. Boubée, Paris.
- HEIM, R., R. G. WASSON et coll., 1958. Les champignons hallucinogènes du Mexique. *Archs. Mus. natn. Hist. nat.*, **6**. Paris.
- HEIM, R., R. CAILLEUX, R. G. WASSON, P. THEVENARD, 1967. Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes. *Archs. Mus. natn. Hist. nat.*, **9**. Paris.
- HOFMANN, A., R. HEIM et H. TSCHERTER, 1963. Présence de la psilocybine dans une espèce européenne d'Agaric, le *Psilocybe semilanceata* Fr. *C. r. Acad. Sci.*, **257**: 10-12.
- KÜHNER, R. et H. ROMAGNESI, 1953. Flore analytique des champignons supérieurs. Masson, Paris.
- MALENÇON, G., 1925. Atlas. *Bull. Soc. mycol. Fr.*, **41** (3): Pl. VII.
- OLAH, G., 1969. Le Genre *Panaeolus*. Essai taxinomique et physiologique. *Revue Mycol., Mémoire hors série* No 10. Paris.
- SOWERBY, J., 1803. Coloured Figures of English Fungi or Mushrooms. F. L. S., London.

THE INTRODUCED FLORA ELEMENT
IN CENTRAL QUÉBEC-LABRADOR PENINSULA

ILMARI HUSTICH

Helsinki, Finland

Résumé

À partir de la littérature botanique et de ses observations personnelles dans la portion orientale du centre de la péninsule du Québec-Labrador, l'auteur présente une liste des espèces introduites. Cette dernière comprend 98 anthropochores (dont quelques apophytes à statut douteux), c'est-à-dire approximativement 15% de la flore vasculaire totale de cette région. La liste des espèces indigènes de ce secteur a déjà été publiée dans les travaux antérieurs de l'auteur (cf. aux références). L'on trouvera, de plus, un court résumé historique de ce vaste territoire.

Abstract

The paper contains a list of introduced species, according to literature and the author's own observations in the eastern part of central Québec-Labrador peninsula; a short historical background is given. The list comprises 98 anthropochores (a few uncertain apophytes included), i.e. about 15% of the total flora of vascular plants in the region; the native species of the region are listed in the author's earlier papers, see References.

Introduction

Often the *introduced* or *anthropochore* species are omitted from the lists of vascular plants, as something secondary. From year to year the quantitative impact of the introduced species in the vegetation increases also in Sub-Arctic Canada.

The Québec-Labrador Peninsula (re. this expression, see Rousseau 1968, p. 473-4) has, until recently, been very little touched upon by man's activity. The introduced (anthropochore, adventive, etc., regarding synonyms and definitions, see below) species are, therefore, still of minor importance. In Hustich-Petersson (1944) only 20 introduced species were mentioned, i.e. about 6% of the flora (as listed at that time). The list was based on observations in 1937, i.e. before the air-base in Goose Bay was established and 12 years before the town of Schefferville existed. However, there were, of course, at that time several small old well established settlements, such as Northwest River, Cartwright, Hopedale, etc.

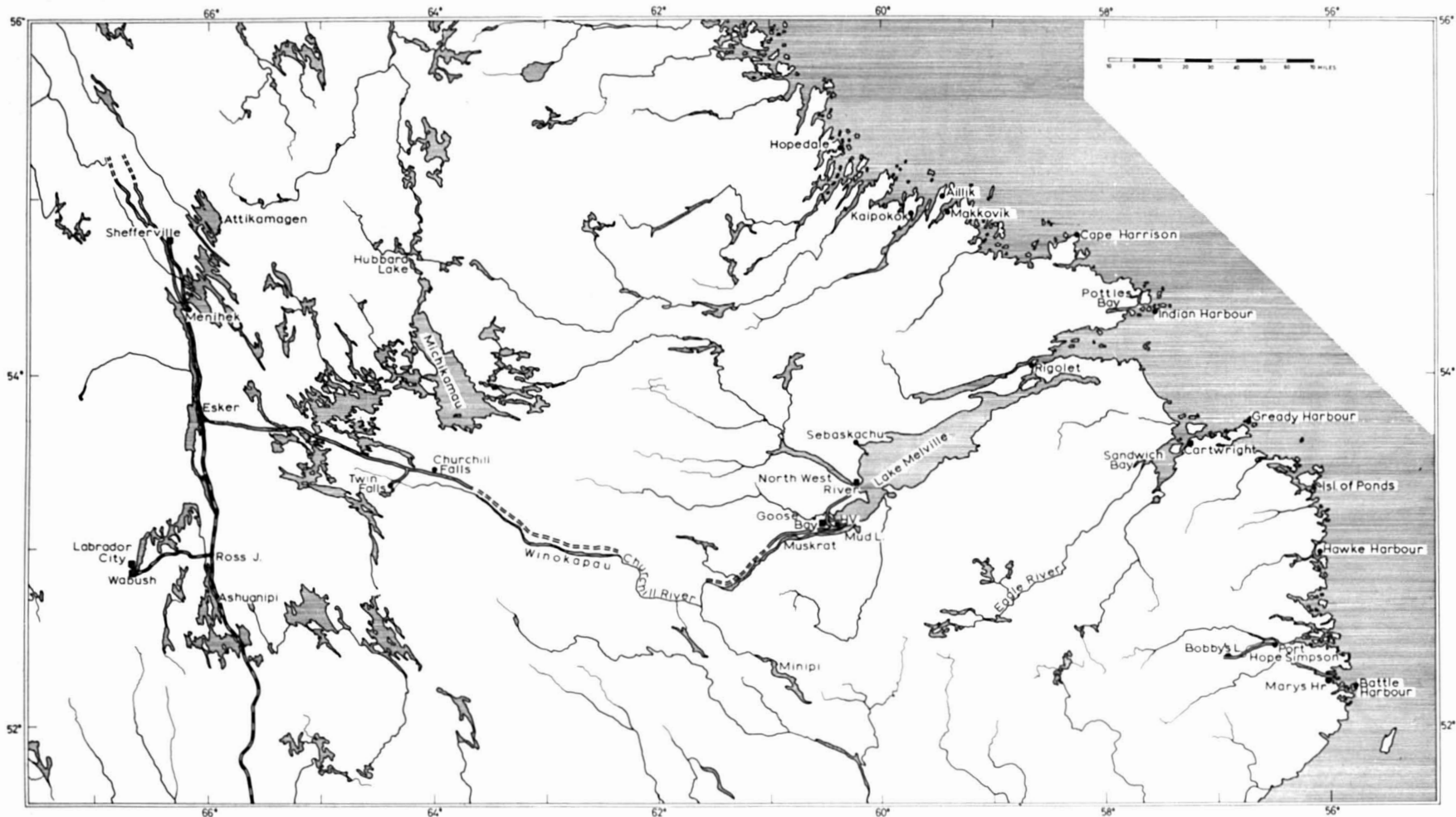


FIGURE 1. Map of the eastern part of the Central Québec-Labrador Peninsula.

The number of introduced species – now about 15% of the total flora – increases because the general development of the region is nowadays rather fast. There are now entirely new towns and mines in places where, only 10-15 years ago, very few white men, if any, had ever been. Particularly this has happened since the railway from Seven Island to Schefferville was completed in 1954. At the same time, however, a certain contraction of the human activity (i.e. people moving into towns and villages, see Biays 1964) has taken place, which fact, of course, also affects the distribution of the introduced species.

However, the percentage of such imported species is still comparatively small in Subarctic Québec-Labrador. Many centuries ago the vegetation of Finland looked much the same as the vegetation of Québec-Labrador today. In Finland introduced plants represent nowadays over 50% of the flora, according to Erkamo (1960). Fifty years earlier the percentage was about 25-35% (Linkola 1916).

Below I have tried to collect information of the introduced element. Re. my excursions in the area, see Hustich 1963, 1965 and 1970. This paper deals only with the introduced plants found in the eastern part of the Central Québec-Labrador Peninsula as outlined on figure 1, see also my papers of 1965 and 1970. Re. a survey of the vegetation of the whole peninsula, compare Rousseau (1968) and the comprehensive bibliography in his paper. As the weeds of the towns of Goose Bay, Labrador City, Schefferville etc., are only superficially dealt with here, the list of introduced species in Central Québec-Labrador Peninsula is probably by now considerably larger than the list below indicates.

Definitions

Linkola, in a comprehensive study of the influence of man on the flora in remote parts of eastern Finland, divided the flora in three groups (1916, p. 238) :

- A. *Hemerophilous species*, which have a distribution favoured by human activities:
 1. *introduced* or *anthropochore* species, i.e. species which are entirely new for the area ;
 2. *apophytes*, i.e. species which, although native in the area, have greatly increased their distribution by the activities of man.
- B. *Hemerodiaphore species*, which are more or less indifferent to the influence of man ; and
- C. *Hemerophobe species*, which distribution is decreased by the activities of man.

The categories A2, B and C form the native flora proper. However, it is not always easy to distinguish between the two groups, particularly between apophytes and anthropochores, even in such a virgin region as the Québec-Labrador Peninsula. (I have in some cases probably made some mistakes in my list of 1965).

Kallio and Mäkinen, in their account of the flora in northernmost Finland, divide the *introduced plants* (*hemerochores*) as follows (1969, p. 51-52) :

1. *anthropochores*, spread to the area by man's personal activities in the normal course of settlements ;
2. *polemochores*, spread to the area in connection with war activities ;
3. *neophytes*, established in natural plant communities ;
4. species which have escaped from cultivation.

Several attempts have been made to classify the influence of man on the flora and vegetation (compare i.a. Jalas 1955 and Pijl 1969) and several terms have been used for more or less the same concepts. *Adventive* and *introduced* plants, *ruderal*, *synanthropes*, *anthropochores*, *anthropophytes* etc. are all expressions, which often are used as synonymes. Here I prefer the general term *introduced species*, restricted to mean *anthropochore* species, see Kallio and Mäkinen above.

It is often difficult to know when a species is really a "new" introduced species. In some genera, such as *Poa*, *Agrostis*, *Polygonum*, *Rumex* and *Taraxacum*, our taxonomic knowledge is still rather poor. In an area where botanical investigations are scarce, as in Québec-Labrador, it is often difficult to distinguish between *apophytes* (i.e. *native* species which are greatly favoured by man's activities) and *neophytes* (i.e. *introduced* species, which already are well established in the natural plant communities in the area). For instance, for northernmost Finnish Lapland Kallio and Mäkinen (1969) mentions *Achillea millefolium* as a *neophyte*, whereas this species could be an *apophyte* in Québec-Labrador. Re. some 'collective' taxa we must consider the existence in the region of different populations, of which some are *native*, some *introduced* in earlier or later times (compare i.a. Simmons 1910). Wistrand, for instance, notes (1965, p. 227) that in Swedish Lapland at least *Festuca rubra* and *Urtica dioica* "have also *indigenous* populations, presumably present before *colonization*".

We don't know yet much about the impact of the first human beings on the flora of this Subarctic region, which makes this problem very difficult. In this area i.a. *Oryzopsis canadensis*, *Festuca rubra*, *Agrostis scabra* coll., *Hordeum jubatum*, *Aralia hispida*, *Veronica serpyllifolia*, *Solidago lepida* and *Hieracium* spp. represent species which sometimes occur partly in the form of *introduced* populations, partly as *native* or *apophyte* populations. *Sagina procumbens* and *Montia lamprosperma* are mentioned by Rouleau (1955) as *introduced* species.

People and settlements in the region

The Québec-Labrador Peninsula is perhaps more than any other similar regions suitable for an investigation regarding man's influence on nature in recent times. But whereas we in Sub-Arctic Northern Europe have had a con-

tinous influence of man, the impact of man on the natural vegetation in the region dealt with here has, until the Second World War, been very limited.

The population of the Québec-Labrador Peninsula has always been very scarce. In the interior Indian tribes, driven northwards by the Iroqueses, have lived since earlier centuries. But the tribes have been small even if the families have had very large hunting grounds (see i.a. Speck 1935 and Tanner 1944). At most the Indians in this region probably numbered a few hundred (?). Eskimos lived until the last century along the whole Labrador coast from Battle Harbour to Hopedale, probably some 500-600 Eskimos (see Biays 1964).

The importance of the Indians for the distribution of introduced species, when moving inland from their summer places along the coast (Seven Islands, Northwest River and Davis Inlet), was more or less nil. The Indians had no agriculture and they carried very little with them on their canoe-trips in the autumn to the winter hunting grounds in the interior, see also Rousseau's ethnobotanical studies of 1964. Speck noted (1935, p. 224) that the Indians, when they moved northwards, showed "general knowledge of but a few herbal curative properties", which probably indicates that we can hardly take into account any intentional distribution of certain plant species by the Indians; wild rice (*Zizania aquatica* L.) has, as far as I know, never been found in this area. If they brought any seeds from the coast it must have been exceptional cases. I saw the summer place of the Montagnais Indians at Northwest River in 1937, but there were then as far as I remember, no weedy plants at all (except probably *Polygonum aviculare* and *Rumex acetosella*); there was no attempt to grow potatoes, etc. And at Davis Inlet in 1937 the Indians were still less settled, although Davis Inlet was an old summer place for the Nas-kopie.

Re. the Eskimos, Hutton wrote (1912, p. 284) that the "Eskimos are unique among the natives in their disregard of vegetable foods"; he thinks that the seal meat contains the necessary vitamins. The impact of the Eskimos on the anthropochore flora must have been very small.

The real effect of the Indians and Eskimos on the introduced species in Québec-Labrador is by now almost impossible to guess. Iversén is probably right when he stated (1952-53, p. 101) that "all problems of neophytes can, of course, not be solved by the recent distribution of the species".

There are, for instance, no species nowadays which distribution is limited to the routes used by the Indians to the inland. It seems, however, probably that alien populations of *Potentilla norvegica*, *Rorippa palustris*, *Vicia cracca* and *Achillea millefolium* could have been distributed by the Indians. Rousseau reports i.a. (1966, p. 97) that during his expeditions around Lake Mistassini "not a single weed was found on the various portages", except colonies of well established buttercups (*Ranunculus acris*) at the old portage between

Lake Albanel and Lake Mistassini. It is also of interest to look at Dr M. Doutt's floristic notes from the Big Hill Portage in Hamilton River (see Abbe 1955) ; there are no observations of weeds seen, for instance, along the long portage passing the Grand Falls, which probably had been used in some hundred years by the Indians.

There is a marked difference between Québec-Labrador and northern Europe re. the history and the number of native population. And another difference is of interest in this connection : the Lapps in northern Europe used reindeer when moving from place to place, which partly explains, although the problem is not enough studied, the considerably importance of the Lapps in introducing new floristic elements in the flora in the regions they occupied.

The white man came very late to the Labrador coast. Biays (1964) describe the late invasion of white settlers (English fishermen and hunters) on the southeastern coast of Labrador in the 1760's. As can be judged from the diaries of the legendary settler, captain R. Cartwright (quoted after Schlechtendal 1836) there was no kind of agriculture or gardening at that time. The first attempts to settlements, which could have brought introduced plants from the south, were the stations established by the Moravian missionaries, in Nain 1771 and in Hopedale 1782.

The white settlers, fishermen and trappers, which numbered about 300 in 1892 between Indian Harbour and Hopedale (Biays *l.c.*, p. 462), had small impact on the flora. The white trappers in the region showed no particular interest in the planting of vegetables, except rhubarb (compare Tanner 1944). They hunted and moved in almost the same way and with the same seasonal rhythm between inland and coast as the Indians. The trading was done with the Hudson Bay Co. stations, which were established in the last centuries, Rigolet in 1837, and shortly afterwards Northwest River, Cartwright a.o. Inlands there were HBC-stations at Fort Naskopie (1840-1873, see below) and Fort Winnikapau (1866-1873) ; of still shorter duration were Fort Mishikamau and Fort Aillik (Biays *l.c.*). A remnant of these activities is the rhubarb (cultivated already in very early times, against scurvy, etc.) growing, after one century (!), at the abandoned Fort Naskopie at Petitsikapau, see Mattox (1964).

Small-scale gardening has, particularly earlier, taken place at the few HBC-, Grenfell and the Mission stations. Grenfell (1922, p. 182) wrote that a certain " export " of potatoes, cabbage etc. took place from Northwest River to other stations on the coast. Northwest River is in fact, considering the circumstances in the region in general, rather suitable for gardening. Here the insolation of a southern latitude (54° n. lat.) and a relatively high summer temperature combines with enough moisture in the soil in the summer. In 1937 there was, as I remember, still a fairly successful gardening in Northwest River ; lettuce, carrots, beets, cauliflowers, etc. Potatoes were earlier according

to Tanner (1944, p. 818) grown also at Cartwright, White Bear River in Sandwich Bay, Sebaskau, etc.

The impact of gardening at the stations as bases for introduced plants, with their regular contact with the outside world, has, naturally, been of importance only along the coast. The HBC-stations in the inland were, as mentioned, abandoned already before this century.

There is, as far as I know, nowadays not a single cow or horse in the area covered by map 1. A century ago Hind (1863) reported that there were in Northwest River and Rigolet 12 cows, some sheeps, pigs and hens and 7 acres in crop ; there had also been some experiments with barley, etc.

It is not the lack of suitable habitats which has limited the agriculture in the region, as much as the lack of people combined with the fast changing economic pattern in the area. The general influence of agriculture and gardening on the flora, which is so prominent in northern Europe, is, therefore, more or less nonexistent in this region. Wetmore (1923) collected in 1921 many of the introduced plants mentioned below on a single day on the biggest agricultural settlement in the area in those days, Gillisport at Mud Lake.

On the Labrador coast lived in the summer thousands of "stationers" and "floaters" from Newfoundland (see, for instance, Biays *l.c.*). The "stationers" came for the whole summer with the schooners for cod-fishing at fishing places on the coast (Indian Harbour, Ragged Islands, etc.), often living in miserable shacks. The "floaters" stayed on the schooners moving along the coast. At most, about fifty years ago, this summer exodus from Newfoundland to the Labrador coast north of Battle Harbour counted up to about 20 000 fishermen (see Grenfell 1922, p. 168). Such a big temporary summer population certainly left an impact on the flora in the fishing harbours, note my notes from 1937 (Hustich and Pettersson 1944). After the Second World War the fishing activities decreased markedly along the coast. In 1956 there were only about 120 stationer families (according to Black, see Biays 1964) along the coast. Many small, formerly used fishing places are today unpopulated since many years. The dramatic change is described i.a. by Todd (1963, p. 7-8).

It must be noted here that many of the old anthropochore species (*Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, etc.) were earlier according to Medsger (1966, p. 140 f.) used as potherbs or for making meal ; re. this use in Labrador we don't know very much.

The number of white settlers has decreased along the coast. They have, as well as a few hundred Eskimos, moved to work at the Goose Bay a.o. places. Some Eskimo villages are now empty and today probably nobody lives north of Kiglapait ; Hebron and Nutak were emptied in 1956 (Biays *l.c.*, p. 470).

A very similar picture regarding the occurrence of introduced species as in Central Québec-Labrador in the 1930's could be found in the 1950's in Sub-Arctic Ontario, from Fort Seven to Big Trout Lake (Hustich 1957). Moir (1959) mentions from the Severn drainage 33 anthropochores (about 12% of the total flora), of these 27 were also found in our area.

The first stage in the modern invasion of anthropochores to Québec-Labrador came in the Second World War, when the Goose Bay air-base was established. Still stronger was the invasion brought forward in the late 1940's, when the mining activity started at Knob Lake (now Schefferville). The transports to the Knob Lake area were until 1954 made by plane only; the distribution of introduced plants into the area was, thus, rather limited. However, some seeds probably came on the wheels of the planes or with the air-plane cargo from Seven Islands, as can be seen, for instance, on the nowadays abandoned air-strip near Schefferville. Compare also Porsild (1945).

The second modern stage re. the influx of anthropochores into the interior of this area came when the railroad from Seven Island to Schefferville was built (1954) and when the shipping to Goose Bay started to operate on a bigger scale.

To the settlement frontiers, the mining towns, etc. in Sub-Arctic Canada the food is transported from the outside, half or wholly prepared, in bottles, plastic containers, cans, tubes, etc. This means that the refuge heaps and garbage places do not form much compost-soil, i.e. suitable habitats for introduced species with higher pH-requirements (generally old anthropochore species; see Jalas and Honkala 1962). The amount of diaspores indirectly transported is nowadays small; no hay or futter from the outside is needed, because there are no horses or cows. Note in this respect the difference re. the structure of the introduced flora between Goose Bay and Mud Lake. Added to this, northwards it is more difficult for introduced species to penetrate the native vegetation and to form stabilized sociations there, compare Porsild (1932, p. 31).

The influence of man on the flora and vegetation is, of course, not restricted to occasionally introduced new species by agriculture or gardening. A much bigger, even if indirect, impact on the original flora and vegetation is brought by mining, road-building, powerdams, lumbering and similar large-scale activities. But this part of the picture is not discussed here, except below the impact of the roads themselves.

No direct road (except the railroad) connects as yet the interior of Québec-Labrador with the outside world. There is a long gravel-road from Esker (on the railroad S. of Schefferville) to Churchill Falls at Hamilton River (now Churchill River). But when the road from Goose Bay inlands to Churchill Falls is built, then the *third stage* in the distribution of anthropochores in the region begins.

A road changes drastically the habitats for plants along a narrow zone. The dust from the gravel and sand roads contains nutrients (Ca, P. etc.) ; the ditches opens up the mineral soil (cf. Tamm and Troedsson 1955). Most of the new "invaders" along the roads are, of course, apophytes (in our area particularly *Epilobium angustifolium* and *Ribes glandulosum*). Some are species, which in virgin conditions occur only after fires. The apophytes in such localities show unusually luxuriant growth due to the changed chemical composition of the opened soil (sometimes to such a degree as to cause difficulties for the taxonomists). But as the villages or towns expand and the traffic grows livelier, also introduced plants will soon follow along the roads, as can clearly be seen in the Goose Bay – Happy Valley area and along the roads near Schefferville.

The lumbering which in Labrador started in the 1930's (at Port Hope Simpson, around Sandwich Bay and Lake Melville and in the Kaipokok Bay) will, of course, expand rapidly in the future. This will strongly change the original structure of the forest. The modern mechanized lumbering will not, however, bring as many new species into the forests as did the traditional old-type lumbering in northern Europe with hundreds of men. In those regions the fodder for the horses had to be brought from the outside deep into the forests. Many years after the forest-cutters had left, small patches with introduced species, which had been brought as seeds with the fodder from the villages, could be seen in the forests, as I have described earlier (1936).

The total population (incl. the indigenous population) of Labrador was 1935 4 716, 1945 5 535, 1956 10 814 and 1961 13 534 (Biays *l.c.*, p. 462). The high increase in the 1950's was due to the establishment of the mines and the military 'bases'. Thus, the Québec-Labrador Peninsula is still a very scarcely populated region. Also, the general pattern of modern life does not favour the distribution of introduced species (except "escapes" from a few gardens in the town).

The concentration of the population in the region is nowadays very marked. Schefferville, Labrador City, Wabush, Twin Falls, Churchill Falls are the central places inlands and Cartwright, Goose Bay, Happy Valley, Northwest River, Makkovik, Hopedale and Nain along the coast. The biggest town is Schefferville with a population of around 3 000 (and about 700 Montagnais and Naskopie Indians in villages near-by). The rest of the region, which never was very populated, is, thus, again more or less Sub-Arctic wilderness.

Some earlier data on anthropochore species in the area

Macoun made in 1895 a list of plants known to occur on the coast (mostly based on Packard 1891) and in the interior of Labrador. It is of interest to note that of the introduced plants mentioned in the list below i.a. the following

species are not included by Macoun (1895) for the area described here : *Erysimum cheiranthoides*, *Thlaspi arvense*, *Cerastium vulgatum*, *Trifolium repens*, *Vicia cracca*, *Aralia hispida*, *Taraxacum officinale*, *Lamium amplexicaule*, *Galeopsis tetrahit*, *Polygonum convolvulus*, *Allium schoenoprasum*, *Juncus bufonius*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Festuca ovina*, *Hordeum jubatum*. This could mean that these species did not occur in the area at that time, i.e. at the end of the last century?

Fernald and Sornborger mention (1899) *Stellaria media*, *Ranunculus repens*, *Erodium cicutarium* and *Senecio vulgaris* and the occurrence of *Polygonum islandicum* (*P. boreale*) as "abundant about the houses and on refuse heaps in the Eskimo village in Nain" (*l.c.*, p. 98).

St. John (1922) listed 38 introduced species, about 6% of a total 614, from the North Shore, i.e. the southern coast of the Québec-Labrador Peninsula just South of our region. Of these, 31 species are listed below. He noted i.a. that *Juncus bufonius* and *Veronica serpyllifolia* occur as introduced only. According to St. John only one weed species (*Vicia cracca*) was mentioned in a list from the area in 1833. He also noted that, of course, the small total of adventive plants was an indication of the few settlements in the region : "Each little fishing village has a few weeds, but they are obviously newcomers. In no case has the weed spread to any extent beyond the limits of the settlements and in no case is it difficult to decide whether the plant is a native of the region" (*l.c.*, p. 10). This was still also the case along the Labrador coast in the 1930's.

My observations in 1937 included 20 introduced species, which gives an idea of how small the influence of man on the flora was in this area until the Second World War. Of the 20 species noted in 1937, 18 were seen in Northwest River.

Gardner (1946) collected extensively on the coast in 1938. He noted on Gready Island, a schooner harbour, 12 introduced species. Abbe (1955), in his report of the Doutt-expedition up Hamilton River in 1938, listed 21 anthropochores of a total of 361 species.

Of a total of 674 species in Rouleau's (1956) list from Labrador, 39 were anthropochores.

The great impact of the Goose Bay air-base on the distribution of introduced species can clearly be seen in Gillett's paper (1963), frequently quoted in Chapter IV ; his paper listed about 40 introduced species.

Most of the old (see Iversén 1952-53) introduced species mentioned in the list below have been noted more than a century earlier by the first botanists in Quebec, compare C. Rousseau (1968). For a few species there are, however, earlier notes from the eastern or southeastern Labrador coast than from more

southern villages or cities: *Polygonum aviculare* was for instance observed 1904 in Anticosti, but already before 1830 in Nain in Labrador (v. Schlechtendal 1836, p. 86, "the species ist wohl mit den Europeen eingesiedelt"). *Capsella bursa-pastoris* was noted 1895 in Anticosti, but 1847 in Nain (Ascherson 1860, p. 370). *Plantago major* is mentioned already by Hooker (1829-40, p. 123, "Labrador, Dr. Morison"). Hooker (*l.c.*, p. 331) also mentions *Senecio vulgaris* ("Labrador, Morrison").

List of introduced species

The localities mentioned in the list are marked on Fig. 1. The abbreviations (Scheff., Northwest R., Goose B., etc.) should be clear enough; Ross J. is Ross railroad junction at Ashuanipi. In general, *the year of the observation* of the introduced species in question is mentioned, if known, *not the year of the publication* with the quoted observation. This applies particularly to the important notes by Gillett (1963); his, below marked (G.), and his assistants' observations were made in 1948-1950. Data with only the year itself without signum were made by the author during his travels in the area in 1937, 1948, 1952, 1963 and 1967. I have also used some observations made by Dr. H. V. Vogelmann in 1950, Prof. P. Kallio 1963 and 1967 and Dr. Y. Mäkinen 1967.

The species, except the commonest ones, collected by the author have been determined by Dr. A.E. Porsild (A. E. P. below), former Chief Botanist, some of them are preserved in Ottawa National Herbarium. A few have been determined in 1952 by Marcel Raymond (M. R. below). The nomenclature below follows Gray's Manual (Fernald 1950).

The list comprises 98 species, i.e. about 15% of the total flora (native and introduced species), which is about 685 species (see my papers of 1965 and 1970). However, regarding some of the species listed below the author is uncertain if they are true introduced species or native ones. In some cases we have to deal with different, introduced and native, populations.

Bromus inermis Leyss. — Goose B., roadside (G 1950; rather common in 1963), Northwest R. (1963), Scheff. (1963).

B. catharticus Wahl. — Goose B. "Scarce about an abandoned farm" in 1950 (Gillett 1963, p. 138).

Calamagrostis epigejos L. — Northwest R. (1963; det. A. E. P.).

Festuca rubra L. coll. — Partly introduced, at least at Scheff. (1963).

F. ovina L. — Railroad bank, Scheff. (1963; det. A.E.P.).

Poa annua L. — Cartwr., Northwest R., Makkovik (all in 1937), Mud L. (G 1950).

P. pratensis L. coll. — Partly introduced; probably as such at Cartwr., Indian Hr., Pottles B., Northwest R. (all in 1937), Ailik, Greedy I. (Gardner 1938), Goose B. (G 1950), Scheff. (1963), Ross J. (1963).

P. compressa L. — Goose B. (G 1950; also 1967), Northwest R. (1963).

Agropyron pectiniforme R. & S. — Goose B., Terrington (1950; see Gillett 1963, p. 137).

- A. repens* (L.) Beauv. — Battle Hr., Northwest R. (1937), Goose (G 1950), Mud L. (1963), Scheff., old air-strip (1963).
- Hordeum jubatum* L. — Partly introduced; probably as such at Cartwr. (1937), Gready I. (Gardner 1938), Goose B. (G 1950), Scheff. (1963).
- Agrostis tenuis* Sibht. — Mud L. (Wetmore 1921), Goose B. (G 1950).
- A. canina* L. — Cartwr. (1937), Goose B. (1967).
- A. alba* L. (incl. *A. stolonifera* L.). Muskrat F. (Doutt 1939, see Abbe 1955), Scheff. old air-strip (1963), Ross J. (1963). Introduced?
- A. scabra* Willd., incl. *A. geminata* Trin., *A. hyemalis* (Walt.) BSP. — Partly introduced, see i.a. Gillett 1963, p. 137.
- (*Panicum* sp. — Young sterile specimen collected at the railroad station in Scheff. 1963.)
- Koeleria cristata* (L.) Pers. — Roadside in Goose B. (1967, det. A.E.P.).
- Phleum pratense* L. — Mud L., Muskrat F. (Wetmore 1921), Northwest R. (1937), Goose B. (G 1950), Scheff. (1963), Ross J. (1963).
- Alopecurus pratensis* L. — Gready I. (Gardner 1938; according to information by Dr. B. Boivin), Bobby's L. near Alexis B. (1967).
- Oryzopsis canadensis* (Poir.) Torr. — Partly introduced, as such at Goose B. (G 1950), Scheff., at old air-strip (1963), Ross J. (1963).
- Carex muricata* L. — Goose B., "in ditch" (see Gillett 1963, p. 139). — Introduced or native?
- C. Crawfordii* Fern. — Goose B. (1945 acc. to Dutilly and Lepage 1951, p. 48; also G 1950), Ross J. (1963). — Introduced or native?
- C. pallescens* L. v. *neogea* Fern. — Abandoned small 'sawmill' near Snowy Channel in Scheff. area (1963, det. A.E.P.).
- C. projecta* Mack. Goose B., clearings, site of an abandoned farm (Gillett 1963, p. 139).
- C. praticola* Rydb. — Goose B. (coll. by the author 1952, det. M.R.) — Introduced?
- Juncus bufonius* L. coll. — Introduced at Northwest R. (1937), Scheff. near railroad and at abandoned sawmill (1963).
- J. tenuis* Willd. — Introduced at Goose B. (Dutilly and Lepage 1945, coll. at Nat. Mus. Can.; on gravel clearing at Otter R. 1950 (Gillett 1963, p. 139).
- J. Vaseyi* Engelm. — Goose B. 1945, (Dutilly and Lepage 1951, p. 481 = *J. tenuis* ?); "sandy ground along roadside" in 1950 (Gillett 1963, p. 139); also coll. by the author 1952, det. M.R. Introduced or native?
- Allium schoenoprasum* L.v. *sibirica* Hartm. — Cartwr., an early record by Malte in Nat. Mus. Can., Traverspine (G 1950) and as garden weed (1967) in Goose B. — Introduced or native?
- Sisyrinchium montanum* Greene v. *crebrum* Fern. — Hopedale (Hettasch 1937, see my paper of 1963, p. 19), Northwest R., air-strip (1963), Scheff. (near railroad, 1963). Acc. to Iversén (1952-53, p. 101) the species was distributed by cattle and probably brought to Greenland by Vikings from North America.
- Urtica dioica* L. — Mud L. (1963; also *U. ssp. gracilis* seen at Mud L.)
- Rheum rhaponticum* L. — Longlived (over 100 years) even after house or station abandoned, see W. Mattox' description of the old Fort Naskopie.
- Rumex pullidus* Bigel. — Northwest R. (1963). Introduced or native?
- R. crispus* L. — Battle H. (1937), St. Mary H. (uncertain note of 1967).

- R. acetosella* L. coll. — Northwest R. (Bowdoin Exp. 1891), Cartwr., Hopedale (1937), Scheff. (L. Viereck 1955, see Hustich 1963), Ross J. (1963), Esker (Y. Mäkinen 1967), Bobby's L., lumbercamp (1967), Eagle R. Lake 1155, at fishing camp (1967).
- R. Acetosa* L. — Cartwr. (1937), Northwest R. (1937). No specimens coll.
- Polygonum aviculare* L. coll. incl. *P. boreale* — Mulligan Pt (Bowdoin Exp. 1891), Northwest R. (Wetmore 1921), Cartwr., Aillik, Dunns I., Hopedale (1937), Dog I., Settlers Hut, Greedy I. (Gardner 1938), Goose B. 1949, see Gillett 1963), Scheff. (1963). First note from the coast by Schlechtendal (1836, p. 86) from Nain. Both introduced and native populations. Listed by Macoun (1895) from Labrador coast and from the Hamilton R. area (probably Northwest R.).
- P. persicaria* L. — Goose B., "common on sandy road-sides" (1950; Gillett 1963, p. 141).
- P. scabrum* Moench — Goose B., "scarce in a sandy clearing" 1950 (Gillett 1963, p. 141).
- P. convolvulus* L. — Cartwr. (1937), Goose B. (Schoefield 1949, see Gillett 1963), Scheff. (1963).
- Chenopodium album* L. — Mulligan R. (Wetmore 1921), Makkovik, Peasons Cove at Makkovik B., Northwest R. (all in 1937), Goose B. (Sharpe 1948). Mentioned by Macoun (1895) from the Hamilton R. area (probably Northwest R.).
- C. glaucum* L. — Goose B. "common about buildings" (1949; Gillett 1963, p. 141), Scheff. (1963).
- Stellaria media* Cyrillo — Hopedale (Bowdoin Exp. 1891). Packs Hr (Waghorne 1894), Caravelle B. (Wetmore 1921), Battle H., Cartwr., Northwest R., Makkovik, Pottles B., Dunns I., Aillik (all in 1937), Greedy I. (Gardner 1938).
- S. graminea* L. — Mud L. (1963), Scheff., along railroad and at abandoned sawmill near Snowy Channel (1963).
- Cerastium vulgatum* (incl. *C. caespitosum* L., *C. triviale* Link) — Battle Hr. (Waghorne 1894), Cartwr. (1937), Northwest R. (1963), Ross J. (1963), Scheff. (old air-strip 1963). — The taxonomy of the *Cerastium* species is still confused.
- (*Sagina procumbens* L. — Noted from several localities at the coast, see Hustich 1965. Partly introduced?)
- Silene cucubalus* Wibel — Makkovik (1937), Scheff. (noted in 1963 at several places: near railroad, at old air-strip, at abandoned sawmill at Snowy Channel, etc.).
- Ranunculus acris* L. coll. — Mud L. (Wetmore 1921), Northwest R. (1937), Black I. (Gardner 1938), Traverspine (G. 1950), Scheff. (1963, several places).
- R. repens* L. — Square Hr. (Bowdoin Exp. 1891).
- Thlaspi arvense* L. — Mud L. (Wetmore 1921), Northwest R., Makkovik (1937), Scheff. (1963).
- Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. — Rigolet (Wetmore 1921), Battle Hr. (1937), Greedy I. (Gardner 1938), Cartwr., Northwest R., Hopedale (1937), Traverspine 1949, see Gillett 1963, p. 142. Happy V. and Scheff. (1963). — First noted at the coast in Nain already in 1847, see Ascherson (1860).
- Lepidium densiflorum* Schrad. — Goose B., "abundant throughout the area" (1950; Gillett 1963, p. 142), Scheff., (at railroad station 1963).
- Brassica hirta* Moench (*Sinapis alba* L.) — Northwest R. (1937).
- B. Kaber* (DC) Wheeler v. *pinnatifida* (Stokes) Wheeler (*Sinapis arvensis* L.) — Goose B. "abandoned farm" etc. (1950; Gillett 1963, p. 142), Happy V., Scheff., at railroad stat. (1963).

- B. Rapa* L. (*B. campestris* L.) — Gready I. (Gardner 1938, according to information by Dr. B. Boivin), Goose B. (G 1950).
- Raphanus raphanistrum* L. — Scheff., (at railroad station 1963).
- Sisymbrium Hartwegianum* Fourn. (*Descurainia Richardsonii* (Sweet) O.E. Schult — Northwest R. (1937).
- Barbarea vulgaris* R. Br. — Scheff., (first noted by Dr. H. Vogelmann 1950, information in letter; also at abandoned sawmill, in 1963), Northwest R., Goose B. (1963). Mentioned by Macoun (1895) from the Hamilton R. area; probably earlier confused with *B. orthoceras* Ledeb?
- Erysimum cheiranthoides* L. — Northwest R., Goose B., Scheff. (all in 1963).
- Potentilla argentea* L. — Scheff., at abandoned sawmill near Snowy Channel in the Scheff. area (1963).
- Erodium cicutarium* (L.) L'Her. — Hopedale, "beside path near garden" (Fernald and Sornborger 1899, p. 103).
- Trifolium repens* L. — Wenison Tickle (Waghorne 1894, p. 86), Mud L. (Wetmore 1921), Cartwr., Northwest R., Peasons Cove at Makkovik (all in 1937), Goose B. (1952), Happy V., Scheff. (1963).
- T. hybridum* L. — Northwest R. (G 1950), Goose B. (1967), Happy V., Scheff. (1963).
- T. pratense* L. — Mud L. (Wetmore 1921), Scheff. (1950, Dr. H. Vogelmann information in letter), Goose B., Northwest R. (G 1950).
- T. agrarium* L. — Mud L. (1921, Wetmore 1923, p. 8).
- Melilotus alba* Desr. — Goose B., one locality in 1950 (Gillett 1963, p. 143).
- Vicia cracca* L. — Mud L. (Wetmore 1921, also seen in 1963), Cartwr., Indian H., Smoky I., Pottles B. (near abandoned trapper hut), Northwest R. (all in 1937), Traverspine, etc. (G 1950), Scheff., (i.a. on old air-strip 1963).
- Geranium pratense* L. — Northwest R. (Wetmore 1921, also seen by the author in 1937 and 1963), Mud L. (1963).
- Aralia hispida* Vent. — Sandy banks, Muskrat F. (Doutt 1939, see Abbe 1955), Goose B. (very common in 1950 and 1952), Happy V., Northwest R. (1963), common along new road to Muskrat F. in 1967. Native in the area?
- Carum carvi* L. — Snack Cove (Waghorne 1894, p. 98).
- Myosotis arvensis* Hoffm. — Sandwich B. (Waghorne 1894, p. 393).
- M. sylvatica* Hoffm. — Goose B. (G 1950), Northwest R. (on refuse heap, 1963, det. A.E.P.).
- Lappula echinata* Gilib. — Makkovik (1937).
- Glechoma hederacea* L. — Battle H. (Waghorne 1894, p. 393).
- Galeopsis Tetrahit* L. — Mud L., Backway (Wetmore 1921), Northwest R. (1937), Traverspine (G 1950).
- Lamium purpureum* L. — Northwest R. (1963).
- (*L. amplexicaule* L. — Mentioned by Rouleau (1956, p. 70) from Labrador.)
- Linaria vulgaris* Hill. — Scheff., at abandoned sawmill near Snowy Channel (1963).
- Veronica serpyllifolia* L. coll. — Goose B., "common in very wet places" (Gillett 1963, p. 144), Scheff., near railroad-bank (1963). — Introduced and native populations.

- Plantago major* L. — Battle H. (Waghorne 1894, p. 400), Hopedale (Gardner 1938), Goose B. (G 1950), Northwest R. (1963), Scheff. (1963). Mentioned by Macoun (1895) from the Hamilton R. area, (probably Northwest R.). Noted from Labrador already by Hooker (1829-1840), see above.
- Solidago canadensis* L. — Goose B., roadside (1967). — Reported by Macoun (1895 p. 6) from the Hamilton R. area (probably Northwest R.)
- S. lepida* DC — Kenemich R. (Wetmore 1921), Goose B. 1948, see Gillett 1963, p. 144.
- Erigeron acris* L. coll. — Hopedale (Waghorne 1894, p. 374), Mud L. (Wetmore 1921), Goose B. (G 1950). — Introduced or native?
- Gnaphalium uliginosum* L. — Gready I. (Gardner 1938).
- Ambrosia artemisifolia* L. — Scheff., one ind. at railroad stat. (1963).
- Achillea ptarmica* L. — Battle H. (1937).
- Matricaria inodora* L. — Gready I. (Gardner 1938).
- Matricaria matricarioides* (Less.) Porter — Battle Hr., Wenison T., Hawks Hr., Cartwright, Hopedale (all in 1937), Goose B. (G 1950), Mud L., Happy V. (1963). — Seen by the author in Nain 1937.
- Chrysanthemum leucanthemum* L. — Battle H. (Waghorne 1894, p. 373), Mud L. (Wetmore 1921), Goose B., Traverspine (G 1950), Happy V. (1963), Scheff., (in 1963 common along railroad-bank from Scheff. to Menihék).
- Senecio vulgaris* L. — Hopedale, beside paths (Sornborger 1897), Battle H., Cartwr., Dunns I. (all in 1937), Gready I. (Gardner 1938), Goose B. (G 1950), Northwest R. (1963). — Already noted from Labrador by Hooker (1828-40), see above.
- Cirsium arvense* (L.) Scop. — Scheff. and Labrador City (1963).
- Cichorium Intybus* L. — Goose B., "roadside" (in 1950, Gillett 1963, p. 145), Northwest R. (P. Kallio 1963).
- Leontodon autumnalis* L. — Mud L. (Wetmore 1921, also in 1963), Goose B. (G 1950), Northwest R. (1963).
- Taraxacum officinale* L. coll. — Battle H. (Waghorne 1894, p. 380), Northwest R. (Wetmore 1921), Cartwr. (probably *T. expallidum* Dt. or a new species, acc. to Dr. Haglund in letter, see Hustich 1963, p. 30), Rigolet (1937), Mud L., Scheff. (1963).
- Sonchus asper* (L.) Hill. — Goose B., "one plant" in 1950 (Gillett 1963, p. 145).
- Lactuca biennis* (Moench.) Fern. — Kenemich R. (Wetmore 1921), Traverspine, "scarce in a clearing" in 1950 (Gillett 1963, p. 145), Northwest R. (1963). Introduced or native?
- H. floribundum* Wimm. & Graebner — Scheff. at road-side and at old air-strip (1963, det. A.E.P.).
- Hieracium vulgatum* Fries — Goose R., Traverspine (G 1950).

References

- ABBE, E.C., 1955. Vascular Plants of the Hamilton River Area, Labrador. *Contr. Gray Herb.*, 176: 1-44.
- ASCHERSON, P.F.A., 1860. Nachtrag zur Flora von Labrador. *Flora*, 43: 369-370.
- BIAYS, P., 1964. Les Marges de l'Oekouméne dans l'est du Canada. *Univ. Laval, Centre d'études nordiques, Travaux et documents 2*, Québec, 760 p.

- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1951. La Traversée de l'Ungava en 1945. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, **2 F**, 1-130.
- ERKAMO, V., 1960. Über die Synanthropen in der Finnischen Flora. *Fennia*, **85**: 82-85.
- FERNALD, M.L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th ed. American Book Co., New York, 1632 p.
- FERNALD, M.L. and J.D. SORNBORGER, 1899. Some Recent Additions to the Labrador Flora. *Ottawa Nat.*, **13**: 89-107.
- GARDNER, G., 1946. Liste des plantes récoltées sur la côte du Labrador. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **93**: 162-200.
- GILLET, J.M., 1963. Flora of Goose Bay, Labrador. *Can. Fld Nat.*, **77** (3): 131-146.
- GRENFELL, W.T. a.o., 1922. Labrador. The Country and the People. New edit. The Macmillan Co., New York, 529 p.
- HIND, H.Y., 1863. Explorations in the Interior of the Labrador Peninsula. 2 Vols. Longman, Green, Longman, Roberts & Green, London, 351 + 328 p.
- HOOVER, W.J., 1829-40. Flora Boreali-Americana. 2 vols. 351 + 328 p. Facsimile 1960, J. Cramer, Weinheim. *Hist. Nat. Classica*, **7** (1).
- HUSTICH, I., 1936. Botaniska notiser från vastra Lappland. 2. *Mem. Soc. Fauna Flora fenn.*, **11**: 162-165.
- HUSTICH, I., 1963. A preliminary inventory of the vascular plants in the eastern part of Central Labrador Peninsula. *Acta geogr.*, **17**: (3): 1-38.
- HUSTICH, I., 1965. On the Phytogeography of the Eastern Part of Central Quebec-Labrador Peninsula, I. *Soc. Sci. fenn., Comm. Biol.*, **28** (9): 1-36.
- HUSTICH, I., 1970. On the Phytogeography of the Eastern Part of Central Quebec-Labrador Peninsula, II. *Soc. Sci. fenn., Comm. Biol.*, **30** (7): 1-16.
- HUSTICH, I. and B. PETERSSON, 1944. Notes on Vascular Plants of the East Coast of Newfoundland-Labrador. I. *Mem. Soc. Fauna Flora fenn.*, **19**: 192-200.
- HUTTON, S.K., 1912. Among the Eskimos of Labrador. Seeley & Co. Ltd., London. 344 p.
- IVERSÉN, J., 1952-53. Origin of the Flora of Western Greenland in the Light of Pollen Analysis. *Oikos*, **4** (2): 85-103.
- JALAS, J., 1955. Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. *Acta Soc. Fauna Flora fenn.*, **72** (11): 1-15.
- JALAS, J. und T. HONKALA, 1962. Über die Beziehung einiger Gartenunkräuter zum Nährstoffgehalt des Bodens in der Stadt Hämeenlinna in Südfinnland. *Arch. Soc. Zool. Botan. fenn. "Vanamo"*, **16** (1): 1-18.
- KALLIO, P., U. LAINE and Y. MÄKINEN, 1969. Vascular Flora of Inari Lapland. I. *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat.*, **5**: 1-108.
- LINKOLA, K., 1916. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. *Acta Soc. Fauna Flora fenn.*, **45** (1): 1-429.
- MACOUN, J.M., 1895. List of the Plants known to occur on the coast and in the interior of the Labrador Peninsula. *Ann. Rep. geol. Surv. Can.*, **8** (50): Appendix 6, 353-366.
- MATTOX, W.G., 1964. Fort Naskopie on Petitsikapau Lake. *Res. Pap. McGill Subarctic*, No. 18, 1-24.
- MEDSGER, O.P., 1966. Edible Wild Plants. Macmillan Co., New York, 323 p.
- MOIR, D.R., 1959. A Floristic Survey of the Severn River Drainage Basin of Northwestern Ontario. Ph. D. diss. Univ. of Minnesota, 261 p.
- PACKARD, A.S., 1891. The Labrador Coast. A Journal of two summer cruises to that region. N.D.C. Hodges, New York, 474 p.

- PIJL, L., 1969. Principles of Dispersal in Higher Plants. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 154 p.
- PORSILD, M.P., 1932. Alien Plants and Apophytes of Greenland. *Medd. Gronland*, **92** (1): 1-85.
- PORSILD, A.E., 1945. A Survey of the adventitious Flora of Ivigtut in southwest Greenland. *Can.Fld Nat.*, **59** (2): 53-59.
- ROULEAU, E., 1956. A Check-list of the Vascular Plants of the province of Newfoundland. *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **69**: 41-106.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, **95**: 49-169.
- ROUSSEAU, J., 1964. Coupe biogéographique et ethnobiologique de la péninsule Québec-Labrador. In "Le Nouveau-Québec". École pratique des Hautes Études, Sorbonne. *Bibl. Arct. et Antarct.*, **2**: 29-94.
- ROUSSEAU, J., 1966. Movement of Plants under the Influence of Man. In "The Evolution of Canada's Flora. Ed. Taylor, R.L. and Ludwig, R.A. Univ. of Toronto Press, 81-99.
- ROUSSEAU, J., 1968. The Vegetation of the Québec-Labrador peninsula between 55° and 60° N. *Naturaliste can.*, **95** (2) : 469-563.
- SCHLECHTENDAL, D.F.L. von, 1836. Ueber die Flora von Labrador. *Linnaea*, **10**: 76-114.
- SIMMONS, H.G., 1910. Floran och vegetationen i Kiruna. Lund., 403 p.
- SPECK, F.G., 1935. Naskapi. The Savage Hunters of the Labrador Peninsula. *Univ. Oklahoma Press*, Norman, 248 p.
- ST. JOHN, H., 1922. A Botanical Exploration of the North Shore of the Gulf of St Lawrence, Canada. *Mem. Vict. Mem. Mus.*, **126**: 1-130.
- TAMM, C.O. and T. TROEDSSON, 1955. An example of the amounts of plants nutrients supplied to the ground in road dust. *Oikos*, **6** (1): 61-70.
- TANNER, V., 1944. Outlines of the Geography, Life and Customs of Newfoundland-Labrador. *Acta geogr.*, **8**: 1-906.
- TOOD, W.E.C., 1963. Birds of the Labrador Peninsula and Adjacent Areas. Univ. of Toronto Press, 819 p.
- WAGHORNE, A.C., 1894. The Flora of Newfoundland. Labrador and St. Pierre et Miquelon. *Proc. Trans. Nova Scotian Inst. Sci.*, **8**: 359-373 ; 1894-98, 83-100, 361-401.
- WETMORE, R.H., 1923. Plants of the Hamilton Inlet and Lake Melville region, Labrador. *Rhodora*, **25**: 4-12.
- WISTRAND, G., 1965. Cultural Influence on the Flora. *Acta phytogeograph. suec.*, **50**: 226-227.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DE LA VÉGÉTATION RIPARIENNE DE L'ÎLE D'ORLÉANS

ESTELLE LACOURSIÈRE¹ et MIROSLAV M. GRANDTNER

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

Résumé

L'île d'Orléans est située dans la section estuarienne du fleuve Saint-Laurent à une dizaine de milles en aval de Québec. Ses grèves, soumises aux marées d'eau douce, offrent à la végétation un habitat très particulier. Un des traits caractéristiques de ce milieu est la disposition en zones parallèles au fleuve de la plupart des groupements végétaux. Cette zonation semble régie, avant tout, par le gradient-inondation.

Abstract

The île d'Orléans is located in the estuary of the St. Lawrence River about ten miles below Québec City. Its shores, subject to freshwater tides, provide a very distinctive habitat for vegetation. One of the characteristics of this environment is the distribution of plant communities in zones parallel to the river. This zonation seems to be largely controlled by the inundation gradient.

Introduction

L'intérêt que présente l'habitat estuarien réside dans les conditions de vie spéciales créées par le rythme incessant d'immersion et d'émersion qui, quatre fois par jour, perturbe profondément les conditions de respiration, de transpiration, d'absorption des éléments et de photosynthèse.

Un tel milieu a très tôt attiré l'attention des botanistes. Entre autres, Fernald (1923), Fassett (1928), Marie-Victorin (1929, 1935), Prat (1933), Rousseau (1932, 1933, 1953), Rousseau et Rousseau (1937), Dansereau et Raymond (1948), Raymond (1950), ont étudié et décrit soit des individus particuliers de la flore estuarienne, soit certaines conditions écologiques propres à ce milieu.

Les études phytosociologiques et écologiques, elles, sont peu nombreuses et, en ce qui concerne la végétation intertidale de l'île d'Orléans, elles sont, à toute fin pratique, inexistantes. C'est pourquoi il nous a paru utile d'étudier certains aspects de la végétation riparienne de cet endroit. Le but principal de notre recherche était la définition des unités écologiques en même temps que la vérification d'une hypothèse envisagée dès le départ et suggérée par cette affir-

¹ Adresse actuelle : Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières.

mation de Dansereau (1956, p. 49): “ *Le gradient-inondation (ou profondeur et durée de recouvrement du sol par l'eau) est le principal déterminant de la colonisation, par les plantes, des bords du lac Saint-Pierre et de la zonation assez nette qui en résulte* ”. Si Dansereau a pu établir douze zones de végétation en relation avec un gradient-inondation saisonnier, ne pourrait-on pas retrouver une relation semblable en rapport avec un gradient bijournalier? Marie-Victorin (1929) n'a-t-il pas écrit que le rythme estuarien reproduit toutes les phases et tous les chocs du rythme saisonnier, qu'il en est une sorte de haute fréquence ?

Dans le présent article, nous nous limiterons à l'étude du secteur compris entre Ste-Famille et la Pointe Argentenaye. Nous donnerons, d'abord, une brève description de la végétation, des sols et du gradient-inondation pour nous attacher, ensuite, à dégager les relations qui existent entre la distribution des plantes et ces facteurs du milieu. La description détaillée des associations que nous avons pu définir au cours du même travail fera l'objet d'une publication ultérieure.

Méthodes

L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION

Pour la prospection du terrain, nous avons utilisé la méthode du transect. Clements (1928), Pageau (1959) et Vanden Berghen (1966) ont souligné les avantages de cette méthode pour l'étude des zones de végétation occupant des surfaces grossièrement parallèles. Elle est particulièrement utile, selon Vanden Berghen (1966), pour préciser les rapports qui existent entre la composition du couvert végétal et la variation d'un facteur du milieu, en l'occurrence la durée d'immersion. Nous avons établi 14 transects, à un mille d'intervalle environ les uns des autres, de Sainte-Famille à la Pointe Argentenaye (figure 1).

Dans la description de la végétation, la nomenclature suivie pour les plantes vasculaires est celle de la 8e édition (1950) du *Gray's Manual of Botany* de Fernald.

L'ÉTUDE DES SOLS

Compte tenu des objectifs de notre recherche, nous nous sommes limités à l'étude d'un profil-type pour chacun des groupements végétaux définis. En plus des observations morphologiques faites sur le terrain, nous avons déterminé les principaux caractères physiques et chimiques de chacun des 60 échantillons de sol prélevés à 1, 6, 12, 18 et 24 pouces de profondeur.

Le pH a été mesuré sur le terrain par la méthode Hellige-Truog et, en laboratoire, au moyen de l'appareil Beckman à électrode de verre. Les analyses granulométriques pour déterminer les unités texturales furent effectuées selon la méthode de Boyoucos (1936). Les éléments assimilables furent extraits d'échantillons séchés à l'air par la méthode de Schollenberger et Simon (1945) et dosés au spectrophotomètre à absorption atomique Perkin-Elmer

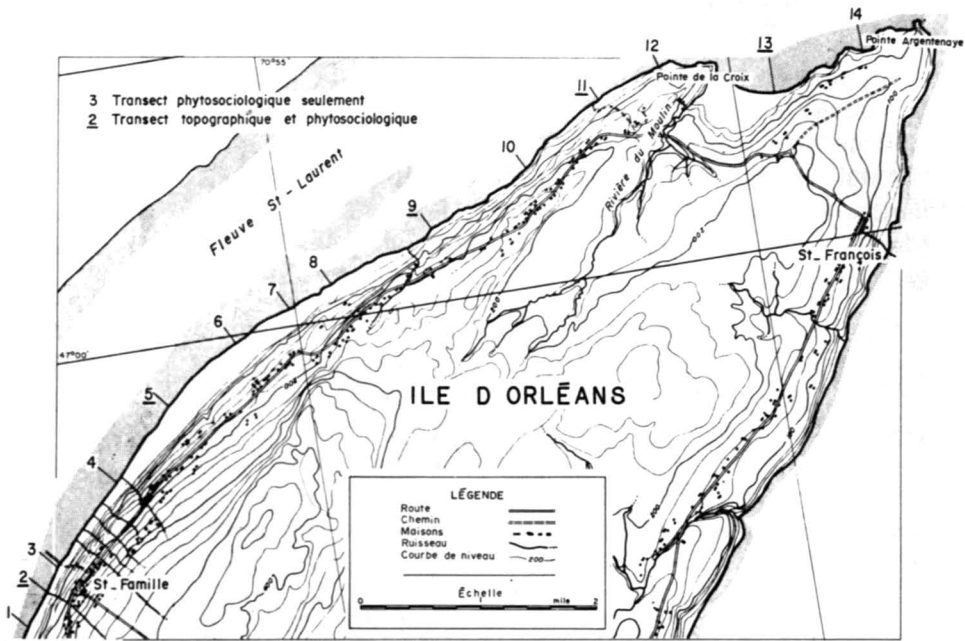


FIGURE 1. Position des transects phytosociologiques et topographiques dans le secteur étudié de l'île d'Orléans.

modèle 303. Le dosage de l'azote total a été fait par la méthode de Kjeldahl (*in* Bremner, 1960) et celui du carbone, par la méthode de Waikley et Black (1934).

Quant au classement des sols, il est basé sur le système canadien (NSSC, 1963).

L'ÉTUDE DU GRADIENT-INONDATION

Ce facteur est particulièrement important, mais difficile à cerner. La fréquence et la durée d'immersion d'un point donné de la zone intertidale sont dépendantes de la topographie et de la hauteur des marées. Cinq transects topographiques ont été faits, à 2 milles de distance environ les uns des autres, de Sainte-Famille à la Pointe Argentenaye (figure 1). Par ailleurs, nous avons établi la fréquence moyenne et la durée des marées de différentes hauteurs pendant une saison de végétation.

Description de la végétation et du milieu

LA VÉGÉTATION

Un transect synthétique illustré par la figure 2 nous permet de mieux discerner les formations végétales du secteur étudié. Ce sont, du sud au nord, la

saulaie arborescente, les saulaies arbustives puis la prairie riparienne, cette dernière occupant la plus grande partie de la zone intertidale.

La première zone, dont la limite inférieure est contiguë à celle des vases dénudées, est occupée par le *Scirpus americanus* accompagné de quelques individus de *Zizania aquatica* var. *brevis*. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la limite des vases dénudées, de nouvelles espèces viennent s'ajouter. Les premières à apparaître sont des sagittaires: *Sagittaria rigida* et *S. cuneata*. Cependant, le couvert végétal est encore incomplet; des îlots de vases dénudées persistant çà et là.

Dès que l'on atteint une altitude de 9 pieds environ au-dessus de la marée la plus basse, le couvert végétal se fait plus dense et plus riche en espèces. Le *Scirpus americanus* est toujours dominant, mais aux plantes déjà citées, vient s'ajouter le *Sium suave* qui imprime une physionomie particulière à cette zone par son feuillage reluisant et ses ombelles au moment de sa floraison. La strate herbacée inférieure s'est enrichie d'un tapis d'*Eleocharis halophila* et d'une dizaine d'autres espèces. Parmi celles-ci, il nous faut nommer *Lysimachia terrestris*, *Mimulus ringens*, *Deschampsia caespitosa* et *Triglochin maritima*.

Vient ensuite une zone caractérisée par *Eupatorium perfoliatum*. Le *Scirpus americanus* s'y maintient en abondance, mais nous sommes ici à la limite supérieure de sa distribution. Par ailleurs, *Zizania aquatica* var. *brevis*, qui se trouvait presque toujours présent près de la limite inférieure de la prairie riparienne, disparaît définitivement. Quelques autres espèces s'y trouvent, par contre,

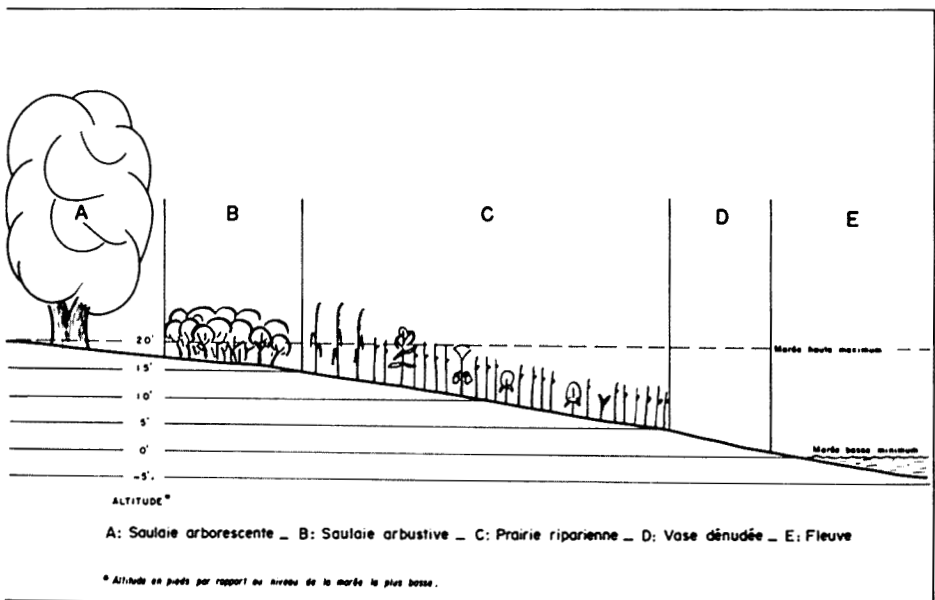


FIGURE 2. Transect synthétique de formation végétale de la zone intertidale à l'île d'Orléans.

dans la partie optimale de leur distribution. Telles sont *Triglochin maritima*, *Aster simplex*, *Deschampsia caespitosa*, *Juncus balticus*.

Dix et Smeins (1967) classent le *Spartina pectinata* parmi les espèces qui marquent la séparation entre les hautes et les basses prairies. Dans le secteur que nous avons étudié, la zone occupée par le *Spartina pectinata* sert d'articulation entre la prairie à *Scirpus americanus* et les groupements ligneux des saulaies arbustives. Cette zone réunit à la fois des espèces à caractère terrestre comme *Eupatorium maculatum*, *Aster simplex*, *Chelone glabra*, *Solidago graminifolia*, et des plantes amphibies vraies, telles : *Equisetum palustre*, *E. fluviatile*, *Eleocharis palustris*, *Sagittaria cuneata*. Le système racinaire de la plupart de ces plantes a tendance à s'étendre horizontalement, à quelques pouces seulement de la surface, contribuant ainsi à fixer le sol. En retenant les matières alluviales apportées par l'eau, ces plantes protègent le sol contre l'érosion (Marie-Victorin, 1935 ; Dansereau, 1945) favorisant ainsi "... l'établissement d'une flore à caractère de plus en plus terrestre " (Dansereau, 1945, p. 377).

Dans la section estuarienne de l'île d'Orléans, le *Spartina pectinata* n'est cependant pas aussi envahissant qu'autour du lac Saint-Pierre (Marie-Victorin, 1934 ; Dansereau, 1959). La zone qu'il occupe ici est généralement étroite.

Entre la prairie riparienne et la saulaie arborescente se trouve une zone de saules arbustifs, en particulier le *Salix discolor* et *Salix rigida*. Cette zone possède un certain nombre d'espèces propres, telles *Scirpus rubrotinctus*, *Carex rostrata*, *Stellaria graminea*, *Carex aquatilis* et *Potentilla anserina*.

Le dernier groupement de la sère physiographique des rivages est la saulaie arborescente à *Salix fragilis*. C'est une forêt feuillue dont la strate supérieure, dominée par *Salix fragilis*, forme un couvert presque entièrement fermé. Parmi les autres essences qui accompagnent le saule fragile, notons deux frênes : *Fraxinus nigra* et *F. pennsylvanica*. Dans la strate herbacée, *Impatiens capensis*, *Onoclea sensibilis* et *Circea quadrisulcata* forment, à elles seules, un tapis presque complet. Là où le milieu n'a pas été perturbé par l'homme, on trouve généralement la saulaie à *Salix fragilis* à la limite supérieure de la zone intertidale.

Reste à signaler cinq groupements qui ne forment pas de zones continues et n'occupent pas une position fixe dans la caténa. Ils colonisent des microhabitats répondant à leurs exigences écologiques propres.

Les sommets légèrement déprimés des terrasses et, en général, les endroits mal égouttés de la zone intertidale sont souvent envahis par le *Sparganium eurycarpum* et ses espèces compagnes. Comme l'a fait remarquer Marie-Victorin (1935), le *Sparganium eurycarpum* forme rarement de grandes colonies pures bien que sa multiplication végétative, assurée par des stolons souterrains, soit intense. Dans la zone intertidale de l'île d'Orléans, on le trouve associé à de très nombreuses espèces pouvant supporter, comme lui, une immersion partielle prolongée. Citons, *Lythrum salicaria*, *Sagittaria cuneata*, *Leersia oryzoides*, *Bidens hyperborea*, *Eleocharis palustris*.

Dansereau (1959) a déjà signalé que le *Sparganium eurycarpum* semble préférer les dépressions marécageuses où séjourne une eau stagnante enrichie de débris végétaux partiellement décomposés. Or, c'est souvent le cas en bordure de la saulaie où sont accumulés les débris abandonnés par la marée. Aussi, n'est-il pas rare de trouver des colonies de *Sparganium eurycarpum* à cet endroit.

Sur les battures de la rive nord, on peut également trouver des colonies très denses, mais peu nombreuses, de *Typha latifolia*. Elles forment des enclaves à l'intérieur des autres groupements végétaux. Comme le *Typha latifolia* peut atteindre 8 pi. de hauteur, ces enclaves tranchent sur la végétation environnante.

Çà et là dans la prairie riparienne, émergent aussi des colonies de *Scirpus validus*. Les rhizomes de ce scirpe occupent presque tout l'espace disponible et laissent peu de place pour les autres espèces qui voudraient s'y installer.

La prairie riparienne à *Sagittaria latifolia* ne forme pas non plus une zone continue. Elle épouse les contours des microhabitats qui répondent à ses exigences. C'est ainsi qu'elle prend la forme rectangulaire quand elle s'établit dans les anciennes mares creusées pour la chasse aux canards, ou une forme sinueuse quand elle suit les méandres d'un ruisseau dont elle colonise les versants. Les grandes feuilles reluisantes du *Sagittaria latifolia* et la teinte plus pâle du *Zizania aquatica* var. *brevis* qui l'accompagne, tranchent sur la végétation environnante généralement dominé par *Scirpus americanus*.

Enfin, dans les dépressions naturelles et dans les mares récentes où l'eau séjourne même à marée basse, on trouve des groupements dominés par des espèces strictement aquatiques, comme *Najas flexilis*, *Myriophyllum exalbescens*, *Elodea canadensis* et quelques autres.

LES SOLS

Le sol de la partie inférieure des battures, occupé par la prairie riparienne, est un sol jeune, non différencié, gleyifié jusqu'en surface. Il est formé de sédiments récents de texture limoneuse et de structure semi-liquide en surface, mais compacte en profondeur. De la matière organique, non décomposée, est enfouie à différents niveaux, mais le profil ne comporte pas d'horizons organiques proprement dits. Si on se réfère au système canadien de la classification des sols (NSSC, 1963), le sol de la prairie riparienne est à rattacher au grand groupe des régosols qui appartient à l'ordre des sols régosoliques. Plus précisément, il peut être classé dans le sous-groupe des régosols gleyifiés.

Dans la partie supérieure de la zone intertidale, le sol qui supporte la saulaie arborescente a un profil du type Ah/C, un peu différent. L'humus est de type mull. La texture est sablo-limoneuse, les sédiments étant plus grossiers ici qu'à la limite inférieure des battures. Contrairement au sol de la prairie riparienne qui était neutre à alcalin, le sol de la saulaie est légèrement acide : le pH est de 5.8 dans les premiers 6 pouces. D'après la morphologie et les propriétés

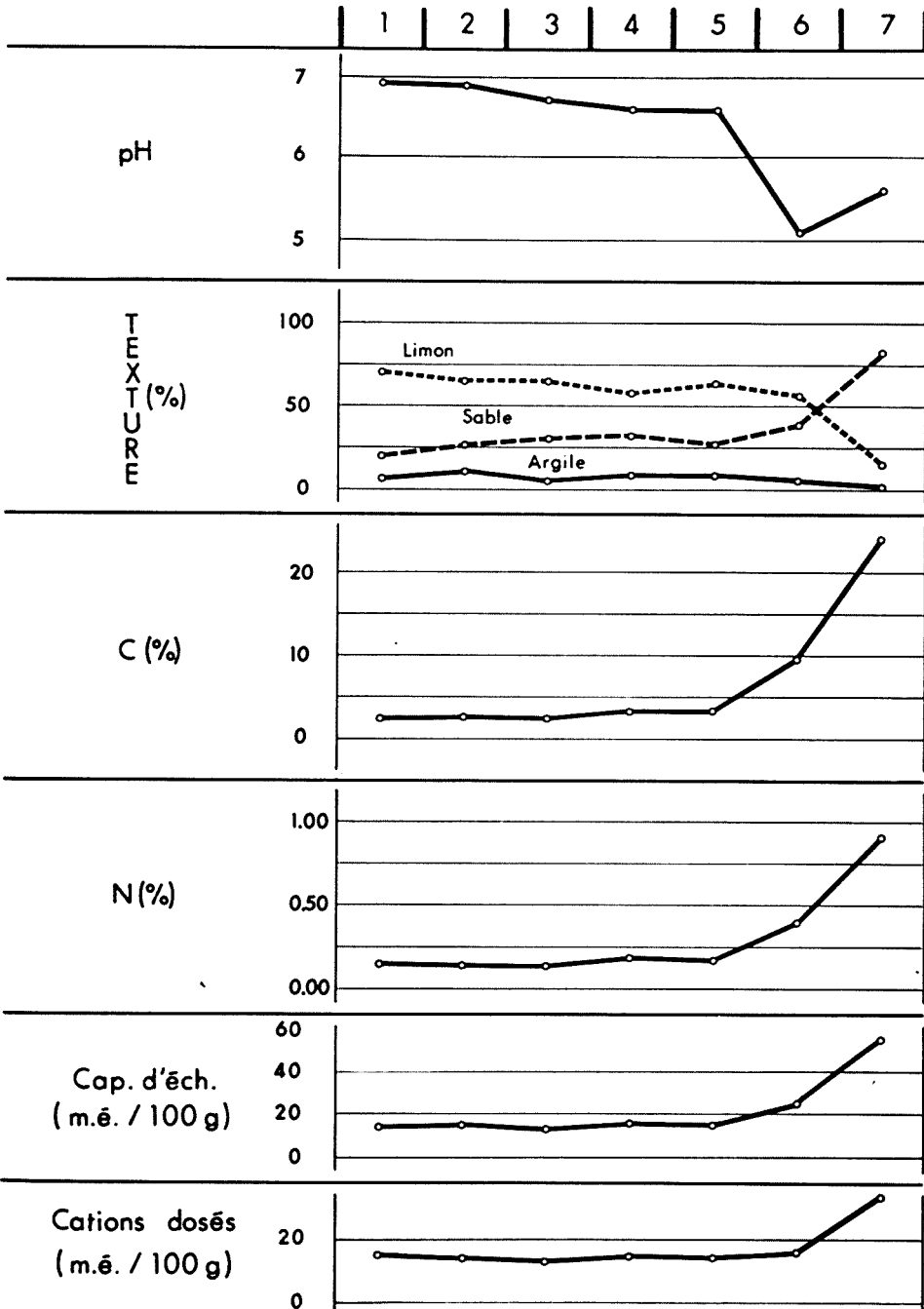


FIGURE 3. Propriétés physiques et chimiques des substrats correspondant aux différentes zones de végétation. 1- prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Sagittaria rigida*; 2- prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Sagittaria cuneata*; 3- prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Sium suave*; 4- prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Eupatorium perfoliatum*. 5- prairie riparienne à *Spartina pectinata*; 6- saulaie arbustive à *Salix rigida* ou à *Salix discolor*; 7- saulaie arborescente à *Salix fragilis*.

physiques et chimiques le profil-type de la saulaie arborescente appartiendrait au sous-groupe des régosols organiques du grand groupe des régosols.

Dans la zone de transition entre la prairie et la forêt ripariennes, le sol présente des caractères intermédiaires. Il possède un horizon organominéral très peu humifié reposant sur un horizon C gleyifié jusque dans sa partie supérieure. L'humus est de type mor. Il s'agit encore d'un régosol gleyifié.

Les propriétés physiques et chimiques de ces sols ont été exprimées sous forme graphique dans la figure 3. Les valeurs indiquées sont les valeurs moyennes calculées à partir des résultats obtenus lors de l'analyse des 4 ou 5 échantillons prélevés dans chaque profil. On remarque une quasi uniformité dans le substratum des différents groupements de la prairie riparienne. Ainsi le pH varie seulement de 0.3 d'une extrémité à l'autre de cette dernière. Dans les saulaies, par contre, la présence de matière organique partiellement décomposée contribue à acidifier le milieu : le pH est de 5.1 dans la saulaie arbustive et de 5.6 dans la saulaie arborescente.

Les changements notables dans la texture n'apparaissent pas non plus dans le substratum de la prairie riparienne, mais bien plutôt dans celui de la saulaie à *Salix fragilis*. Alors que le taux d'argile est de 8% en moyenne dans les échantillons provenant de la prairie à *Scirpus americanus* il n'est que de 1% dans ceux de la saulaie arborescente. On trouve la relation inverse en ce qui concerne le sable : le pourcentage de cet élément qui ne dépasse pas 33 dans la prairie atteint 83 dans la saulaie. La grosseur des particules déposées étant inversement proportionnelle au temps de sédimentation, il est normal que les particules les plus grosses se trouvent là où la période d'immersion est moins longue.

Pour ce qui est des pourcentages d'azote, de carbone, de la capacité d'échange et de la somme des cations dosés, les mêmes remarques s'imposent : grande homogénéité dans les substrats des différents groupements de la prairie riparienne et enrichissement sensible au niveau de la saulaie arbustive et surtout de la saulaie arborescente. À titre d'exemple, qu'il nous suffise de mentionner le cas de la somme des cations dosés : les valeurs obtenues sont dans l'ordre de 15 m.é. / 100 g pour les échantillons prélevés dans le substrat correspondant aux différents groupements végétaux de la prairie alors que, dans la saulaie, la somme s'élève à 35 m.é. / 100 g.

Sauf dans le cas de la saulaie arborescente, les caractères édaphiques seuls ne sauraient donc expliquer la répartition des groupements végétaux en zones parallèles au fleuve.

LE GRADIENT-INONDATION

Le gradient-inondation est fonction de la topographie d'une part, et de la hauteur des marées d'autre part. Cinq transects topographiques et phytosociologiques ont donc été faits à peu près à égale distance dans le secteur étudié. Ces

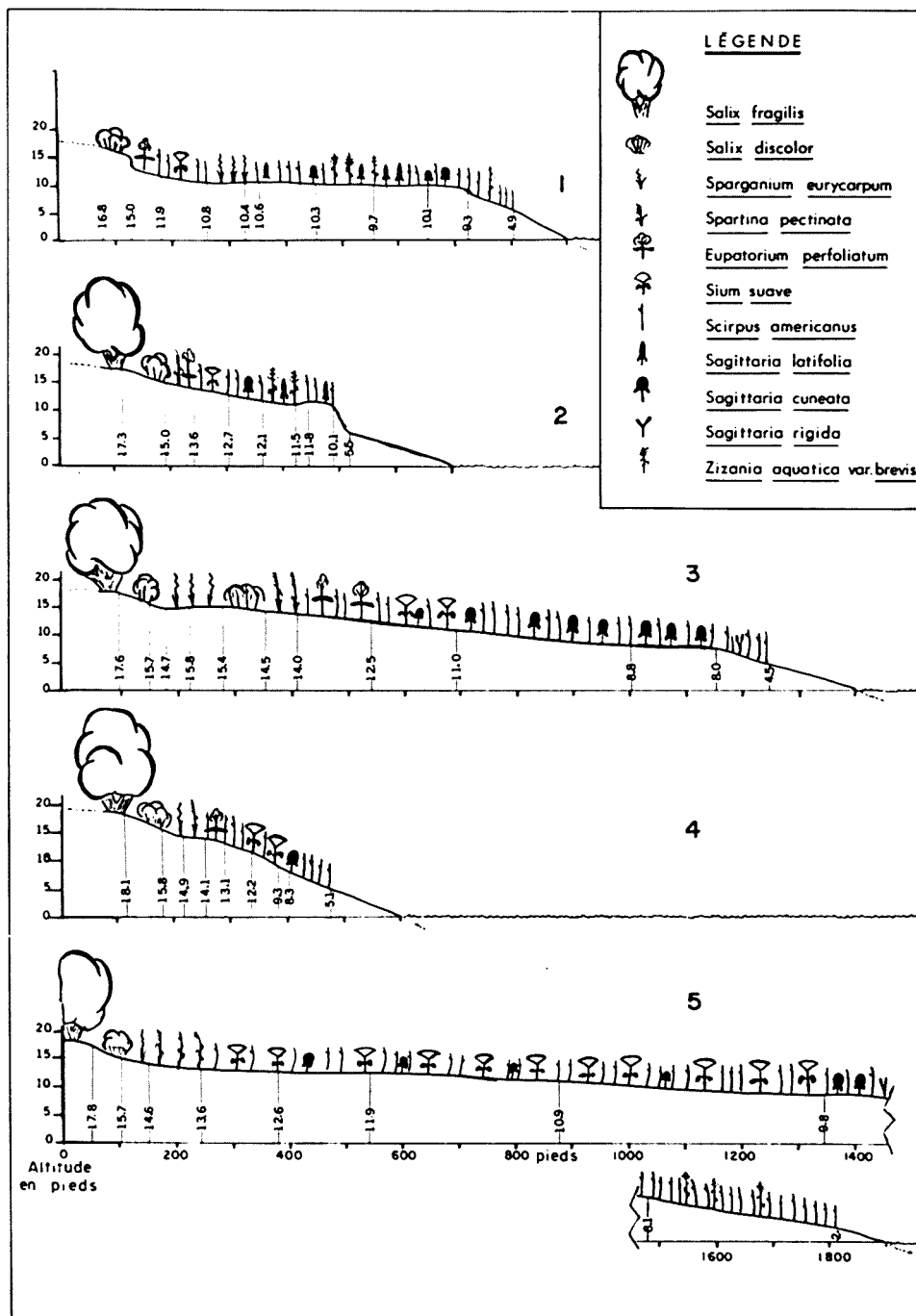


FIGURE 4. Transects topographiques et phytosociologiques.

cinq transects sont représentés à la figure 4. Le début de la végétation est ordinairement à 4.5 pi. d'altitude. La limite inférieure de distribution du *Sagittaria cuneata* se situe le plus souvent à 8 pi. d'altitude ; celle du *Sium suave*, entre 9.3 et 12 pi. ; celle de l'*Eupatorium perfoliatum*, entre 12 et 13.6 pi. au-dessus du niveau de la marée la plus basse. La prairie à *Spartina pectinata* est toujours au-dessus de 13.6 pi. d'altitude. La relation entre la limite inférieure de distribution et l'altitude est particulièrement sensible dans le cas des saulaies. Elle se situe entre 14.5 et 15.8 pi. pour la saulaie arbustive et entre 17.3 et 18.1 pi. pour la saulaie arborescente.

Par ailleurs, nous avons calculé la fréquence des marées de différentes hauteurs pendant une saison de végétation, à partir des prédictions fournies par le Services hydrographique du Canada et que l'on trouve dans les Tables des marées et courants du Canada. Les résultats sont consignés dans le tableau I.

Connaissant le nombre moyen des marées de différentes hauteurs pendant une saison de végétation et l'altitude des limites de distribution des groupements végétaux, il nous a été possible d'établir leur fréquence d'immersion (tableau II).

Pour ce qui est de la durée d'immersion en un point donné, elle est difficile à calculer, la marée n'étant pas un phénomène statique mais bien plutôt un mouvement perpétuel. Pour y arriver, nous avons dû poser un certain nombre d'*a priori*. Nous avons supposé : a) qu'un cycle de la marée s'accomplissait en 12

TABLEAU I

Fréquence des marées selon leur hauteur durant les saisons de végétation
1967 et 1968

Hauteur de la marée (pieds)	Total (1967)	Total (1968)	Moyenne (1967-68)
10 à 11	4	6	5
11 à 12	10	11	10
12 à 13	16	14	15
13 à 14	41	40	41
14 à 15	51	40	45
15 à 16	40	53	47
16 à 17	31	39	35
17 à 18	27	20	24
18 à 19	15	9	12
19 à 20	1	3	2

heures exactement ; b) que la vitesse de déplacement de l'eau était uniforme pendant tout le cycle d'une marée d'une hauteur donnée. Ainsi pour une marée de 20 pi., nous avons calculé une vitesse de déplacement de 3.3 pi. / hre ; pour une marée de 10 pi., une vitesse de 1.7 pi. / hre, etc . . . ; c) que l'altitude moyenne de la limite inférieure de distribution d'un groupement végétal et l'altitude moyenne de sa limite supérieure de distribution pouvaient être considérées comme points de référence pour calculer les durées d'immersion maximale et minimale ; d) qu'une épaisseur d'au moins 4 pieds d'eau au-dessus du niveau du sol était nécessaire pour que la végétation puisse être considérée comme immergée.

Bien que les données du tableau III n'aient qu'une valeur relative, une tendance y apparaît nettement : la durée d'immersion totale en heures diminue depuis la limite des vases dénudées jusqu'à la prairie à *Spartina pectinata* en passant de 1220 heures à 1 heure seulement en moyenne au cours d'une saison de végétation. Quant aux saulaies arbustives et à la saulaie arborescente l'eau n'atteint jamais une épaisseur de 4 pieds bien que le sol et une partie de la végétation y soient submergés occasionnellement comme en atteste le tableau II.

Discussion

Les données mentionnées précédemment peuvent se résumer ainsi. Les plantes présentent une distribution non aléatoire : un bon nombre d'espèces sont cantonnées dans les saulaies, alors que d'autres ne se trouvent pas en dehors de la prairie riparienne. De plus, on observe dans cette dernière, un enrichissement progressif en nouvelles espèces depuis la limite des vases dénudées jusqu'en bordure des saulaies. En ce qui concerne les sols, au contraire, on remarque une grande homogénéité dans le substrat de la prairie riparienne avec un enrichissement marqué dans celui de la saulaie. Les caractères du sol à eux seuls, du moins en ce qui concerne la prairie riparienne, ne peuvent pas expliquer les changements dans la composition et la distribution de la végétation.

Le moment est donc venu de vérifier l'hypothèse que nous avons envisagée dès le départ, à savoir que le gradient-inondation est le principal déterminant de la colonisation de ces rivages par les végétaux, comme Dansereau l'affirmait déjà, en 1956, pour les bords du lac Saint-Pierre. Si tel est le cas, il devrait y avoir une relation assez étroite entre la limite de distribution d'un groupement et l'altitude au-dessus du niveau de la marée la plus basse. Nous avons pu constater, sur les transects topographiques et phytosociologiques, qu'une telle relation existait en effet entre l'apparition d'un groupement donné et l'altitude. De plus, l'absence de certains groupements, là où un escarpement abrupt a télescopé la zone correspondant à leur position habituelle, montre bien que leur présence est liée au facteur altitude et, conséquemment, à la fréquence et à la durée d'immersion. Tel est le cas dans le premier transect (figure 4), où la zone généralement occupée par le *Spartina pectinata* est absente par suite d'une brusque dénivellation entre 12 et 15 pi. d'altitude, et dans le deuxième transect où

TABLEAU II

Fréquence d'immersion au cours d'une saison de végétation, des groupements occupant une position déterminée dans la zone intertidale.

Groupements	Altitude moyenne de la limite inférieure (pieds)	Nombre de fois par saison où la marée atteint cette limite	Altitude moyenne de la limite supérieure (pieds)	Nombre de fois par saison où la marée atteint cette limite
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sagittaria rigida</i>	4	236	9	236
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sagittaria cuneata</i>	9	236	11	231
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sium suave</i>	11	231	13	206
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Eupatorium perfoliatum</i>	13	206	14	165
Pr. rip. à <i>Spartina pectinata</i>	14	165	15	120
Saulaie arbustive à <i>Salix rigida</i> ou <i>Salix discolor</i>	15	120	16	73
Saulaie arborescente à <i>Salix fragilis</i>	18	13	19	2

TABLEAU III

Durée d'immersion totale au cours d'une saison de végétation, à la limite supérieure et à la limite inférieure de distribution des groupements végétaux occupant une position déterminée dans la zone intertidale.

Groupements	Altitude moyenne de la limite inférieure (pieds)	Durée d'immersion totale (heures)	Altitude moyenne de la limite supérieure (pieds)	Durée d'immersion totale (heures)
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sagittaria rigida</i>	4	1220	9	295
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sagittaria cuneata</i>	9	295	11	85
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Sium suave</i>	11	85	13	10
Pr. rip. à <i>Scirpus americanus</i> et <i>Eupatorium perfoliatum</i>	13	10	14	1
Pr. rip. à <i>Spartina pectinata</i>	14	1	15	0
Saulaie arbustive à <i>Salix rigida</i> ou à <i>Salix discolor</i>	15	0	16	0
Saulaie arborescente à <i>Salix fragilis</i>	18	0	19	0

les groupements dont la limite de distribution est inférieure à 10 pi. au-dessus du niveau de la marée la plus basse sont totalement absents.

La fréquence d'immersion d'un point donné étant inversement proportionnelle à son altitude, on assiste à une réduction de celle-ci au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la limite des vases dénudées (tableau II). D'une extrémité à l'autre de la prairie riparienne, elle passe de 236 à 120 pour une saison de végétation. Ne s'agit-il pas là d'un facteur qui peut expliquer que, sur des substrats aux propriétés physiques et chimiques très rapprochées, on trouve des groupements végétaux aussi différents que la prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Sagittaria rigida* et la prairie riparienne à *Spartina pectinata* ?

Les mêmes remarques s'imposent en ce qui concerne la durée d'immersion (tableau III). Pour une durée d'immersion totale de 1220 heures dans le cas de la prairie riparienne à *Scirpus americanus* et *Sagittaria rigida*, on a calculé à peine une heure d'immersion totale pour la prairie riparienne à *Spartina pectinata*. De plus, les saulaies ne subissent jamais une immersion totale bien que leurs sols soient submergés occasionnellement. Les propriétés de ces derniers sont d'ailleurs suffisamment différentes pour expliquer la présence de ces groupements à la limite supérieure de la zone intertidale.

Nous avons bien peu parlé jusqu'à présent des groupements qui n'occupent pas une position définie. Bien qu'il soit difficile, dans leur cas, d'établir des relations avec la fréquence et la durée d'immersion, une certaine analyse est tout de même possible.

Le substrat des colonies de *Typha latifolia* est nettement plus acide que celui des autres groupements. Est-ce suffisant pour conclure que cette plante est une espèce acidophile et que la seule réaction du sol est responsable de son apparition ? Probablement non, puisque McNaughton (1966) a trouvé des valeurs allant de 6.8 à 8.3 pour des communautés de *Typha*, dispersées du nord au sud des États-Unis. Grandtner (1966), pour sa part, a trouvé des colonies de *Typha latifolia* sur une tourbe très légèrement acide (pH : 6.0). Il appert de ces résultats que cette espèce est très tolérante à l'égard de la réaction du sol.

Exception faite des colonies de *Typha latifolia*, les autres groupements présentent une grande homogénéité édaphique (tableau IV). Comment alors expliquer leur distribution ? Aucune difficulté pour le groupement aquatique à *Najas flexilis* qui, de toute évidence profite des microhabitats répondant à ses exigences de communauté de plantes submergées en permanence.

La distribution des autres groupements semble aussi limitée par le facteur humidité auquel vient s'ajouter, dans le cas des colonies de *Sagittaria latifolia*, le facteur sédimentation. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, cette dernière espèce envahit massivement les boues semi-liquides dans lesquelles ses stolons, plutôt fragiles, rencontrent peu de résistance. Par ailleurs, sa tendance à étaler ses stolons horizontalement dans toutes les directions et sur une

TABLEAU IV

Principaux caractères chimiques des substrats des groupements n'occupant pas une position fixe dans la zone intertidale.

	Pr. rip. à <i>Typha latifolia</i>	Pr. rip. à <i>Sparganium eurycarpum</i>	Pr. rip. à <i>Scirpus validus</i>	Pr. rip. à <i>Sagittaria latifolia</i>	Group. aquatique à <i>Najas flexilis</i>
pH	4.8	5.8	6.8	6.8	6.7
Carbone (%)	11.4	5.3	2.8	2.9	2.4
Azote (%)	0.44	0.26	0.16	0.18	0.13
Cations dosés m. é./100 g	14.1	15.1	16.7	15.3	15.0

grande surface, lui assure une bonne fixation malgré le peu de protection que lui offre le substrat lui-même.

Les sols mal égouttés, avec un pouce ou deux d'eau stagnante en surface, supportent ordinairement la prairie riparienne à *Sparganium eurycarpum*, alors que les colonies de *Scirpus validus* semblent, au contraire, rechercher les substrats bien égouttés.

Conclusion

Il appert, de ce qui précède que ce sont la fréquence et la durée d'immersion, plus que les caractères édaphiques, qui sont responsables de la distribution des groupements végétaux dans la zone intertidale de l'île d'Orléans. Même là où les caractères édaphiques sont assez différents pour expliquer la présence d'un groupement végétal particulier, c'est encore le facteur eau qui, en définitive, permet l'installation de ses espèces. Il en est ainsi, par exemple, dans la partie supérieure de la zone intertidale où la diminution de la fréquence et de la durée d'immersion permet l'accumulation des débris organiques, mais où le peu d'aération du sol par suite de l'humidité excessive ralentit le métabolisme de décomposition et augmente l'acidification du milieu, favorisant, par là l'installation d'une flore acidophile.

Remerciements

Nous sommes particulièrement honorés de participer à l'hommage posthume du Naturaliste canadien à Jacques Rousseau. Ce dernier a suivi, avec un intérêt soutenu, nos travaux et souhaitait les voir publiés un jour.

Nous tenons à remercier le Dr Bernard Bernier et le Dr Yvon Laflamme de leurs précieux conseils lors de l'analyse des sols ainsi que MM. Gilles Lemieux et Lionel Cinq-Mars qui ont identifié plusieurs de nos plantes vasculaires.

Références

- ANONYME, 1967 et 1968. Tables des marées et courants du Canada. Volume 3. Fleuve Saint-Laurent et rivière Saguenay. Min. des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- BOYOUCOS, G. J., 1936. Directions for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. *Soil Sci.*, **42**: 225-229.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1951. Pflanzensoziologie. Springer Verlag, Wien.
- BREMMER, J. M., 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *J. Agric. Sci.*, **55**: 11.
- CLEMENTS, F. E., 1928. Plant succession and indicators. Wilson, New York.
- DANSEREAU, P., 1945. Essai de corrélation sociologique entre les plantes supérieures et les poissons de la beine du lac Saint-Louis. *Revue can. Biol.*, **4**: 369-417.
- DANSEREAU, P., 1956. Le régime climatique régional de la végétation et les contrôles éda-phiques. *Revue can. Biol.*, **15**: 1-71.
- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia laurentiana. II : The principal plant associations of the St. Lawrence Valley. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, no 75.
- DANSEREAU, P. and M. RAYMOND, 1948. Botanical excursions in Quebec Province : Montréal - Québec - Gaspé Peninsula. *Bull. Serv. Biogéogr.*, 1948 (2).
- DIX, R. L. and E. E. SMEINS, 1967. The prairie, meadow, and marsh vegetation of Nelson County, North Dakota. *Can. J. Bot.*, **45**: 21-59.
- FASSETT, N. C., 1928. The vegetation of the estuaries of Northeastern North America. *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, **39**: 73-130.
- FERNALD, M. L., 1923. The gentian of the tidal shores of the St. Lawrence. *Rhodora*, **25**: 88-89.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th ed., American Book Co., New York.
- GRANDTNER, M. M., 1966. Observations sur la végétation des marais des Iles-de-la-Madeleine. *Naturaliste can.*, **93**: 771-777.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1929. Le dynamisme dans la flore du Québec. Essai sur les forces d'évolution et d'élimination en œuvre dans certaines populations végétales. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no 13.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1935. Flore laurentienne. Les Frères des Écoles chrétiennes, Montréal.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1943. Observations sur la bio-écologie du *Spartina pectinata*. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no 48, pp. 29-36.
- MCNAUGHTON, S. S., 1966. Ecotype function in the *Typha* community type. *Ecol. Monogr.*, **36**: 277-325.
- N S S C, 1963. Report on the Fifth Meeting of the National Soil Survey Committee of Canada held at Winnipeg, Manitoba, March 4-8, 1963. Univ. of Manitoba, Winnipeg.

- PAGEAU, C., 1959. Étude descriptive structurale et fonctionnelle de la végétation aquatique supérieure du lac Saint-Louis dans la Grande Anse de l'île Perrot, province de Québec. Univ. Montréal, Montréal. (Thèse non publiée).
- PRAT, H., 1933. Les zones de végétation et les facies des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent, au voisinage de Trois-Pistoles. *Naturaliste can.*, **60**: 93-136.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **5**: 1-147.
- ROUSSEAU, J., 1932. Contribution à l'étude du *Gentiana Victorinii*. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no 23, pp. 1-7.
- ROUSSEAU, J., 1933. Les *Astragalus* du Québec et leurs alliés immédiats. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no 24, pp. 13-66.
- ROUSSEAU, J., 1953. Rythme quotidien des estuaires. *Sciences et aventures*, **8**: 222-228.
- ROUSSEAU, J. et B. ROUSSEAU, 1937. Étude comparative de la température de l'estuaire du Saint-Laurent et des habitats voisins. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no 29, pp. 65-69.
- SCHOLLENBERGER, A. and R. H. SIMON, 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil. *Soil Sci.*, **59**: 13-19.
- VANDEN BERGHEN, C., 1966. Initiation à l'étude de la végétation. Les Naturalistes Belges, Bruxelles.
- WALKLEY, A. and I. A. BLACK, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil sci.*, **37**: 29.

VARIATIONS MINEURES ET EXTENSIONS D'AIRES
DANS LA FLORE DU QUÉBEC

ERNEST LEPAGE
Saint-Simon (Rimouski), Québec

Résumé

Equisetum sylvaticum var. *sylvaticum* f. *serum*, *E. sylvaticum* var. *pauciramosum* f. *tardatum* et *Arenaria peploides* var. *robusta* f. *Lamoureuxli* sont ici décrits, tandis que *Equisetum sylvaticum* var. *multiramosum* f. *opsistachyum*, *Vaccinium uliginosum* f. *pedris* et *Hippuris vulgaris* f. *lacunarum* représentent un nouvel alignement. Des extensions d'aires sont rapportées pour 23 autres plantes.

Abstract

Hereafter are presented some data on the range of 23 plants. *Equisetum sylvaticum* var. *sylvaticum* f. *serum*, *E. sylvaticum* var. *pauciramosum* f. *tardatum* and *Arenaria peploides* var. *robusta* f. *Lamoureuxli* are described, while *Equisetum sylvaticum* var. *multiramosum* f. *opsistachyum*, *Vaccinium uliginosum* f. *pedris* and *Hippuris vulgaris* f. *lacunarum* are three new transfers.

Introduction

Au cours d'herborisations poursuivies, en 1969 et 1970, dans le secteur situé entre Saint-Simon et le lac Témiscouata, nous avons découvert plusieurs plantes peu ou pas connues dans le Bas Saint-Laurent. Cela était prévisible, puisque le système hydrographique secondaire, formé par les rivières, s'oriente généralement dans la direction nord-sud et favorise l'apport de plantes venant du sud. La présence d'espèces telles que *Carex bromoides*, *C. normalis*, *Leersia oryzoides*, *Rubus elegantulus*, *Ilex verticillata*, *Lindernia dubia* et *Megalodonta Beckii* semble confirmer cette hypothèse.

Quant aux formes écologiques de l'*Equisetum sylvaticum* que nous décrivons, elles nous aident à mieux saisir les conditions de croissance des plantes dans les régions froides. Bien des botanistes attachent peu d'importance à ces formes, qui, pourtant, reflètent si bien l'habitat, que ce serait dommage de les ignorer. Pour n'en mentionner qu'un exemple, prenons le cas de l'*Hippuris vulgaris*. En eaux douces, dans les mares peu profondes, nous avons le f. *vulgaris*; en eaux courantes, le f. *fluviatilis* (Coss. & Germ.) Glück; en eaux

saumâtres ou salines, le f. *tetraphylla* (L. f.) Lepage ; dans les eaux de même nature, mais plus profondes, le f. *lacunarum* (Dutilly & Lepage) Lepage¹, tandis que le f. *litoralis* Lindb. f. préfère des habitats intermédiaires entre le f. *vulgaris* et le f. *tetraphylla*.

Variations mineures

Plusieurs espèces de Prèles possèdent des formes à fructification tardive : *Equisetum arvense* L. f. *campestre* (C. F. Schultz) Klinge, *E. palustre* L. f. *polystachion* (Wiegel) Duval-Jouve, *E. fluviatile* L. f. *polystachyum* (Bruckn.) Broun, *E. hyemale* L. f. *polystachyum* Prager. Ces variations apparaissent sur des tiges ou des rameaux normalement stériles. Nous traiterons ici des formes sérotinales de l'*E. sylvaticum*.

Equisetum sylvaticum L. var. *sylvaticum* f. *serotinum* (Milde) Klinge.

Labrador : bassin de la riv. Churchill (Hamilton), bois tourbeux près de la charge du lac Giasson, 54° 13' N., 66° 02' O., 25 juillet 1963, Dutilly et Lepage 41070A.

Si l'on en juge par la description de Milde (cité par Victorin, 1927, p. 45) « *Caulis fertilis sterili similimus* », il s'agit de la phase stérile, de forme pyramidale, qui est devenue fertile ; notre récolte est conforme à cette description. Victorin (*loc. cit.*) a décrit un f. *neoserotinum*, forme analogue, mais hypothétique, chez le var. *pauciramosum*, mais ce nom provisoire est invalide et peut être ignoré.

Equisetum sylvaticum var. *sylvaticum* f. *serum*, f. nov.

Caulis fertili consimilis, sed post evolutionem ramorum ramulorumque spicam breviorum proferens.

Québec : portage à la hauteur des terres entre le versant de la baie d'Hudson et celui de la baie d'Ungava, 56° 44' N., 73° 06' O., 3 août 1945, Dutilly et Lepage 14430 (holotype: Herbarium Louis-Marie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec). — Environs du lac aux Phoques, vers 56° 20' N., 74° 05' O., buissons humides, 31 juillet 1945, Dutilly et Lepage 14410.

Labrador : bois tourbeux près de la charge du lac Giasson, 54° 13' N., 66° 02' O., 25 juillet 1963, Dutilly et Lepage 41070.

Equisetum sylvaticum var. *pauciramosum* Milde f. *tardatum*, f. nov.

Caulis fertili consimilis, sed post evolutionem ramosum spicam breviorum proferens.

Labrador : Gready Island, 22 juillet 1933, Gérard Gardner 251 (Holotype: Herbarium Louis-Marie).

Equisetum sylvaticum var. *multiramosum* (Fern.) Wherry f. *opsis-tachyum* (Lepage) comb. nov. — *E. sylvaticum* var. *pauciramosum* f. *opsis-tachyum* Lepage, Naturaliste can. 78 : 345, 1951.

1. *Hippuris vulgari*. L. f. *lacunarum* (Dutilly & Lepage), comb. nov. (*H. tetraphylla* L. fil. f. *lacunarum* Dutilly & Lepage, Naturaliste can. 81: 68, 1954).

Comme l'holotype de cette plante appartient sans doute au var. *multiramiosum*, le nouvel alignement devient nécessaire. Ces trois dernières formes se rencontrent chez la phase fertile, qui possède le port d'une pyramide inversée, alors que la phase stérile a plutôt la forme d'une pyramide en position normale. Quelle est la cause qui a produit ces formes sérotinales, observées jusqu'ici dans les régions froides seulement ? Il est possible que la végétation débute au moment où le sol n'est dégelé qu'en surface, ce qui est particulièrement vrai dans l'habitat tourbeux où ces Prêles se rencontrent. La plante, ne pouvant alors utiliser que la partie disponible de ses réserves, forme d'abord des rameaux, quitte à fructifier plus tard quand les conditions deviennent plus favorables.

Arenaria peploides L. var. *robusta* Fern. f. *Lamoureuxii*, nov. f.

Petalis nullis vel minutis (ca. 1 mm long.).

Québec : Mont-Saint-Pierre, comté de Gaspé-Nord, grève en face du village, 14 juin 1970, E. Lepage et Gisèle Lamoureux 16411 (holotype: Herbar Louis-Marie).

Chez la plante normale, les pétales, égalant les sépales, mesurent de 4 à 7 mm de longueur, alors qu'ils sont ici réduits à des vestiges d'environ 1 mm. Lors de la tournée gaspésienne qui suivit le congrès de l'Association botanique du Canada tenu à Québec, cette plante fut découverte par Mlle Gisèle Lamoureux. C'est avec plaisir que nous lui dédions cette nouvelle forme.

Vaccinium uliginosum L. f. *pedris* (Harshberger) stat. nov.

V. uliginosum var. *pedris* Harshberger, Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia **67** : 232, 1928.

Québec : rivière aux Mélézes, sommet sec de la colline de dolomie, vers 57° 31' N., 69° 54' O., 26 août 1951, Dutilly, Lepage et Duman 28254.

L'holotype décrit par Harshberger provient du Pedro Dome, Alaska, et sa description se lit comme suit : « *Bacca ovata* ; *fructus dulcissimus* ». En 1951, je confiai la récolte sus-mentionnée au Dr Jacques Rousseau, sachant qu'il préparait alors une étude sur des formes analogues. À maintes reprises, il a annoncé à l'auteur que son travail serait bientôt publié. Après vingt ans, le moment semble venu de clore ce dossier.

Notes phytogéographiques

Leersia oryzoides (L.) Sw. – Rive marécageuse du lac des Aigles, Lacs-des-Aigles, comté de Rimouski (16551, 16560). Deux stations gaspésiennes sont mentionnées par Scoggan (1950) : Grande-Rivière-Ouest et rivière Dartmouth. Ce sont apparemment les seuls endroits connus à l'est de la ville de Québec. Carte de distribution : Hultén (1958, p. 265, carte 246), Meusel *et alii* (1965, p. 57).

Carex bromoides Schkuhr. – Comté de Rimouski : riv. Rimouski, la Couronne (1023, 12481) ; Fond d'Ormes (3376). – Comté de Témiscouata : petit lac Touladi (16469). Ces récoltes proviennent de bois riches d'ormes et de frênes, ce qui concorde bien avec l'habitat mentionné pour cette espèce par Doyon et Cayouette (1969) dans le comté de Lévis. Comme cet habitat n'est pas rare entre Lévis et Rimouski, on devrait y retrouver cette plante, le jour où l'on ira l'y chercher.

Carex Michauxiana Boeckl. – Rive marécageuse du lac des Îlets, Sainte-Rita, comté de Riv.-du-Loup (16547). À l'encontre du précédent qui est une espèce des régions tempérées, celui-ci remonte jusqu'à la limite du Subarctique et ne se rencontre au sud qu'en des habitats plutôt froids. Au sud du Saint-Laurent, la station précitée semble la seule connue, depuis le comté de Matane jusqu'aux Cantons de l'Est.

Carex normalis Mack. – Érablière, environ un mille à l'ouest du lac Dion, 8^e rang, Saint-Valérien de Rimouski (16494). L'aire de cette plante s'est notablement élargie, depuis que Victorin (1935) la signalait pour les « Bois de l'ouest du Québec » ; des récentes récoltes dans les comtés de Portneuf, Charlevoix, Montmorency et Montmagny, puis la nôtre dans Rimouski, en font foi.

Eriophorum gracile Koch var. *caurianum* Fern., *Rhodora* 7 : 87, 1905. – Rive marécageuse du lac des Îlets, Sainte-Rita, comté de Riv.-du-Loup (16319). C'est la seule variété rencontrée à la baie James et nous l'avons trouvée récemment dans le bassin de la riv. Churchill. Elle est à rechercher dans les régions habitées du Québec. Les akènes mesurent 2.5-3.0 mm (1.5-2.0 mm chez le var. *gracile*) et les écailles sont de couleur paille ou brunâtre, au lieu de la couleur plomb ou noirâtre.

Juncus subtilis Mey. – Comté de Rimouski : lac des Baies (3937) ; lac Saint-Simon, Saint-Mathieu (16588). – Comté de Riv.-du-Loup : lac Saint-Jean, Sainte-Rita (16342) ; lac de la Grande-Fourche, Saint-Hubert (16528). Ce jonc nain et rampant se rencontre généralement sur les boues fines et riches en humus des rives exondées. Scoggan (1950) le signale pour le Bic avec l'habitat « Sea-cliffs », ce qui me paraît anormal. Les présentes récoltes comblent une lacune importante dans son aire de distribution. Lepage (1966) en a cartographié l'aire américaine au nord du 50^e parallèle.

Juncus pelocarpus Mey. – Bord du grand lac Malobèze, Saint-Fabien, comté de Rimouski (16376). – Bord du lac de la Grande-Fourche, Saint-Hubert, comté de Riv.-du-Loup (16538). Les stations les plus rapprochées se trouvent à l'île d'Anticosti (Victorin et Rolland-Germain, 1969), Grandes Bergeronnes, comté de Saguenay (QFA) et Saint-Nérée de Bellechasse (QFA).

Luzula pallescens (Wahlenb.) Bess. – Comté de Rimouski : Bic (1888, 12297) ; Sacré-Coeur (13867) ; Saint-Simon (16446). – Comté de Témiscouata : Saint-Honoré (Blouin, Carrier, Lemieux et Richard, n° 7382). Bien que les flores n'en font mention que depuis un temps assez récent, cette plante n'est pas une nouvelle venue dans le Québec. Déjà en 1904, Fernald et ses compagnons (Rhodora 53 : 10, 1951) la récoltaient le long de la riv. Nouvelle, comté de Bonaventure. Elle fut récoltée depuis à Péninsule, comté de Gaspé-Nord, par L. Cinq-Mars ; connue aussi de Sainte-Florence, comté de Matapédia (QFA). De plus, l'herbier Louis-Marie contient de nombreuses récoltes, qui s'échelonnent depuis le comté de Charlevoix jusqu'aux comtés de Rouville et de Missisquoi.

Trillium undulatum Willd. – Franquelin, comté de Saguenay, 16 juin 1970, G. Gardner 1109. Bien que largement répandu au sud du Saint-Laurent, il semble rare du côté nord, à l'est de la région de Québec, où il n'a apparemment été rapporté antérieurement que par Lafond (1947) du bassin de la riv. aux Anglais.

Arethusa bulbosa L. – Bois clair et tourbeux, lac des Joncs, Saint-Fabien de Rimouski (16438). Scoggan (1950) n'en mentionne qu'une station au Bic. Apparemment très rare dans l'est du Québec, sauf à l'île d'Anticosti (Victorin et Rolland-Germain, 1969). Cependant Camille Rousseau (*in litt.*) nous informe que cette plante a été trouvée à Goose Bay, Labrador (In a lowland bog near edge of open water, 1950, J.M. Gillett and Findley 5399, DAO, rapportée par Gillett (1963) sub nom. *Calopogon pulchellus*).

Pogonia ophioglossoides (L.) Ker-Gawl. – Bois clair et tourbeux, lac des Joncs, Saint-Fabien de Rimouski (16270). Bien que mentionné comme « général » par Victorin (1964), Scoggan (1950) ne le signale pas et c'est la seule localité que nous lui connaissons dans le bas Saint-Laurent.

Corylus cornuta Marsh. var. *megaphylla* Vict. & Rousseau, Contrib. Inst. bot. Univ. Montréal, n° 36 : 13, 1940. – Berge de la riv. Senescoupé, au confluent de la riv. Trois-Pistoles, Saint Clément, comté de Riv.-du-Loup (1652). Par ses feuilles très grandes (long. 8-13 cm ; larg. 7-9 cm) et ses fruits à bec très long, il se distingue bien de la variété typique. Signalé déjà pour la riv. Marsoui et l'embouchure de la Matapédia (Victorin et Rousseau, *loc. cit.*).

Nymphaea tetragona Georgi var. *Leibergii* (Morong) Boivin. – Lac des Joncs, Saint-Fabien, comté de Rimouski (16370). – Lac Saint-Jean, Sainte-Rita, comté de Riv.-du-Loup (16340). Baldwin (1958) l'a récolté à Tachereau et Dansereau (1949) en a donné la distribution dans le Québec : Duparquet, Abitibi (Empain, Piché et J. Rousseau), lac Memphrémagog (Lucien Levesque) et lac Porc-Épic, Saint-Fabien de Rimouski (Rousseau). Cette dernière station est maintenant disparue, par suite du drainage de ce lac.

Rubus elegantulus Blanchard. – Clairière rocheuse, Saint-Simon de Rimouski (16251, 16381). Dans l'état actuel de nos connaissances des *Rubus* du Québec, il serait vain de discourir sur la rareté et la distribution de plusieurs espèces. Nous versons cette mention au dossier.

Ilex verticillata (L.) Gray. – Comté de Rimouski : bord du lac Croche, Saint-Guy (3939) ; bord du lac des Aigles, Lac-des-Aigles (16563) ; lac Long, à l'ouest de Saint-Valérien (16493). – Comté de Témiscouata : bord du lac Témiscouata, Cabano (3599) ; bord du petit lac Touladi (16470). Ces récoltes prouvent qu'il ne s'agit pas de stations isolées, mais que cet arbuste est plutôt fréquent, depuis la riv. Rimouski jusqu'au lac Témiscouata.

Cornus stolonifera Michx. var. *Baileyi* (Coul. & Evans) Drescher. – Saint-Simon, comté de Rimouski (16254, 16454). Après observation de ce cornouiller depuis deux ans, je constate que sa présence est fréquente à Saint-Simon, et, lors de notre tournée gaspésienne, en juin 1970, je l'ai vu fréquemment tout autour de la péninsule. Boivin (Naturaliste can. 93 : 406, 1966) fut probablement le premier à signaler sa présence en notre province.

Datura Stramonium L. var. *Tatula* (L.) Torr. – Saint-Simon de Rimouski, près d'une grange (16609). La couleur pourpre de la tige et les épines inégales de la capsule le distinguent du var. *Stramonium*. C'est la première mention pour le Québec.

Lindernia dubia (L.) Pennell. – Mare desséchée le long de la décharge du lac Saint-Simon, Saint-Mathieu de Rimouski (16575). Adventice ou non, cette plante croissait dans l'habitat habituel qu'on lui connaît dans son aire. D'après Camille Rousseau (inéd.), la station la plus rapprochée se trouve à Saint-Roch-des-Aulnais, comté de l'Islet.

Plantago major L. ssp. *pleiosperma* Pilger. – Baissière le long de la décharge du lac Saint-Simon, Saint-Mathieu de Rimouski (16583). Dans la sous-espèce *major*, le nombre de graines est de 6 à 15 par capsule. A cette sous-espèce appartiennent les var. *major* et *Pilgeri* Domin, présentes dans le Québec. Chez la sous-espèce *pleiosperma*, la capsule plus conique contient jusqu'à 30 graines et plus. Entre autres variétés, nous connaissons le var. *scopulorum* Fries et Broberg de nos grèves maritimes. Le *P. major* est une de ces plantes banales, souvent peu récoltées, dont on ne se préoccupe guère de préciser la variété.

Megalodonta Beckii (Torr.) Greene. – Comté de Riv.-du-Loup : Saint-Paul-de-la-Croix (202). – Comté de Rimouski : bord du lac des Aigles, Lac-des-Aigles (16549) ; lac Crysol, Saint-Simon (16383) ; lac au sud de la gare, Saint-Fabien (15806). Quoique cela soit sa limite orientale dans le Québec, on finira sans doute par le trouver plus à l'est, à mesure que sera mieux connue la flore des lacs situés en arrière des comtés de Rimouski, Matane et Matapédia.

Remerciements

Il nous fait plaisir d'exprimer notre gratitude au Dr Bernard Boivin, de l'Institut de recherches sur les végétaux à Ottawa, pour les renseignements fournis en nomenclature et à M. Camille Rousseau, professeur à la Faculté d'agriculture de l'Université Laval de Québec, pour l'abondance des données concernant la distribution des plantes mentionnées dans ce travail.

Références

- BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the Clay Belt of Northern Ontario and Québec. *Bull. Nat. Mus. Can.*, **156**: 1-324.
- DANSEREAU, P., 1949. Extension du *Nymphaea tetragona* au sud de la province de Québec. *Annls ACFAS*, **15**: 127-128.
- DOYON, D. et R. CAYOUILLE, 1969. Études sur la flore du comté de Lévis. I. — Notes sur quelques espèces d'importance phytogéographique. *Naturaliste can.*, **96**: 749-757.
- GILLET, J. M., 1963. Flora of Goose Bay, Labrador. *Can. Fld Nat.*, **77**: 131-145.
- HULTEN, E., 1958. The Amphi-Atlantic plants and their phytogeographical connections. *E. Sv. Vet. Akad. Handl. Ser. 4*, **7** (1) : 1-340, 279 maps.
- LAFOND, A., 1947. Notes d'herborisation sur la Côte Nord. *Annls ACFAS*, **13**: 92.
- LEPAGE, E., 1966. Aperçu floristique du secteur nord-est de l'Ontario. *Naturaliste can.*, **93**: 207-246.
- MEUSEL, H., E. JÄGER und E. WEINERT, 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen flora (Karten). Veb. Gustav Fischer Verlag, Jena. 2 vol.
- SCOGGAN, H. J., 1950. The Flora of Bic and the Gaspe Peninsula, Québec. *Bull. nat. Mus. Can.*, **115**: 1-399.
- VICTORIN, FR. MARIE-, 1927. Les Équisétinées du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **9**: 1-137.
- VICTORIN, FR. MARIE-, 1935, 1964. Flore Laurentienne. 2^e éd. revue et mise à jour par Ernest Rouleau. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal.
- VICTORIN, FR. MARIE- et FR. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal.

POLYPLOÏDIE ET GÉOBOTANIQUE

ÁSKELL LÖVE et DORIS LÖVE

*Department of Biology
University of Colorado, Boulder, Colorado, U.S.A.*

Résumé

Les auteurs présentent des données sur la fréquence de la polypléidie chez les plantes vasculaires à différentes latitudes et altitudes, et font une revue des tentatives d'explication qui en ont été présentées. Les polypléides sont plus nombreux sous les Tropiques, bien qu'ils ne représentent en fait qu'un très faible pourcentage des flores énormes des régions tropicales. Aux latitudes et altitudes élevées, la fréquence des polypléides est très élevée quoique leur nombre soit restreint : ceci est dû à la supériorité sélective très nette des polypléides lorsque le nombre d'espèces d'une flore est fortement réduit par la rigueur des conditions écologiques. Il appert donc que ce phénomène, par lequel les polypléides ont apparemment des limites de tolérance plus souples que les diploïdes, est simplement fonction de l'accroissement du nombre de leurs gènes, ce qui fait de cette condition l'un des plus efficaces et des plus importants mécanismes de préadaptation qu'il ait été donné aux généticiens d'observer jusqu'à ce jour.

Abstract

Data are presented on the frequency of polyploid higher plants at different latitudes and altitudes, and past attempts at their explanation are reviewed. Polyploids are found to be most numerous in the Tropics, although in a very low percentage because of the enormous size of such floras. At high latitudes and altitudes the frequency of polyploids is considerable though their number is low, because of the distinctly selective superiority of polyploids when a flora is drastically reduced in number by stringent environmental influences. It is concluded that the phenomenon of the apparently wider tolerance limits of polyploids than diploids is a simple function of their increase in number of genes, making this condition *per se* one of the most effective and important of preadaptation mechanisms so far observed by geneticists.

Introduction

La chasse aux nombres chromosomiques débuta en l'an 1882, avec la publication des observations de deux botanistes, Strasburger et Guignard, observations qui portaient à croire qu'un nombre chromosomique unique caractérise chaque espèce de plante, et que ce même nombre se retrouve dans toutes les cellules somatiques des individus de cette espèce. Vingt-cinq ans et plusieurs centaines de travaux plus tard, Roth (1906) démontra que

dans le genre *Rumex*, les espèces forment une série dans laquelle les nombres chromosomiques des différentes espèces sont des multiples d'un nombre de base. À cette époque, plusieurs embryologistes et cytologistes avaient entrepris, même dans certains centres d'Amérique, de compter les chromosomes de plantes, mais le foyer de ces études demeurait en Europe du Nord, où Winge résuma, en 1917, les connaissances d'alors sur les nombres chromosomiques et en arriva à la conclusion qu'une étude comparative des chromosomes apporterait une contribution importante à la systématique et à la phylogénèse. Au même moment, Tischler (1915) publia la première revue de tous les nombres chromosomiques connus ; plusieurs autres listes suivirent la première, ce qui permit de comparer plus adéquatement des groupes en provenance de différentes régions. Environ cinq ans plus tard, Täckholm (1922), qui réalisa une étude désormais classique de la cytologie et de l'embryologie du très complexe genre *Rosa*, remarqua que les espèces dont le degré de polyploïdie est le plus élevé présentent une distribution plus nordique que les espèces diploïdes et les espèces faiblement polyploïdes. Bien que cette première observation de la relation entre chromosomes et distribution ait été fondamentale, son importance ne fut pas reconnue immédiatement ; ce n'est qu'en 1928 que Hagerup souligna le fait qu'il existe une forte corrélation entre polyploïdie et conditions climatiques extrêmes parmi les Ericacées, comme le démontre la comparaison entre les diploïdes de climat tempéré *Arctostaphylos diversifolia*, *Clethra arborea*, *Empetrum nigrum* et *Kalmia latifolia*, d'une part, et les espèces tétraploïdes du nord, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Clethra alnifolia*, *Empetrum hermaphroditum* et *Kalmia glauca*, d'autre part. En 1931, Hagerup ajouta à ces observations des données sur d'autres familles, provenant du Groenland jusqu'à Tombouctou en Afrique et écrivit que dans les cas de polyploïdie à l'intérieur d'un genre, les espèces " avec le nombre le plus élevé de chromosomes sont toujours celles que l'on retrouve le plus au nord, et par conséquent les plus exposées aux températures extrêmes ". Il fit aussi remarquer que l'on peut s'attendre à un accroissement de la fréquence des polyploïdes dans toutes les associations floristiques lorsque le climat tend vers des conditions plus extrêmes. Cette hypothèse marqua le début d'une série considérable de recherches et de discussions sur la signification géobotanique de la polyploïdie ; ces discussions se poursuivent encore de nos jours. Jusqu'à récemment, l'hypothèse de Hagerup se buta à nombre d'arguments, mais ils se font maintenant moins nombreux, avec l'acceptation de plus en plus généralisée de cette hypothèse comme un fait d'expérience, tandis que certains portent maintenant leurs discussions sur les explications possibles du phénomène de la corrélation entre caractéristiques cytologiques et caractéristiques géobotaniques.

Dans l'histoire de la maturation de cette idée, on retrouve des études effectuées un peu partout à travers le monde, certaines intensives et bien conçues, d'autres moins sophistiquées ; une revue de ces discussions fournirait d'intéressants exemples de fausse logique et d'émotivité, qui ne semblent pas être plus exclues de la science qu'elles ne le sont de la poésie, de la philosophie

ou de la politique. Cependant, au lieu de relater l'histoire de ces observations et discussions, nous préférons utiliser l'espace qui nous est alloué pour présenter les résultats de ces travaux et pour évaluer les tentatives d'explication qui ont été présentées. De plus, au lieu d'alourdir le texte en référant constamment aux auteurs qui ont contribué à ce domaine par leurs données ou leurs discussions, nous préférons inclure toutes ces références dans la bibliographie exhaustive présentée à la fin de cet article. Cette bibliographie est suivie d'une liste d'atlas cytotoxonomiques, dont on peut extraire facilement l'information relative aux chromosomes.

Le phénomène de l'accroissement latitudinal et altitudinal de la polyplœidie

Quand Hagerup proposa son hypothèse en 1931, seules la supportaient une poignée d'observations, portant sur quelques genres. Mais c'est un encyclopédiste de la cytologie, Tischler (1934), qui, en plus d'inventer une méthode pour vérifier cette idée, appliqua cette méthode et calcula la fréquence des polyplœides des associations floristiques européennes de Sicile, du Schleswig-Holstein et d'Islande, pour les espèces dont la cytologie était connue à l'époque. Comme ses résultats semblaient fort bien supporter l'hypothèse, malgré le nombre restreint d'observations et la simplicité des statistiques employées, plusieurs autres employèrent ses méthodes. Le comptage des chromosomes s'est répandu depuis, si bien que plus de 4000 nombres chromosomiques sont maintenant publiés chaque année, dans plus de 400 publications provenant de toutes les parties du globe. Notre connaissance actuelle de la fréquence des polyplœides d'Europe et d'autres régions de l'hémisphère nord, et aussi de quelques régions de l'hémisphère sud, est résumée dans le tableau I.

Un coup d'oeil à la section A du tableau I, qui montre ce que nous savons sur l'ouest de l'Afrique et l'Europe, suffit pour se convaincre que la fréquence des polyplœides de n'importe quelle flore s'accroît à mesure que la latitude augmente. Cette conviction peut être renforcée en soumettant ces données à des épreuves statistiques, qu'elles soient simples ou sophistiquées (Löve & Löve, 1948, 1949). Quoique le phénomène soit loin d'être aussi simple qu'il ne le paraisse, les données en provenance des différentes régions de l'hémisphère nord, aussi bien que de l'hémisphère sud, supportent fort bien la généralisation qui en a été abstraite. Sans vouloir présenter tous les détails qui ont conduit à cette conclusion, nous aimerions souligner que la fréquence des polyplœides chez les Angiospermes de la riche flore des Tropiques semble se situer entre 20 et 25%, ce qui est semblable à ce que l'on retrouve dans les régions sub-tropicales, qui se caractérisent aussi par une flore riche en espèces. Dans les déserts chauds et secs, qui se caractérisent par une flore beaucoup plus pauvre, la fréquence des polyplœides s'accroît à environ 36-38%, mais elle décroît à environ 34-35% dans la flore plus riche du climat méditerranéen, dans les deux hémisphères. De là, vers le nord aussi bien que vers le sud, la réduction graduelle

TABLEAU I

Fréquence des polyploïdes

A. Afrique occidentale et Europe

Région	Latitude	% de polyploïdie	Auteurs
Côte équatoriale d'Afrique occidentale	0-10°N	26	Morton 1966
Tombouctou	17°N	37	Hagerup 1931
Nord du Sahara	36-38°N	37.8	Reese 1957
Cyclades	36-38°N	34.6	Tischler & Wulff 1953-1963
Sicile	36-38°N	37	Tischler 1934
Roumanie	44-48°N	43.5	Tarnavski 1948
Hongrie	46-49°N	48.6	Tischler 1955
Europe centrale	46-55°N	50.7	Tischler 1955
Pardubice (Tchécoslovaquie)	50°N	52.3	Löve & Löve 1949
Schleswig-Holstein	54-55°N	54.5	Tischler 1955
Danemark	54-58°N	53.5	Löve & Löve 1949
Seeland, Danemark	env. 55°N	53.2	Löve & Löve 1949
Grande Bretagne	50-61°N	50.6	Haskell 1952
Suède	55-69°N	56.3	Tischler 1955
Norvège	58-71°N	57.6	Löve & Löve 1949
Finlande	60-70°N	57.3	Löve & Löve 1949
Nord de la Suède	64-67°N	59.2	Tischler 1955
Pité-Lappmark	66-67°N	63.2	Löve & Löve 1949
Iles Canaries	28-29°N	23	Larsen 1960
Ile Kolgouiev	69°N	64	Sokolovskaya & Strelkova 1941
Iles Féroé (indigènes)	64°N	71	Löve & Löve 1957
Islande (indigènes)	63-67°N	72.1	Löve & Löve 1957, Löve 1970
Ile de Jan Mayen	71°N	70.3	Löve & Löve 1957
Spitzberg	77-80°N	79.7	Tischler & Wulff 1953-1963
Quartier Sassen (Spitzberg)	78°N	76.7	Löve & Löve 1949
Archipel François-Joseph	78°N	75	Löve & Löve 1957

B. Amérique du Nord

Région	Latitude	% de polyploïdie	Auteurs
Indiana	39-42°N	env. 45	Heiser 1950
New Hampshire	43-45°N	45	Löve & Löve 1967
Sud du Québec	45-50°N	49	Löve & Löve (non publié)
Labrador	53-60°N	68	Löve & Löve (non publié)
Sud-ouest du Groenland	60-68°N	74	Löve & Löve 1957
Terre de Peary	82-84°N	85.9	Tischler & Wulff 1953-1963
Ile du Prince Charles	67-68°N	62.7	Packer 1969
Ile du Roi Guillaume	68-70°N	66.7	Packer 1969
Ile Victoria	68-73°N	60.5	Packer 1969
Ile de Banks	71-74°N	63.3	Packer 1969
Terre du Prince-de-Galles	71-74°N	72.6	Packer 1969
Ile Somerset	72-74°N	66.0	Packer 1969
Ile de Cornwallis	74-76°N	73.5	Packer 1969
Ile Melville	74-77°N	68.9	Packer 1969
Ile Devon	74-77°N	60.2	Packer 1969
Ile du Prince Patrick	74-78°N	73.0	Packer 1969
Ile Bathurst	75-77°N	67.4	Packer 1969
Ile de Ellef Ringnes	78-79°N	77.1	Packer 1969
Colorado (basses terres)	37-41°N	42	Löve & Löve (non publié)
" (au-dessus de 2550 m)		46.7	Funabiki 1960, 1967
Yellowstone	44-45°N	57	Funabiki 1960, 1967
Sud du Manitoba	49-51°N	51	Löve & Löve (non publié)
Nord du Manitoba	55-60°N	57	Löve & Löve (non publié)
Sud-est de l'Etat de Washington	46-48°N	34.5	Funabiki 1960, 1967
Ile de la Reine Charlotte	52-54°N	56.0	Taylor & Mulligan 1968
Nord-ouest de l'Alaska	env. 68°N	59.3	Johnson & Packer 1967

C. Asie orientale

Région	Latitude	% de polyploïdie	Auteurs
Sud du Japon	33-35°N	37.9	Funabiki 1964, 1967
Nord de l'île Hondo	35-38°N	40.6	Funabiki 1964, 1967
Côte extrême-orientale de l'U.R.S.S.	40-45°N	41.1	Sokolovskaya 1966
Centre de l'île Hokkaïdo	42-45°N	46.7	Funabiki 1964, 1967
Ile Sakhaline	46-55°N	51.5	Sokolovskaya 1960
Nord de l'île Sakhaline	50-55°N	55.4	Funabiki 1964, 1967
Kamtchatka	51-60°N	56.7	Sokolovskaya 1963
Sibérie arctique	70-80°N	72.1	Sokolovskaya 1965

D. Hémisphère sud

Région	Latitude	% de polyploïdie	Auteurs
Centre du Pérou (terres basses)	10-12°S	35.4	Diers 1961
Ile Macquarie	54-55°S	86.4	Moore 1960, cf. Hanelt 1966

E. Montagnes

Région	Latitude	% de polyploïdie	Auteurs
Monts Caucase Sommets des Alpes Monts Tatra Alpes Hesse Tröllaskagi (Islande)	42°N 46°N 49°N 50°N 65°N	50.5 52.7 env. 50 52.1 75	Sokolovskaya 1965 Favarger 1954 Skalinska 1964 Knapp 1953 Löve 1953 et non publié
Pamir Altai	37°N 50°N	85.9 62.9	Sokolovskaya 1965 Sokolovskaya 1965
Montagnes du Mexique et du Guatemala	15-20°N	55.6	Beaman & alii 1962
Mont Hakone Mont Hakkoda	35°N 41°N	49.1 55.5	Funabiki 1964, 1967 Funabiki 1964, 1967
Niwot Ridge, Colorado Mont Washington, New Hampshire (élément néomoral) (élément arctique)	40°N 44°N	61 63.6 64 72	Löve & Löve (non publié) Löve & Löve 1967 Löve & Löve 1967 Löve & Löve 1967
Mont Bismarck, Nouvelle-Guinée Cordillère des Andes, Pérou	6°S 12°S	62 64.9	Borgmann 1964 Diers 1961

du nombre des espèces de n'importe quelle flore s'accompagne d'un accroissement graduel de la fréquence des polyploïdes, dont l'extrême se retrouve dans les froides toundras désertiques des régions arctiques et de l'île Maquarie dans l'océan Antarctique, où les polyploïdes représentent 85 à 86% de la flore.

La section E du tableau I montre que la situation est la même dans la flore des montagnes, quoique pas aussi extrême. La différence entre basses et hautes altitudes est la plus grande lorsque les montagnes tropicales sont comparées aux basses terres tropicales, cependant qu'aux hautes latitudes, en Islande par exemple, la différence est faible ou insignifiante. Pour ne mentionner qu'un seul phénomène parallèle, on peut aussi supposer que ceci est relié à la réduction considérable du nombre d'espèces qui accompagne le passage des basses aux hautes altitudes, sous les Tropiques, alors que ce même passage s'accompagne, dans l'Arctique, d'une réduction insignifiante du nombre des espèces.

À l'époque où les calculs de fréquence des polyploïdes des différentes flores étaient basés sur peu de dénombrements de chromosomes, qui étaient peut-être quelquefois faits par des cytologistes avec peu de connaissances taxonomiques, ou lorsque les calculs étaient basés sur du matériel en provenance de régions autres que celle dont on voulait connaître la teneur en polyploïdes, l'on pouvait à juste titre s'interroger sur l'exactitude des données et sur la précision des calculs. Lors des premiers travaux de Tischler (1934) sur le sujet, même la flore scandinave était cytologiquement peu connue. Cependant, la situation changea lorsqu'une nouvelle génération de chercheurs apparut après la publication par Löve & Löve (1942) d'une liste critique des chromosomes des plantes des pays scandinaves, si bien qu'on connaît actuellement le nombre chromosomique d'environ 30% des quelque 160,000 bonnes espèces biologiques de plantes vasculaires du monde ; ce pourcentage s'élève à 90% pour les flores scandinaves et quelques autres, et à 100% pour l'Islande (Löve & Löve, 1956 ; Löve, 1970) et le Mont Washington (Löve & Löve, 1967c), dans le New Hampshire. Par conséquent, douter de l'exactitude des données est de nos jours, déraisonnable. Comme ce fait géobotanique doit être accepté, nous devons maintenant en chercher une explication acceptable et applicable à l'ensemble du problème.

Diverses hypothèses d'explication

Quoique les raisons données dans le passé pour expliquer les faits observés — l'accroissement de la fréquence des polyploïdes qui accompagne le passage vers des latitudes ou des altitudes plus élevées — n'ont plus de nos jours qu'une valeur historique, nous aimerions cependant en mentionner quelques-unes.

Attendu la fréquence des polyploïdes chez les Monocotylédones qui, surtout chez les Graminées et les Cypéracées, est significativement plus élevée

que chez les Dicotylédones, Westergaard (1943, 1944) proposa que l'accroissement observé du sud vers le nord puisse être dû au phénomène bien connu de la plus grande fréquence des Monocotylédones dans les latitudes plus élevées. Cependant, une vérification statistique, basée sur des flores de régions européennes de grandeur comparable, à des latitudes différentes mais à la même longitude, démontrait que la fréquence des polyploïdes s'accroît indépendamment chez les Monocotylédones et les Dicotylédones, malgré un accroissement considérable de la fréquence des Monocotylédones (Löve & Löve, 1949). Cette explication ne pouvait donc pas être la bonne.

On tenta aussi d'expliquer les observations par le fait que la reproduction végétative ou apomictique est plus fréquente dans les régions nordiques. Comme on supposait que l'apomixie était reliée à la polyploïdie, deux généticiens, Gustafsson (1948) et Stebbins (1939, 1950), suggérèrent que le type de reproduction puisse être la seule, ou au moins la principale raison de l'accroissement en fréquence des polyploïdes dans les régions arctiques. Lorsque vérifiée statistiquement (Löve & Löve, 1949), cette hypothèse ne peut donc pas fournir une explication satisfaisante des faits.

Plusieurs scientifiques (cf. Wulff, 1943, 1944 ; Löve & Löve, 1949) ont noté que la composition des flores change avec l'altitude et la latitude ; comme la polyploïdie n'est pas également fréquente dans toutes les familles, les variations dans la représentation des familles dans diverses flores pourraient être la cause principale de l'accroissement de la fréquence des polyploïdes (Soó, 1947, Stebbins, 1950). Nous décidâmes de vérifier cette explication dans une étude de la fréquence des polyploïdes de différentes familles et ordres qui se retrouvent dans les flores de quatre régions européennes de grandeur comparable : la Hongrie au sud, l'île danoise de Seeland, le district Pité-Lappmark dans le nord de la Suède et le quartier Sassen du Spitzberg, dans l'Arctique (Löve & Löve, 1949). Les résultats démontrent clairement, que l'on utilise ou non des statistiques sophistiquées, que dans chaque famille la fréquence des polyploïdes s'accroît avec la latitude, quoique certaines familles atteignent seulement 50% de polyploïdie au Spitzberg, tandis que d'autres atteignent déjà 100% dans l'île de Seeland. Même les familles qui sont remarquables par le fait qu'elles incluent certains des plus vigoureux diploïdes de l'Arctique montrent un accroissement marqué de la fréquence de leurs polyploïdes du sud au nord. Par conséquent, cette tentative d'explication doit aussi être considérée comme non satisfaisante.

Gustafsson (1948) proposa que la fréquence élevée des polyploïdes dans les régions arctiques puisse être fortement influencée par la haute fréquence des plantes vivaces. Il fut suivi plus tard par Stebbins (1950) qui appuya Gustafsson et proposa que les plantes vivaces de l'Arctique sont des polyploïdes d'un degré supérieur à celui des plantes annuelles. Il est vrai que les plantes annuelles sont très rares dans les flores arctiques ; cependant des études statistiques de

la fréquence des polyptoïdes parmi les espèces annuelles à différentes latitudes en Europe ont révélé que cette hypothèse ne tient pas car la fréquence de polyptoidie parmi les espèces annuelles s'accroît clairement avec la latitude, en autant qu'elles soient encore présentes dans les flores concernées.

Gustafsson (1948) et Stebbins (1950) ont tous deux souligné fortement le fait que la fréquence accrue des polyptoïdes dans les climats arctique et alpin doit d'abord et avant tout avoir pour cause des changements dans ce que l'on appelle le spectre biologique. Le spectre biologique est un phénomène de grande importance écologique et géobotanique, qui fut reconnu par le botaniste danois Raunkiaer au début du siècle, en rapport avec ses observations que les plantes peuvent être classifiées selon leur forme biologique, laquelle est basée sur l'adaptation de la plante à survivre à la saison défavorable, et spécialement sur la position des bourgeons d'hiver. Le pourcentage de chaque forme biologique dans une flore donnée constitue son spectre biologique, qui varie selon certaines conditions climatiques et qui caractérise les grandes formations climatiques végétales du monde. Le système de Raunkiaer est fort détaillé, mais pour nos besoins, qui étaient de vérifier l'hypothèse de Gustafsson, nous avons trouvé qu'il nous suffisait de distinguer les formes biologiques suivantes : phanérophytes (arbres et arbustes de plus de 30 cm de hauteur), chamaephytes (arbrisseaux dont les bourgeons sont au-dessus du sol mais plus bas que 30 cm), hémicryptophytes (qui ont leurs bourgeons dans le sol de surface), hydro- et héliophytes (plantes aquatiques dont les bourgeons sont situés sous l'eau), et thérophytes ou annuelles (qui survivent à la mauvaise saison à l'état de graines). Nous pouvons ajouter que les phanérophytes dominent évidemment les forêts, les arbustes chamaephytes et thérophytes caractérisent les déserts, les hémicryptophytes dominent dans les prairies, tandis que la végétation arctique et alpine est en général typiquement composée de chamaephytes.

Nous avons choisi quatre petites régions d'Europe, bien connues floristiquement, pour mettre à l'épreuve la théorie de Gustafsson, à l'effet que les différences de spectre biologique seraient la cause principale de l'accroissement de la fréquence des polyptoïdes avec la latitude (Löve & Löve, 1949). Nos deux régions extrêmes en latitude étaient la Tchécoslovaquie centrale, avec 52% de polyptoïdes, et le Spitzberg arctique, avec 80% de polyptoïdes ; le nombre d'espèces dans ces flores varie entre 900, pour la région la plus au sud, et 90 pour la région la plus nordique. À l'aide de différentes manipulations statistiques plus ou moins sophistiquées, nous avons réussi à démontrer que la fréquence des polyptoïdes s'accroît du sud au nord dans chacune des six classes de formes biologiques que l'on retrouve dans ces flores, quoique la fréquence des polyptoïdes n'atteigne pas 100% chez les chamaephytes, les hémicryptophytes et les thérophytes de l'Arctique. Le Spitzberg fut aussi comparé aux régions plus méridionales, afin de déterminer s'il était possible que seul le spectre biologique ait changé, plutôt que la fréquence des polyptoïdes dans chaque forme biologique ; or, la différence entre la fréquence observée

et la fréquence prévisible selon cette hypothèse était si importante que la manipulation statistique devenait inutile, car elle donnait une probabilité de moins de 0.0001 d'accord avec l'hypothèse. Ceci démontrait que les changements dans le spectre biologique sont complètement indépendants des variations de fréquence des polyploïdes selon la latitude. Le spectre biologique et la fréquence des polyploïdes sont apparemment des indicateurs d'égale importance du milieu écologique, quoiqu'ils en disent sans doute plus long sur les conditions qui prévalaient dans le passé que sur les conditions présentes.

Origine de la supériorité des polyploïdes

Les premiers chercheurs qui s'interrogèrent sur l'origine de la fréquence élevée des polyploïdes dans les régions nordiques, comme Hagerup (1931), Müntzing (1936) et Tischler (1934), suggérèrent que ce phénomène pût résulter du fait que le froid aurait occasionné des chocs produisant ces polyploïdes sur place, et qu'alors ces derniers auraient survécu parce que les polyploïdes sont plus vigoureux que les diploïdes et résistent mieux lorsque le sol est détrempé ou gelé. Ces suggestions étaient le résultat logique des connaissances de l'époque sur la manière de produire artificiellement des polyploïdes, et sur les caractéristiques physiologiques que des expériences préliminaires permettaient de leur attribuer. Cependant, l'état actuel de nos connaissances nous permet de réaliser que, quoiqu'un traitement par le froid puisse produire des irrégularités à la méiose, qui peuvent mener à la polypléidie, ce phénomène a sans doute été très rare dans l'Arctique, puisque presque toutes les espèces polyploïdes du nord ont une distribution dont l'extension indique une origine qui date de bien avant les grands froids du Pléistocène. Ce serait même contraire à toutes les connaissances que nous possédons sur les lois de l'évolution, si les plantes réagissaient à des conditions défavorables en devenant polyploïdes. Ce qu'elles ne font certainement pas. La sélection naturelle forme plutôt des écotypes qui, par recombinaison d'anciens gènes, développent la capacité d'envahir de nouvelles régions et de grimper en altitude et en latitude, à l'intérieur des limites de tolérance de l'espèce. Mais vu que les populations polyploïdes ont une tolérance plus grande que les diploïdes, comme nous le verrons plus loin, ils ont plus de chance que les diploïdes de développer des écotypes qui s'adapteront à des conditions défavorables.

Les recherches physiologiques, qui sont encore trop peu nombreuses pour être concluantes, semblent indiquer que, quoique les polyploïdes naturels soient plus résistants que les diploïdes qui leur sont apparentés grâce à plusieurs caractéristiques physiologiques qui leur permettent de survivre plus facilement sous des conditions difficiles, les polyploïdes expérimentaux ne sont pas nécessairement mieux adaptés aux conditions extrêmes avant qu'ils aient été sélectionnés pour leur résistance aux milieux défavorables. La polypléidie ne confère pas nécessairement par elle-même à une plante la supériorité d'adaptation à n'importe quel climat, quoiqu'elle accroisse significativement la variabilité de

toutes les caractéristiques physiologiquement importantes, comme l'a démontré Györfy (1941a, 1941b) il y a une trentaine d'années. Ce point n'a cependant jamais été re-vérifié depuis.

Certaines espèces polyploïdes semblent être plus résistantes que les espèces diploïdes qui leur sont apparentées ; d'autres ont opté pour une nouvelle forme biologique qui leur permet de survivre plus facilement aux conditions défavorables ; d'autres enfin sont passées d'annuelles à vivaces, ce qui leur permet de croître plus lentement dans le court été aux journées longues des contrées nordiques. Certaines deviennent plus résistantes aux sols détrempés ; d'autres qui réagissaient en brévidiurnes deviennent neutradiurnes, ou quittent la condition neutradiurne pour devenir longidiurnes, de façon à profiter au maximum de l'illumination quotidienne de 24 heures caractéristique de l'été nordique ; d'autres encore deviennent moins susceptibles aux étés trop courts, soit en devenant apomictiques ou en acquérant d'autres types de reproduction végétative. En d'autres termes, la polyploïdie affecte différentes caractéristiques qui peuvent toutes avoir une grande valeur de survie dans les régions froides du monde, qu'elles soient reliées à la latitude ou à l'altitude.

Tout ceci semble devoir tellement compliquer les données que l'on pourrait croire qu'il n'existe pas d'explication unique au phénomène de l'accroissement de la fréquence des polyploïdes avec la latitude et l'altitude. Heureusement, il existe cependant une explication génétique fort simple qui s'applique à tous ces cas et à plusieurs autres. C'est Melchers qui la proposa d'abord en 1946. Il fit remarquer que même chez les polyploïdes les moins variables, qui s'appellent panautploïdes (Löve & Löve, 1949 ; Löve, 1964), la résistance, ou n'importe quelle autre caractéristique que nous avons mentionnée plus haut comme possiblement influencée par la polyploïdie, a pour cause au moins deux gènes, ou paires de gènes, et souvent plus, et ceci même au stage diploïde. Pour simplifier son exemple, Melchers supposa que la résistance est affectée par seulement deux paires de gènes *F* et *f*, et *H* et *h*. Le gène *F* augmente la résistance de 1°C et est complètement dominant, tandis que le gène *H* décroît la résistance de 1°C. Les diploïdes originels *ffhh* résistent à seulement 0°C, les plantes porteuses de *Ffhh* survivent à -1°C, celles avec *FFhh* peuvent tolérer -2°C, les *FFHh* peuvent supporter une gelée de seulement -1°C, et les *FFHH* résistent à 0°C seulement. Il est évident que juste avant la ligne où le froid limite la distribution de cette espèce diploïde, la sélection n'aura préservé que les individus pouvant résister à un froid de -2°C, soit les individus dont la constitution génétique est *FFhh*.

Lorsqu'une telle population devient polyploïde, l'adaptation sélective des tétraploïdes sera très différente. Au cours de la première génération, les autoploïdes stricts *ffffhhhh* et *FFFFHHHH* auront la même résistance que leurs ancêtres diploïdes ; le tétraploïde *ffffHHHH* sera moins résistant que n'importe lequel des diploïdes (+4°C), tandis que le tétraploïde *FFFFhhhh* sera beaucoup plus résistant (-4°C). Mais lorsque la population se reproduit

sexuellement, de sorte que ses gènes peuvent se mélanger au hasard avant que le milieu n'en sélectionne les combinaisons les plus favorables, elle peut alors se changer rapidement en un groupe d'individus qui, chacun, pourront supporter des températures plus basses qu'aucun des ancêtres diploïdes. La population polyploïde deviendra finalement résistante à des températures de 2°C plus basses que celles que pouvait supporter le plus résistant des diploïdes et pourra s'étendre là où le climat est beaucoup trop rigoureux pour les populations diploïdes.

On peut utiliser la même explication génétique pour tous les autres caractères qui ont une valeur sélective, ou qui sont importants pour ce que nous appelons la tolérance, qu'elle soit morphologique ou physiologique ; à elle seule elle suffit à rendre compte de tous les phénomènes reliés à la polyploïdie qui, par conséquent, doit être regardée comme une préadaptation très efficace aux conditions extrêmes. Une théorie est plus impressionnante quand ses prémisses sont les plus simples, quand elle rattache le plus grand nombre de faits différents et quand elle s'applique au plus grand nombre de situations. Cette explication génétique de la supériorité des polyploïdes compte parmi ces théories biologiques au contenu si général qu'elles expliquent même des observations que personne n'aurait cru explicables.

La polyploïdie et l'histoire des flores

La théorie génétique de la supériorité préadaptive des polyploïdes explique fort bien leur vigueur, ainsi que d'autres caractéristiques qui leur permettent de survivre aux conditions défavorables. Cependant, quoiqu'elle explique pourquoi ces plantes peuvent survivre de nos jours dans les contrées nordiques ou montagneuses, cette théorie ne nous raconte pas leur histoire et ne nous dit pas comment elles en sont arrivées à leur présente distribution. La fréquence des polyploïdes d'une flore peut, il est vrai, servir d'indicateur de la rigueur du climat actuel ; mais si nous comparons les flores vivant sous des climats également rigoureux, sur les masses continentales d'une part, et de l'autre sur les îles arctiques, il est évident que ces dernières se caractérisent par une fréquence de polyploïdie beaucoup plus élevée. Plutôt que de supposer que la différence d'océanité en est la cause, comme l'ont proposé certains auteurs, il nous semble plus logique de postuler que la différence indique que cette fréquence pourrait servir aussi comme mesure de la rigueur du climat d'antan, puisque les associations végétales insulaires n'ont pas été renouvelées après avoir été décimées par les glaciations du Pléistocène, du moins en autant que nous le sachions.

C'est un fait bien connu que les glaciations du Pléistocène ont détruit toute végétation sur de grandes étendues des continents eurasiatique et américain, si bien que la végétation qui les envahit de nouveau dut venir du sud ou des quelques refuges côtiers où avaient survécu certaines plantes résistantes. Stebbins (1950) a été le principal propagateur de la suggestion suivante : l'accroissement

graduel de la fréquence des polyploïdes que l'on peut observer en fonction d'un gradient sud-nord qui part de la région au sud de la limite des glaces et se dirige vers la côte arctique au nord, pourrait résulter du fait que les polyploïdes se disperseraient plus facilement que les diploïdes. Les données dont nous disposons ne peuvent ni supporter, ni réfuter cette hypothèse, quoiqu'elle puisse contenir une part de vérité. Les géobotanistes ont cependant fait remarquer que toutes espèces des régions tempérées qui n'ont pas subi la glaciation ont eu suffisamment de temps pour atteindre les régions nordiques depuis la disparition des glaciers ; il y a donc de bonnes chances pour que l'accroissement graduel de la fréquence des polyploïdes dans ces régions ne soit pas aussi facilement explicable. Quant aux îles océaniques, leur fréquence élevée de polyploïdie est certainement reliée au fait que cette flore n'est que le restant d'une flore pré-Pléistocène beaucoup plus importante, flore qui subit une réduction importante là où elle fut emprisonnée dans des refuges libres de glace où, pendant les différentes avances glaciaires, les plantes n'avaient d'autre choix que de survivre ou de disparaître ; cette flore n'a pas depuis eu l'occasion de se renouveler à partir de sources extérieures, sauf sur une échelle très réduite.

Les premiers chercheurs qui s'intéressèrent à la fréquence des polyploïdes remarquèrent que dans l'Arctique, ainsi que sur les montagnes élevées, cette fréquence était de beaucoup supérieure à ce qu'elle est dans des régions moins austères. Il n'était donc que très naturel, pour eux qui ne disposaient pas des connaissances actuelles sur la géobotanique des régions nordiques, de supposer que les chocs donnés par le froid aux divisions méiotiques avaient causé cette fréquence élevée en créant les polyploïdes *in situ*. Cette hypothèse est cependant réfutée par la distribution étendue et particulière des polyploïdes dans l'Arctique : dans la partie nord-atlantique, par exemple, une seule espèce polyploïde, un *Alchemilla* apomicta (*A. faeroeënsis* (Lge.) Buser), semble avoir été formée depuis les bouleversements du Pléistocène (Löve & Löve, 1956). Quoique la fréquence des polyploïdes soit la plus élevée sous les conditions les plus extrêmes, il semble bien que la fréquence de formation des polyploïdes soit également basse sous tous les climats. Ils sont aussi beaucoup plus nombreux dans les régions les moins austères : 20% de 40,000 espèces d'une flore tropicale représente 8000 polyploïdes, mais 80% des 50 espèces d'une flore arctique donne seulement 40 polyploïdes.

Les études sur la fréquence des polyploïdes, lorsque mises en relation avec les recherches sur l'aspect géobotanique des mêmes plantes, ont révélé que la plupart des espèces actuelles d'Angiospermes représentent des taxa vieux et bien établis qui ont survécu à la formation et à l'érosion de chaînes de montagnes et à la dérive des continents sur des distances considérables en latitude et en longitude. Des données indirectes montrent qu'à l'époque où la partie sud du continent lurasien formait la rive nord de la mer de Téthys, les montagnes côtières étaient recouvertes par une flore alpine dont la teneur en polyploïdes était relativement basse, quoique significativement

plus élevée que dans la flore des terres basses (Löve & Löve, 1967a, 1967b, 1971). Des vestiges de cette flore alpine sont connus de nos jours dans les Montagnes Rocheuses, dans le Caucase d'Asie centrale et en Méditerranée. Ils sont tous caractérisés par une fréquence de polyplôïdie d'environ 50% ; il est donc peut-être permis de croire que cette même fréquence était déjà celle de cette flore quand elle se stabilisa il y a longtemps. Les flores arctico-alpines des montagnes du sud ou des zones tempérées montrent cependant une fréquence de polyplôïdie entre 60 et 70%, là où elles ont été étudiées ; il n'est question ici que des régions dans lesquelles les plantes arctiques ont pu se répandre pendant les glaciations du Pléistocène, quand les connections de sol non glacié étaient présentes.

Sur les rivages nord de la Laurasia, alors situés aux environs du 40^{ième} parallèle de latitude nord dans un climat humide et chaud-tempéré, au nord des montagnes côtières du nord du continent, se forma une flore que nous connaissons assez bien pour pouvoir en estimer la fréquence de polyplôïdie à environ 40%. Cette flore, qui fut par erreur appelée flore arcto-tertiaire vu que ses restes fossilisés se retrouvent maintenant dans l'Arctique, était clairement adaptée à un doux climat côtier et à une illumination quotidienne caractéristique des latitudes moyennes, quoiqu'elle ait aussi compris plusieurs espèces non forestières qui vivaient sur les côtes et les montagnes, très probablement surtout des chaméphytes. Lorsque le continent se brisa pour former l'Amérique du Nord qui dérivait en une sorte de spirale vers le nord et l'ouest, plusieurs parmi les plantes de ces associations forestières peu vigoureuses, que nous préférons appeler végétation némorale plutôt que flore arcto-tertiaire, se propagèrent vers le sud de façon à demeurer au 40^{ième} parallèle malgré la dérive du continent vers le nord ; elles forment maintenant la végétation némorale de l'est de l'Amérique du Nord, de l'est de l'Asie, de l'ouest de l'Europe et de l'ouest de l'Amérique du Nord. Comme les plus constantes de ces flores némorales, soit celles de l'Asie et de l'est de l'Amérique du Nord, se caractérisent encore par à peu près 40% de polyplôïdie, et que celle d'Europe en a juste un peu plus, il semble raisonnable de croire que la flore némorale originelle était constituée d'environ 40% de polyplôïdes.

Certaines des espèces de la flore némorale originelle, et spécialement celles des montagnes et des côtes, étaient apparemment capables de s'ajuster à la rudesse croissante du climat, lorsque l'endroit où elles se trouvaient dérivait vers des cieux moins tempérés ; ainsi en était-il aussi des Conifères qui avaient été jusque-là mêlés aux espèces feuillues de la forêt némorale. Les Conifères formèrent au nord la nouvelle forêt boréale ; quoiqu'ils soient eux-mêmes diploïdes, ils recouvrent une végétation polyplôïde à environ 50%. D'autres plantes ont été capables de continuer à croître dans leur sol même lorsque le climat devint trop dur pour les tenaces conifères et les autres plantes qui leur sont associées ; ces plantes formèrent la flore arctique. Il n'y a aucune raison de douter du fait que cette flore arctique de base ait été à prédominance

polyploïde, quoiqu'il soit probable que la fréquence de polyploïdie se soit accrue considérablement par la suite, puisque la sélection favorisait les plantes mieux adaptées génétiquement par un nombre élevé de chromosomes, lorsque le climat évidemment vigoureux de l'Arctique les isola pendant le Pléistocène.

Conclusion

Tout ceci doit nous conduire à la conclusion que les différences dans la distribution des polyploïdes, et par conséquent aussi dans la fréquence des polyploïdes entre différentes régions et entre des groupes de plantes d'âge différent, sont fonction de l'accroissement de la variabilité génétique des polyploïdes, quand on les compare aux diploïdes, ce qui améliore leur pouvoir de survie sous n'importe quelle sorte de condition défavorable. Ces différences n'ont cependant rien à voir avec le taux de formation des polyploïdes, qui peut varier d'un groupe de plantes à l'autre, mais qui ne varie pas en fonction du climat ou d'autres conditions du milieu. Le plus grand nombre de polyploïdes se retrouvent sous les Tropiques, où la pression sélective au niveau des espèces semble être très faible et où la fréquence des polyploïdes est aussi très basse ; cette fréquence s'accroît cependant en fonction de la rigueur du milieu et de la réduction du nombre d'espèces, atteignant sa valeur maximum dans les latitudes et altitudes élevées, là où le nombre d'espèces est très faible. Cette observation nous permet de dire que la fréquence des polyploïdes est aussi fonction de la réduction du nombre d'espèces, qui est elle-même reliée à l'adversité de l'habitat, ou encore, que lorsqu'une flore se déplace vers des conditions plus défavorables qui en réduisent le nombre d'espèces, relativement moins de polyploïdes que de diploïdes en sont éliminés, vu que la polyploïdie représente par elle-même une préadaptation aux conditions difficiles. Qu'il y ait une telle réduction en fonction de la latitude a été confirmé par toutes les observations. Les régions floristiquement les plus riches des tropiques semblent contenir plus de 40,000 espèces de plantes vasculaires, quand d'autre part les terres les plus démunies de l'Arctique et de l'Antarctique ne sont pas habitées par plus de 40 espèces. De même façon la flore tropicale africaine d'environ 13,000 espèces décroît à moins de 100 taxa près du sommet du Kilimandjaro.

La fréquence des polyploïdes dans n'importe quelle flore donnée ne reflète pas nécessairement l'état actuel de sévérité du climat dans lequel elle vit, mais plutôt la rigueur des conditions d'antan, lorsque la flore eut à subir les stress les plus violents. Mais la supériorité sélective évidente des polyploïdes est nettement fonction de leur variabilité génétique accrue, sous quelque angle que nous considérions le problème.

Quoique nous ayons tendance à regarder la fréquence des polyploïdes comme un instrument géobotanique, nous ne devrions pas oublier que ce n'est là qu'une fonction secondaire du phénomène de la polyploïdie. Cette condition constitue en effet l'une des méthodes les plus efficaces pour créer l'isolement reproducteur qui est la caractéristique fondamentale des bonnes

espèces biologiques, ce en quoi la polyploïdie représente un processus évolutif de la plus haute importance.

Références

- ARWIDSSON, TH., 1938. Einige neue Gesichtspunkte zu den Chromosomenzahlenbestimmungen. *Svensk bot. Tidskr.*, **32**: 191-208.
- ARWIDSSON, TH., 1943. Studien über die Gefäßpflanzen in den Hochgebirgen der Pite Lappmark. *Acta phytogeogr. suec.*, **17**: 1-274.
- BEAMAN, J. H., D. C. D. DE JONG and W. P. STOUTAMIRE, 1962. Chromosome studies in the alpine and subalpine floras of Mexico and Guatemala. *Am. J. Bot.*, **49**: 41-50.
- BELL, C. R., 1964. Incidence of polyploidy correlated with ecological gradients. *Evolution*, **18**: 510-511.
- BLACKBURN, K. B. and J. K. MORTON, 1957. The incidence of polyploidy in the Caryophyllaceae of Britain and Portugal. *New Phytol.*, **56**: 344-351.
- BORGMANN, E., 1964. Anteil der Polyploiden in der Flora des Bismarckgebirges von Ost-neuguinea. *Z. Bot.*, **52**: 118-172.
- BORHIDI, A., 1964. Cytogeographical problems in plant coenology. *Acta biol. Hung.*, **15**: Suppl. 6: 26.
- BOWDEN, W. M., 1940a. Diploidy, polyploidy, and winter hardiness relationships in the flowering plants. *Am. J. Bot.*, **27**: 357-371.
- BOWDEN, W. M., 1940b. The chromosome complement and its relation to cold resistance in the higher plants. *Chronica bot.*, **6**: 123-125.
- BOWDEN, W. M., 1941. Chromosome studies in tropical, subtropical, and temperate zone plants with reference to polyploidy and winter hardiness. *Genetics*, **26**: 140-141.
- BRESLAVETS, L. P., 1963. Polyploidiya i prirodi i opyte. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva. 364 p.
- CAIN, S. A., 1944. Foundations of plant geography. New York and London. 556 p.
- CASTRO, D. DE and F. C. FONTES, 1946. Primeiro contacto citológico com a flora halófila dos salgados de Sacavém. *Broteria*, **15**: 38-46.
- CHRISTIANSEN, W., 1949. Polyploidie-Spektren. Statistische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften in Schleswig-Holstein. *Biol. Zbl.*, **68**: 369-384.
- CHRISTIANSEN, W., 1957. Der Polyploidenanteil – eine pflanzengeographische Messzahl. *Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst.*, **28**: 137-142.
- CONTANDRIOPOULOS, J., 1962. Recherches sur la flore endémique de la Corse et ses origines. Thèse, Montpellier, N° 254 : 1-354.
- DARLINGTON, C. D., 1963. Chromosome botany and the origin of cultivated plants. 2nd ed. George Allen & Unwin, London. 231 pp.
- DIERS, L., 1961. Der Anteil an Polyploiden in den Vegetationsgürteln der Westkordilleren Perus. *Z. Bot.*, **49**: 437-488.
- FAGERLIND, F., 1944. Der Zusammenhang Zwischen Perennität, Apomixis und Polyploidie. *Hereditas*, **30**: 179-200.
- FAVARGER, CL., 1950. Polyploïdie et vicariance dans la flore Alpine. *Arch. Julius Klaus-Stift.* **25**: 472-477.
- FAVARGER, CL., 1954. Sur le pourcentage des polyploïdes dans la flore de l'étage nival des Alpes suisses. *VIII Congr. int. Bot. Paris, Rapp. et Comm. déposés lors du Congrès*, Sect. 9 et 10: 51-56.

- FAVARGER, CL., 1961. Sur l'emploi des nombres de chromosomes en géographie botanique historique. *Ber. geobot. Forsch. Inst. Rübel*, **32**: 119-146.
- FAVARGER, CL., 1962a. Polyploidie et histoire de la flore Alpine. *Mitt. naturf. Ges. Bern*, N. F., **19**: 1-2.
- FAVARGER, CL., 1962b. Contribution de la biosystématique à l'étude des flores alpine et jurassienne. *Revue Cytol. Biol. vég.*, **25**: 397-410.
- FAVARGER, CL., 1964. Die cytotaxonomische Erforschung der Alpenflora. *Ber. dt. bot. Ges.*, **77**: (73) – (82).
- FAVARGER, CL., 1965. Géographie botanique et linguistique géographique. *Annls Guébbard-Séverine*, **41**: 5-27.
- FAVARGER, CL., 1967. Cytologie et distribution des plantes. *Biol. Rev.*, **42**: 163-206.
- FAVARGER, CL. et J. CONTANDRIOPOULOS, 1961. Essai sur l'endémisme. *Ber. schweiz. bot. Ges.*, **71**: 384-408.
- FELFÖLDY, L., 1947. Soziologisch-cytogeographische Untersuchungen über die pannonische Ruderalvegetation. *Arch. Biol. Hung.*, **17**: 104-130.
- FELFÖLDY, L., 1948. A cytogeográfia eredményei és problémái. *Acta agrobot. Hung.*, **12**: 1-28.
- FISCHER, A., 1953. Polyploidie und ökologische Anpassung. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N. F., **6**: 36-44.
- FISCHER, A. und F. SCHWANITZ, 1936. Die Bedeutung der Polyploidie für die ökologische Anpassung und die Pflanzenzüchtung. *Züchter*, **8**: 225-231.
- FLOVIK, K., 1940. Chromosome numbers and polyploidy within the flora of Spitzbergen. *Hereditas*, **26**: 430-440.
- FUNABIKI, K., 1957. Cytological studies on some forest plants of northwestern Japan. (3) Characteristic frequency of chromosome numbers and basic numbers in this region. *Jap. For. Soc. 67th A. Mtg*: 166-168.
- FUNABIKI, K., 1958a. Distribution and polyploidy of angiosperms. I. *Kromosomo*, **37-38**: 1253-1267.
- FUNABIKI, K. 1958b. Distribution and polyploidy of angiosperms. II. Northern flora of Japan. *Kromosomo*, **37-38**: 1268-1275.
- FUNABIKI, K., 1960. Polyploidy in relation to vegetational zonation in the western United States. *Bull. Fac. Agric. Niigata Univ.*, **12**: 176-200.
- FUNABIKI, K., 1964. On the relationship between frequency of polyploid species and latitude and warmth index. *Kromosomo*, **57-59**: 1876-1882.
- FUNABIKI, K., 1967. A study of the relationship between vegetation zones and chromosomal features of flora along the Japanese islands. *Mem. Fac. Agric. Niigata Univ.*, **6**: 1-203.
- GUSTAFSSON, A., 1946. The plant species in relation to polyploidy and apomixis. *Hereditas*, **32**: 444-448.
- GUSTAFSSON, A., 1947. Apomixis in higher plants. Part III. Biotype and species formation. *Acta Univ. lund.*, N. F. Avd. 2, Bd. **43** (12): 183-303.
- GUSTAFSSON, A., 1948. Polyploidy, life-form and vegetative reproduction. *Hereditas*, **34**: 1-22.
- GUSTAFSSON, A. und A. NYGREN, 1958. Die Fortpflanzung und Vermehrung der höheren Pflanzen. *Handb. Pflanzenzüchtung*, 2. Aufl. Bd. **1**: 54-85.
- GYÖRFFY, B., 1941a. Untersuchungen über den osmotischen Wert polyploider Pflanzen. *Planta*, **32**: 15-37.

- GYÖRFFY, B., 1941b. The physiological and chemical conditions in polyploid plants. *Magyar Biol. Kut. Munk.*, **13**: 362-446.
- HAGERUP, O., 1927. *Empetrum hermaphroditum* (Lge.) Hagerup. A new tetraploid, bisexual species. *Dansk bot. Ark.*, **5** (2): 1-17.
- HAGERUP, O., 1928. Morphological and cytological studies on *Bicornes*. *Dansk bot. Ark.*, **6** (1): 1-27.
- HAGERUP, O., 1931. Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. *Hereditas*, **16**: 19-40.
- HAGERUP, O., 1933. Studies on polyploid ecotypes of *Vaccinium uliginosum* L. *Hereditas*, **18**: 122-128.
- HAGERUP, O., 1938. Studies on the significance of polyploidy. II. *Orchis*. *Hereditas*, **24**: 259-264.
- HAGERUP, O., 1939. Studies on the significance of polyploidy. III. *Deschampsia* and *Aira*. *Hereditas*, **25**: 185-192.
- HAGERUP, O., 1940. Studies on the significance of polyploidy. IV. *Oxycoccus*. *Hereditas*, **26**: 399-410.
- HANELT, P., 1966. Polyploidie-Frequenz und geographische Verbreitung bei höheren Pflanzen. *Biol. Rundschau*, **4**: 183-196.
- HASKELL, G., 1951a. Plant chromosome-races and their ecology in Great Britain. *Nature*, **167**: 628.
- HASKELL, G., 1951b. pH tolerance and polyploidy in angiosperms. *Pl. Soil*, **3**: 223-238.
- HASKELL, G., 1952. Polyploidy, ecology and the British flora. *J. Ecol.*, **40**: 265-282.
- HASKELL, G., 1954. Chromosomes and plant ecology. *The Northwestern Naturalist*, **1954**: 9-17.
- HASKELL, G., 1960. Chromosomes, genes, and plant ecology. *Bot. Soc. Edinb.*, Notes, **125**: 2.
- HEISER, C. B., 1950. A comparison of the flora as a whole and the weed flora of Indiana as to polyploidy and growth habits. *Proc. Indiana Acad. Sci.*, **59**: 64-70.
- HEISER, C. B. and T. W. WHITAKER, 1948. Chromosome number, polyploidy, and growth habit in California weeds. *Am. J. Bot.*, **35**: 179-186.
- HERMANN, G., 1947. Über das Verhalten polyploider Arten höheren Pflanzen bei der Besiedlung von Brachland. *Planta*, **35**: 177-187.
- HOLMEN, K., 1952. Cytological studies in the flora of Peary Land, North Greenland. *Meddr Grönland*, **128** (5): 1-40.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1965. Polyploidy and environment in arctic Alaska. *Science*, **148**: 237-239.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1967. Distribution, ecology, and cytology of the Ogotoruk Creek flora and the history of Beringia. — In: Hopkins, D. M. (ed.): *The Bering Land Bridge*: 245-265.
- JOHNSON, A. W. and J. G. PACKER, 1968. Chromosome numbers in the flora of Ogotoruk Creek, N.W. Alaska. *Bot. Notiser*, **121**: 403-456.
- JOHNSON, A. W., J. G. PACKER and G. REESE, 1965. Polyploidy, distribution, and environment. In: Wright, H. E. and D. G. Frey (eds.): *The Quaternary of the United States*, Princeton University Press: 497-507.
- JÖRGENSEN, C. A., TH. SÖRENSEN and M. WESTERGAARD, 1958. The flowering plants of Greenland. A taxonomical and cytological survey. *Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skrifter*, **9**(4): 1-172.
- KIHARA, H., 1939. Ecological significance of polyploids. *Study of Evolution*, **5**: 147-151.

- KNABEN, G., 1961. Cyto-ecologic problems in Norwegian flora groups. Distribution and significance of polyploidy. *Hereditas*, **47**: 451-479.
- KNABEN, G., 1966. On kromosomvariasjon og rasedannelse i den norske flora. *Blyttia*, **24**: 65-79.
- KNAPP, R., 1953. Über Zusammenhänge zwischen Polyploidie, Verbreitung, systematischer und soziologischer Stellung von Pflanzenarten in Mitteleuropa. *Z. VererbLehre*, **85**: 163-179.
- KOSTOFF, D., 1941. Polyploidy and its role in evolution and plant breeding. *Min. of Agric., Central Agric. Res. Inst. Sofia*, **1941**: 1-85.
- LARSEN, K., 1960. Cytological and experimental studies on the flowering plants of the Canary Islands. *Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skrifter*, **11**: 1-60.
- LARSEN, K., 1963. Contribution to the cytology of the endemic Canarian element. II. *Bot. Notiser*, **116**: 409-424.
- LEVAN, A., 1943. The pigment content of polyploid plants. *Hereditas*, **29**: 255-268.
- LÖVE, A., 1942. Physiological differences within a natural polyploid series. *Hereditas*, **28**: 504-506.
- LÖVE, A., 1943. Cytogenetic studies on *Rumex* subgenus *Acetosella*. *Hereditas*, **30**: 1-136.
- LÖVE, A., 1953. Subarctic polyploidy. *Hereditas*, **39**: 113-124.
- LÖVE, A., 1954a. Vicariism and polyploidy. *Proc. Trans. R. Soc. Can.*, 3rd Ser., **48**, Appendix: 38.
- LÖVE, A., 1954b. Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. *Vegetatio*, **5-6**: 212-224.
- LÖVE, A., 1955. Biosystematic remarks on vicariism. *Acta Soc. Fauna Flora fenn.* **72**(15): 1-13.
- LÖVE, A., 1959. Origin of the arctic flora. *Publs McGill Univ. Museum*, **1**: 82-95.
- LÖVE, A., 1964. The biological species concept and its evolutionary structure. *Taxon*, **13**: 33-45. Also in: Boughhey, A. S. (ed.): *Contemporary Readings in Ecology*, Dickinson Publishing Company, Inc., Belmont, 1969: 3-18.
- LÖVE, A., 1967. The evolutionary significance of disjunctions. *Taxon*, **16**: 324-333.
- LÖVE, A., 1970. *Islenzk ferdaflóra*. Almenna Bókafélagid, Reykjavik. 428 pp.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1942. Chromosome numbers of Scandinavian plant species. *Bot. Notiser*, **1942**: 19-59.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1943. The significance of differences in distribution of diploids and polyploids. *Hereditas*, **29**: 145-163.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1948. Chromosome numbers of Northern plant species. *Rep. Icel. Univ. Inst. Appl. Sci., Dept. of Agric.*, **B3**: 1-131.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1949. The geobotanical significance of polyploidy. I. Polyploidy and latitude. *Port. Acta biol. (A)*, R. B. Goldschmidt Vol.: 273-352.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1953. The geobotanical significance of polyploidy. *Proc. Sixth Int. Grassld Congr. (1952)*: 240-246.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1956. Cytotaxonomical conspectus of the Icelandic flora. *Acta Horti Gotob.*, **20**: 65-290.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1957. Arctic polyploidy. *Proc. Genet. Soc. Can.*, **2**: 23-27.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1963a. Utbreidsla og fjöllitni. Distribution of polyploids. *Flora, J. Icel. Botany*, **1**: 135-139.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1963b. (ed.) North Atlantic biota and their history. Pergamon Press, Oxford. 430 pp.

- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1965. The North Atlantic flora — its history and late evolution. Abs. *Xth Int. bot. Congr., Edinburgh, (1964)*: 139-140.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1967a. Continental drift and the origin of the arctic-alpine flora. *Rev. roum. Biol. Bot.*, **12**: 163-169.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1967b. The origin of the North Atlantic flora. *Aquilo, Ser. Bot.*, **6**: 52-66.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1967c. Polyploidy and altitude: Mt. Washington. *Biol. Zbl.*, **86**: Suppl.: 307-312.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1971. Origin and evolution of the arctic and alpine floras. — In: R. Barry and J. D. Ives (eds.): *The Arctic and Alpine Environments*. Methuen, London, (in press).
- LÖVE, D., 1962. Plants and Pleistocene. *Publs McGill Univ. Museum*, **2**: 17-39.
- LÖVE, D., 1963. Dispersal and survival of plants. In: Löve, A. and D. Löve, (ed.): *North Atlantic biota and their history*: 189-205.
- LÖVKVIST, B., 1958. Polyploidy and ecological differentiation. *Uppsala Univ. Arsskr.*, **6**: 182-185.
- MANGENOT, S. et G. MANGENOT, 1962. Enquête sur les nombres chromosomiques dans une collection d'espèces tropicales. *Revue Cytol. Biol. vég.*, **25**: 411-447.
- MANTON, I., 1950. Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. Cambridge University Press, Cambridge. 316 pp.
- MANTON, I., 1953a. Polyploidy and its probable significance in the Pteridophyta. *Proc. Seventh Int. bot. Congr., Stockholm (1950)*: 332-333.
- MANTON, I., 1953b. The cytological evolution of the flora of Ceylon. *Symp. Soc. biol.*, **7**: 174-185.
- MARTINOLI, G., 1954. La cytotaxinomie expérimentale appliquée aux espèces végétales de la Sardaigne et en particulier aux endémiques. *VIII Congr. Int. Bot. Paris, Rapp. et Comm.*, **7-8**: 206-207.
- MEHRA, P. N. and K. S. BAWA, 1969. Chromosomal evolution in tropical hardwoods. *Evolution*, **23**: 466-481.
- MELCHERS, G., 1946. Die Ursachen für die bessere Anpassungsfähigkeit der Polyploiden. *Z. Naturf.* **1**: 160-165.
- MÖLLER, I., 1949. Die Entwicklung der Pflanzengesellschaften auf den Trümmern und Auffüllplätzen. *Diss. Kiel, 1949*: 1-171.
- MOORE, D. M., 1960. Chromosome numbers of flowering plants from Macquarie Island. *Bot. Notiser*, **113**: 185-191.
- MORTON, J. K., 1959. The incidence of polyploidy in a tropical flora. *Proc. IX Int. bot. Congr., Montréal, II*: 271.
- MORTON, J. K., 1961. The incidence of polyploidy in a tropical flora. *Recent Advances in Botany* p. 900-903.
- MORTON, J. K., 1966. The role of polyploidy in the evolution of a tropical flora. *Chromosomes Today*, **1**: 73-76.
- MULLIGAN, G. A., 1960. Polyploidy in Canadian weeds. *Can. J. Genet. Cytol.*, **2**: 150-161.
- MÜNTZING, A., 1936. The evolutionary significance of autopolyploidy. *Hereditas*, **21**: 263-378.
- MÜNTZING, A., 1953. Polyploidernas ekologi. *K. Lantbr. Akad. Tidskr.*, **92**: 119-130.

- NOGGLE, G. R., 1946. The physiology of polyploidy in plants. I. Review of the literature. *Lloydia*, **9**: 153-173.
- PACKER, J. G., 1969. Polyploidy in the Canadian Arctic Archipelago. *Arctic and Alpine Research*, **1**: 15-28.
- PACKER, J. G. and A. W. JOHNSON, 1964. Cytotaxonomic studies in the flora of NW Alaska. *Abs. Tenth Int. bot. Congr., Edinb.*, 139.
- PIGNATTI, S., 1960. Il significato delle specie poliploidi nelle associazioni vegetali. *Atti Ist. veneto Sci.*, **118**: 75-98.
- PIGNATTI, S., 1960. Il significato delle specie poliploidi nelle associazioni vegetali. *Atti Ist. veneto Sci.*, **118**: 75-98.
- PIGNATTI, S., 1961. Die Bedeutung der Polyploidie in den Pflanzengesellschaften. *Mitt. Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoz. Arbeitsgem.*, **1**: 57-62.
- PIGNATTI, S., 1966. Polyploidie-Verhältnisse der anthropogenen Pflanzengesellschaften und Vegetationsserien. *Anthropogene Vegetation*, **1966**: 108-120.
- PÓLYA, L., 1948. Chromosome numbers of certain Hungarian alkali plants. *Arch. Biol. Hung.*, **18**: 145-148.
- QUÉZEL, P. M., 1955. Remarque sur le caryologie de quelques espèces méditerranéennes au Hoggar. *C. r. Acad. Sci. Paris*, **240**: 1262-1264.
- QUÉZEL, P. M., 1957. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique. *Encycl. biogéogr. écol.*, **10**: 1-445.
- REESE, G., 1957. Über die Polyploidiespektren in den nordsaharischen Wüstenflora. *Flora*, **144**: 598-634.
- REESE, G., 1958. Polyploidie und Verbreitung. *Z. Bot.*, **46**: 339-354.
- REESE, G., 1961a. Geobotanische Bedeutung der Chromosomenzahl und Chromosomenstruktur. *Naturw. Rdsch.*, **14**: 140-145.
- REESE, G., 1961b. Karyotype and plant geography. *Recent Advances in Botany*, p. 895-900.
- RIEGER, R., 1963. Die Genommutationen (Ploidiemutationen). — Gustav Fischer Verlag, Jena.
- RODRIGUES, J. E. DE MESQUITA, 1953. Contribuição para o conhecimento cariológico das halófitas e psammófitas litorais. Diss. Coimbra, **1953**: 1-210.
- RODRIGUES, J. E. DE MESQUITA, 1954. La polyploidie chez les halophytes du littoral portugais. *VIII^e Congr. Int. Bot., Paris, Rapp. et Comm.*, **7-8**: 206-207.
- ROHWEDER, H., 1936. Die Bedeutung der Polyploidie für die Anpassung der Angiospermen an die Kalkgebiete Schleswig-Holsteins. *Beih. Bot. Zbl. A*, **54**: 507-519.
- ROHWEDER, H., 1937. Versuch zur Erfassung der mengenmässigen Bedeckung des Darss und Zingst mit polyploiden Pflanzen. *Planta*, **27**: 501-549.
- ROTH, F., 1906. Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung *Rumex*. *Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl.*, **63**: 327-360.
- ROZANOVA, M.A., 1946. Eksperimentalnye osnovi sistematiki rastenii. — Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva. 255 pp.
- RUDORF, W., 1943. Die Bedeutung der Polyploidie für die Evolution und die Pflanzenzüchtung. *Angew. Bot.*, **25**: 92-114.
- SCHERBAKOV, V. K., 1965. Rol' poliploidii i aneuploidii v evolyutsii holosemennykh i pokrytozemennykh rasteniy. *Trans. Moscow Soc. Naturalists*, **13**: 238-256.
- SCHLÖSSER, L. A., 1936. Frosthärte und Polyploidie. *Züchter*, **8**: 75-80.

- SCHLÖSSER, L. A., 1940. Physiologische Untersuchungen an polypliden Pflanzenreihen. *Forschungsdienst*, **10**: 28-40.
- SCHWANITZ, F., 1939. Polyplodie und Phylogenie. *Biologe*, **8**: 323-335.
- SCHWANITZ, F., 1954. Genetik und Evolutionsforschung bei Pflanzen. In: Heberer, G., (ed.) : Evolution der Organismen, **2**: Aufl. Gustav Fischer Verlag, Jena : 425-551.
- SCOTT, F. I., 1950. Polyplidity among plant species extraneous in Indiana. *Butler Univ. bot. stud.*, **9**: 167-187.
- SERBAN, M. and C. RISCUTIA, 1963. Attempt on the biological significance of the chromosome numbers. *Genetics Today*, **1**: 140.
- SKALINSKA, M., 1964. Cytological studies in the flora of the Tatra Mountains. A synthetic review. *Acta biol. cracov., Ser. Bot.*, **6**: 203-233.
- SKOTTSBERG, C., 1953. Chromosome numbers in Hawaiian flowering plants. *Ark. Bot. N. S.*, **3**: 63-70.
- SOKOLOVSKAYA, A. P., 1960. Geograficheskoye rasprostraneniye poliploidnykh vidov rasteny (issledovanie flory o. Sakhalina). *Vest. Leningr. gos. Univ.*, **21**, Ser. Biol. vyp. **4**: 42-58.
- SOKOLOVSKAYA, A. P., 1963. Geograficheskoye rasprostraneniye poliploidnykh vidov rasteny (issledovanie flory poluostrova Kamchatki). *Vest. Leningr. gos. Univ.*, **24**, Ser. Biol. vyp. **15**: 38-52.
- SOKOLOVSKAYA, A. P., 1965. Voprosy geograficheskogo rasprostraneniya poliploidnykh vidov rasteniy. *Poliploidiya e Seleksiya* : 105-108.
- SOKOLOVSKAYA, A. P., 1966. Geograficheskoye rasprostraneniye poliploidnykh vidov rasteniy (issledovanie flory Primorskogo kraja). *Vest. Leningr. gos. Univ.*, **27**, Ser. Biol. vyp. **3**: 92-106.
- SOKOLAVSKAYA, A.P. i O.S. STRELKOVA, 1939. Geograficheskoe rasprostraneniye poliploidov. I. Izucheniye flory Pamira. *Uchen. Zap. Leningr. gos. Univ.*, **35**, Ser. Biol. **9**: 42-63.
- SOKOLOVSKAYA, A. P. and O. S. STRELKOVA, 1940. Karyological investigations of the alpine flora of the main Caucasus range and the problem of geographical distribution of polyplids. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **29**: 415-419.
- SOKOLOVSKAYA, A. P., i O. S. STRELKOVA, 1948a. Geograficheskoe rasprostraneniye poliploidov. II. Issledovanie flory Altaya. *Uchen. Zap. Leningr. gos. Univ.*, **66**: 179-194.
- SOKOLOVSKAYA, A. P. i O. S. STRELKOVA, 1948b. Geograficheskoe rasprostraneniye poliploidov. III. Issledovanie flory al'pijskoj oblasti central'nogo Kavkazskogo crebta. *Uchen. Zap. Leningr. Univ.*, **66**: 195-216.
- SOKOLOVSKAYA, A. P. i O. S. STRELKOVA, 1960. Geograficheskoe rasprostraneniye poliploidnykh vidov rasteny v evraziatskoy arktike. *Bot. Zh.*, **45**: 369-381.
- SOKOLOVSKAYA, A. P. i O. S. STRELKOVA, 1962. O zakonomeriyostaykh geograficheskogo rasprostraneniya poliploidnykh vidov rasteniy. *Trans. Moscow Soc. Naturalists*, **5**: 81-89.
- SOÓ, R. DE., 1947. Chromosome number analysis of the Carpatho-Pannonian flora with remarks concerning ecological significance of polyplidity. *Acta Geobot. Hung.*, **6**: 104-113.
- SÖRENSEN, TH. og M. WESTERGAARD, 1946. Ostgrönlandske Planters Kromosomtall-og hvorfor vi talt dem. *Naturhist. Tidende*, **10**: 92-93.
- STEBBINS, G. L., 1938. Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Am. J. Bot.*, **25**: 189-198.
- STEBBINS, G. L., 1939. The significance of polyplidity in plant evolution. *Am. Nat.*, **74**: 54-66.

- STEBBINS, G. L., 1942. Polyploid complexes in relation to ecology and the history of floras. *Am. Nat.*, **76**: 36-45.
- STEBBINS, G. L., 1947. Types of polyploids: Their classification and significance. *Adv. Genet.*, **5**: 403-429.
- STEBBINS, G. L., 1950. Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York. 643 pp.
- STEBBINS, G. L., 1954. Les processus de l'évolution aux hautes montagnes. *Études Bot. de l'Étage Alpin*: 1-6.
- STRAUB, J., 1941. Ergebnisse und Probleme der Polyploidieforschung. *Forschungsdienst*, **12**: 318-324.
- STRAUB, J., 1951. Cytogenetik, Polyploidie. *Fortschr. Bot.*, **14**: 437-480.
- TÄCKHOLM, G., 1922. Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*. *Acta Horti Bergiani*, **7**: 97-381.
- TARNAVSCHI, I. T., 1938. Karyologische Untersuchungen an Halophyten aus Rumänien im Lichte zyto-ökologischer und zyto-geographischer Forschung. *Bul. Fac. Sti. Cernauti*, **12**: 68-106.
- TARNAVSCHI, I. T., 1948. Die Chromosomenzahlen der Anthophyten-Flora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Polyploidie-Problem. *Bul. Grâd. bot. Muz. bot. Univ. Cluj*, **28**, suppl.: 1-130.
- TAYLOR, R. L. and G. A. MULLIGAN, 1968. Flora of the Queen Charlotte Islands. Part 2. Cytological aspects of the vascular plants. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa. Monograph No 4, Part 2. 148 pp.
- TISCHLER, G., 1934. Die Bedeutung der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins, mit Ausblicken auf andere Florenggebiete. *Bot. Jahrb.*, **67**: 1-36.
- TISCHLER, G., 1937a. On some problems of cyto-taxonomy and cyto-ecology. *J. Indian bot. Soc.*, **16**: 165-169.
- TISCHLER, G., 1937b. Die Halligenflora der Nordsee im Lichte cytologischer Forschung. *Cytologia*, Fujii Jub. Vol.: 162-170.
- TISCHLER, G., 1942. Polyploidie und Artbildung. *Naturwissenschaften*, **30**: 713-718.
- TISCHLER, G., 1946. Über die Siedlungsfähigkeit von Polyploiden. *Z. Naturf.*, **1**: 157-159.
- TISCHLER, G., 1955. Der Grad der Polyploidie bei den Angiospermen in verschiedenen Grossarealen. *Cytologia*, **20**: 101-118.
- TISCHLER, G. und H. D. WULFF, 1953-1963. Angewandte Pflanzenkaryologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 1227 p.
- TOLMACHEV, A. I., 1960. Der autochthone Grundstock der arktischen Flora und ihre Beziehungen zu den Hochgebirgsfloren Nord- und Zentralasiens. *Bot. Tidsskr.*, **55**: 269-276.
- TOLMACHEV, A. I., 1966a. Progressive Erscheinungen und Konservatismus in der Entwicklung der arktischen Flora. *Acta bot. hung.*, **12**: 175-198.
- TOLMACHEV, A. I., 1966b. Die Evolution der Pflanzen in arktisch Eurasien während und nach der quaternären Vereisung. *Bot. Tidsskr.*, **62**: 27-36.
- WESTERGAARD, M., 1943. Kromosomtall og Plantegeografi, en kritisk Oversigt. *Naturhist. Tidende*, **7**: 73-74.
- WESTERGAARD, M., 1944. Sammenhaengen mellem Planternes Kromosomtall og deres Udbredelsesforhold. *Salomonsens Leksikon Tidsskrift*, **4**: 898-903.
- WHITE, O. E., 1942. Temperature reaction, mutation, and geographical distribution in plant groups. *Eighth Amer. Sci. Congr.*, **3**: 287-294.

- WULFF, E. V., 1937. Poliploidii i geograficheskoe rasprostranenie rastenii. *Usp. sovrem. Biol.*, **7**: 161-197.
- WULFF, E. V., 1943. An introduction to historical plant geography. — *Chronica Botanica*, Waltham, Mass. 223 p.

LISTE D'ATLAS CYTOTAXONOMIQUES

- BOLKHOVSKIKH, Z., V. GRIF, T. MATVEJEVA and O. ZAKHARYEVA, 1969. Chromosome numbers of flowering plants. *Izdatel'stvo Nauka, Leningrad*. 926 p.
- CAVE, M. S., (ed.), 1958-1960. Index to plant chromosome numbers. I, comprising numbers 1-4 and supplement, and covering the years 1956, 1957, 1958, 1959. — University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- CAVE, M. S., (ed.), 1961-1965. Index to plant chromosome numbers. II, comprising numbers 5-9, and covering the years 1960-1961, 1962, 1963, 1964. — University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- CHIARUGI, A., 1960. Tavole cromosomiche delle Pteridophyta. *Caryologia*, **13**: 27-150.
- DARLINGTON, C. D. and E. K. JANAKI-AMMAL, 1945. Chromosome atlas of cultivated plants. George Allen & Unwin, Ltd., London. 397 pp.
- DARLINGTON, C. D. and A. P. WYLIE, 1955. Chromosome atlas of flowering plants. George Allen & Unwin, Ltd., London. 519 pp.
- DELAY, C., 1950. Nombres chromosomiques chez les phanérogames. (1re liste: 1938 à 1950). *Revue Cytol. Biol. vég.*, **12**: 1-368.
- FABBRI, F., 1963. Primo supplemento alle "Tavole cromosomiche delle Pteridophyta" di Alberto Chiarugi. *Caryologia*, **16**: 237-335.
- FABBRI, F., 1965. Secondo supplemento alle "Tavole cromosomiche delle Pteridophyta" di Alberto Chiarugi. *Caryologia*, **18**: 675-731.
- GAISER, L. O., 1926. A list of chromosome numbers in angiosperms. *Genetica*, **8**: 401-484.
- GAISER, L. O., 1930. Chromosome numbers in angiosperms. II. *Bibl. Genetica*, **6**: 171-466.
- GAISER, L. O., 1931. Chromosome numbers in angiosperms. III. *Bibl. Genetica*, **12**: 161-250.
- GAISER, L. O., 1934. Chromosome numbers in angiosperms. IV. *Bibl. Genetica*, **10**: 105-250.
- KIHARA, H., Y. YAMAMOTO and S. HOSONO, 1931. A list of chromosome numbers of plants cultivated in Japan. *Shokobutsu Senshokutaisu no Kenkyu*: 195-330.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1942. Chromosome numbers of Scandinavian plant species. *Bot. Notiser*, **1942**: 19-59.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1948. Chromosome numbers of Northern plant species. *Icel. Univ. Inst. Appl. Sci., Dept of Agric., Rep. B*, **3**: 1-131.
- LÖVE, A. and D. LÖVE, 1961. Chromosome numbers of Central and Northwest European plant species. *Opera Botanica*, **5**: 1-581.
- MAUDE, P. F., 1939. The Merton catalogue. A list of the chromosome numerals of species of British flowering plants. *New Phytol.* **38**: 1-31
- MOORE, R. J. (ed.), 1970. Index to plant chromosome numbers for 1968. *Regnum veg.*, **68**: 1-115.
- ORNDUFF, R. (ed.), 1967. Index to plant chromosome numbers for 1965. *Regnum veg.*, **50**: 1-128.
- ORNDUFF, R. (ed.), 1968. Index to plant chromosome numbers for 1966. *Regnum veg.*, **55**: 1-126.
- ORNDUFF, R. (ed.), 1969. Index to plant chromosome numbers for 1967. *Regnum veg.*, **59**: 1-129.

- RUTLAND, J. P., 1941. The Merton catalogue. A list of chromosome numbers of British plants. Suppl. 1. *New Phytol.*, **40**: 210-214.
- TISCHLER, G., 1915. Chromosomenzahl, - Form und - Individualität im Pflanzenreich. *Progressus rei bot.*, **5**: 164-284.
- TISCHLER, G., 1927. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen. *Tabul. biol.*, **4**: 1-83.
- TISCHLER, G., 1931. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen. Nachtrag Nr. 1. *Tabul. biol.*, **7**: 109-226.
- TISCHLER, G., 1935. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen. Nachtrag Nr. 2, Teil I. *Tabul. biol.*, **11**: 281-304.
- TISCHLER, G., 1936. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen. Nachtrag Nr. 2, Teil II. *Tabul. biol.*, **12**: 57-115.
- TISCHLER, G., 1938. Pflanzliche Chromosomenzahlen IV. Nachtrag Nr. 3. *Tabul. biol.*, **16**: 162-218.
- TISCHLER, G., 1950. Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Uitgeverij Dr. W. Junk, s'-Gravenhage. 263 p.

RELATIONS SOL-VÉGÉTATION EN BASSE PÉRIBONKA I. LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX¹

S. PAYETTE ET V. LAVOIE

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Les auteurs présentent une étude de la végétation des substrats minéraux au Lac St-Jean. La section étudiée fait partie de la plaine deltaïque de la Péribonka. La végétation est décrite sur une base phytosociologique et écologique. Les principaux groupements végétaux concernent principalement des formations de peuplier faux-tremble, de pin gris, de bleuet, de sapin et d'épinette. L'ensemble des groupements s'aligne le long d'un gradient trophique, souligné par la granulométrie des dépôts superficiels et les propriétés chimiques des humus, et le long d'un gradient de drainage dont l'importance spatiale est moins grande. La détermination de groupes écologiques de type sociologique a permis de définir plus finement l'écologie de chaque unité de classification.

Abstract

Vegetation on mineral soils of a representative area in Péribonka deltaic plain (Lac St-Jean) is phytosociologically and ecologically described. Aspen, jack pine, blueberry, fir and spruce formations cover with dominance the area. All these formations are localized along a trophic gradient, determined by soil texture and chemical properties of organic matter horizon, and along a drainage gradient which is less important in space. Sociological type of ecological groups were utilized to define more accurately the ecology of each classification unit.

Introduction

Ce travail concerne une section de territoire du grand delta de la Péribonka, située dans la région du Lac St-Jean. Nous l'avons appelée *Basse Péribonka* parce qu'elle se situe le long du cours inférieur de la rivière et pour donner un nom général à l'ensemble des terrains étudiés. La Basse Péribonka recouvre, en réalité, toute la superficie du delta.

La section étudiée est jalonnée par les lieux suivants : St-Léon-de-Labrecque, l'Ascension, Chute-au-Diable et Notre-Dame-du-Rosaire. Le territoire s'étend sur une superficie d'environ 325 kilomètres carrés (figure 1).

¹ Contribution no 106 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

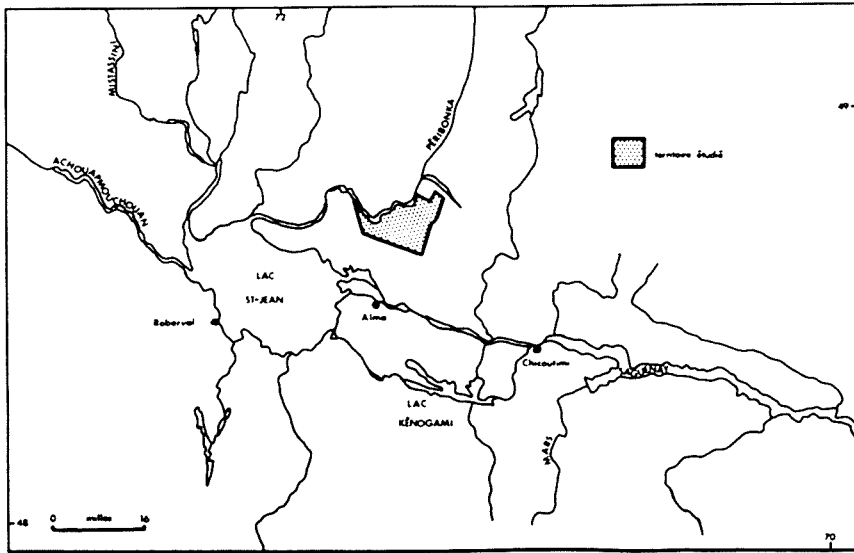


FIGURE 1. La Basse Péribonka au Saguenay-Lac Saint-Jean.

Le but de l'étude est de fournir un inventaire écologique des milieux (partie I) et de proposer un aménagement rationnel des bleuettières (partie II, à paraître), en tenant compte des relations sol-végétation.

Le cadre géographique

DÉPÔTS SUPERFICIELS ET FORMES

La Basse Péribonka fait partie de la grande dépression du Lac St-Jean, cette dernière est une enclave dont les caractéristiques géologiques et géomorphologiques diffèrent de l'ensemble des formations du Bouclier canadien qui la ceinturent sur presque tous les côtés. La région montre les traits d'une dépression structurale, d'environ 100 kilomètres de longueur par 55 kilomètres de largeur, encadrée, sur trois côtés, par des escarpements de faille (Clibbon et Bergeron, 1963).

Le lac St-Jean est bordé par une zone de basses terres disposées en terrasses. Les deux principales unités morpho-sédimentologiques sont constituées, d'une part, par la plaine d'argile et de limon au sud-est et, d'autre part, par les plaines de sable des grands deltas du nord-ouest, du nord et du nord-est. La majorité des dépôts est d'époque quaternaire. À la période fini-glaciaire, les caractères morphologiques de la dépression du Lac St-Jean ont favorisé la mise en place et l'agencement des sédiments (d'origine marine et fluviale) presque en bandes concentriques, selon un gradient granulométrique marqué. De l'argile au limon et au sable de recouvrement, l'on passe aux dépôts fluvio-glaciaires, ordinairement de granulométrie très grossière. Ils sont situés aux

extrémités de la fosse, près des grandes rivières, à leur sortie du Bouclier canadien.

La plaine de la Basse Péribonka s'appuie au sud-est sur une petite dorsale précambrienne, prolongement septentrional des hautes terres de Kénogami. Sur cette dorsale, les affleurements polis côtoient de minces manteaux de tills loameux et rocheux et ceinturent parfois de petites platières argileuses. À l'ouest de ce horst, la plaine de la Péribonka présente peu de relief. La dénivellation dépasse à peine 35 mètres entre le rebord de la terrasse, près de St-Léon, et la rive gauche de la Péribonka. Dans le détail, de faibles ondulations profilent la surface de la plaine, les uns explicables par le relief du socle sous-jacent, les autres concernant tantôt les constructions éoliennes et les collines rocheuses, tantôt d'anciens cordons littoraux. Le processus d'érosion éolienne demeure en pleine activité et constitue un élément efficace dans le façonnement des microformes de la plaine. Les ondulations de la plaine s'opposent aux nombreuses dépressions de kettle, dont plusieurs sont comblées par des dépôts organiques. La perméabilité des sédiments explique la faible densité des talwegs. De larges interfluves et de grandes tourbières sont drainés sur une centaine de kilomètres carrés par six petits appareils collecteurs. Les principales tourbières occupent l'ouest, le centre et l'est de la plaine.

CLIMAT RÉGIONAL

L'évolution annuelle de la température, la fréquence et l'intensité de la précipitation, l'ensoleillement et la longueur de la saison sans gel sont à l'origine d'une zonation climatique en deux bandes distinctes au Lac St-Jean. Une première bande se situe dans les secteurs sud-ouest et sud-est de la région, thermophile par rapport à la seconde. Cette dernière englobe les autres secteurs de la région, dont la Basse Péribonka. En réalité, la zonation climatique est un phénomène estival, alors qu'en hiver il ne semble pas y avoir de différence sensible entre l'ouest et l'est du Lac St-Jean. Dubé (1968) explique que cette situation dépend en partie de l'influence des vents dominants du nord-ouest et de la présence de la vaste nappe d'eau du lac.

La Basse Péribonka jouit d'une période sans gel de 100 à 110 jours (50% de probabilité). L'ensemble du territoire subit l'influence d'un régime pluviothermique de type continental. La température moyenne annuelle à St-Léon est de 35.7°F ; la température moyenne mensuelle dépasse 48°F pendant la période s'échelonnant de mai à septembre. Au cours de cette même période, St-Léon reçoit 53 centimètres de pluie sur un total annuel de 95 centimètres.

APERÇU PHYTOGÉOGRAPHIQUE

Le territoire de la Basse Péribonka appartient au sous-étage de la sapinière à bouleau jaune (Payette et Lavoie, 1968) et se distingue des parties

centre-ouest, sud-ouest et sud de l'enclave du Lac St-Jean situées dans le sous-étage de l'érablière à bouleau jaune (Gerardin et Grandtner, 1968). Une flore avec affinités boréales domine ; cependant, elle héberge quelques éléments de la forêt décidue. Plusieurs représentants des tourbières, notamment celles des basses terres du St-Laurent, débordent les limites de ces formations et se disséminent dans la plupart des stations du territoire. L'influence des feux favorise l'envahissement massif du pin gris, des cladonies et du tremble. Situation semblable chez les arbustes bas, pour la plupart autochores, comme le *Kalmia angustifolia* L., les bleuets (*Vaccinium angustifolium* Ait., *V. angustifolium* Ait. var. *nigrum* (Wood) Dole, *V. myrtilloides* Michx.) et la comptonie (*Comptonia peregrina* (L.) Coulter), où l'envahissement a eu la même vigueur. Le territoire est soumis à un dynamisme de végétation intense par suite de l'intervention constante de facteurs perturbateurs, tels que le feu, la coupe forestière et l'agriculture. Ces facteurs accentuent le caractère boréal de la flore au même titre que la nature édaphique des terrains : sols acides, poreux et peu fertiles permettant l'introduction d'espèces boréales peu exigeantes. Le stock floristique régional montre ainsi une abondance d'héliophytes de la flore boréale des hautes terres du Bouclier canadien, un appauvrissement de la flore méridionale ou une disparition graduelle sous forme d'aire disjointe. Une telle situation souligne le fait que la sapinière à bouleau jaune établit une transition entre les domaines de la forêt décidue et de la forêt coniférienne boréale (Grandtner, 1966).

Méthodes

L'étude des groupements végétaux de la Basse Péribonka est basée sur les principaux gradients écologiques observés : facteur dynamique, facteur fertilité (granulométrie, pH, bases totales), facteur drainage. Ces derniers ont fait l'objet d'observations détaillées par l'intermédiaire de la cartographie des structures de végétation et des espèces végétales dominantes dans chaque type de structure, de la morpho-sédimentologie, de l'origine des dépôts de surface et du type de profil de sol.

Chaque groupement végétal fait partie d'une série dynamique distincte. Une même série peut rassembler plusieurs groupements, décrits et classifiés phytosociologiquement et écologiquement. L'emploi des méthodes de la phytosociologie de Zurich-Montpellier permet d'obtenir une description satisfaisante des phytocénoses. Elles s'avèrent efficaces pour des études régionales et permettent de dégager les principaux aspects de la végétation et du milieu à condition de les rattacher aux variables écologiques.

La perception des variables actives du milieu détermine les critères utilisables dans la classification. Ces derniers servent à l'établissement de groupes écologiques. Chaque groupe est défini en tenant compte de la classe de présence, de l'abondance-dominance et de la vitalité de chaque espèce.

Parmi les gradients écologiques d'ordre édaphique, la fertilité et l'état du drainage des sols sont les plus importants. Premier indice du facteur fertilité, la granulométrie des sols permet une première stratification de la végétation. La distinction de groupes écologiques se rattache à des niveaux trophiques assez bien tranchés, obtenus par une analyse des bases échangeables. Cette dernière est exprimée par la somme des bases totales des humus de surface : Ca, Mg et K. Les groupes s'alignent entre un niveau trophique relativement élevé (ex : 10 mé/100 g de sol) et un niveau trophique relativement bas (ex : 1 mé/100 g de sol).

Les groupes écologiques jalonnant le gradient de drainage se répartissent parmi différentes catégories de tourbicoles, définies à partir de l'étude sommaire des tourbières réticulées du territoire. Toutefois, le présent travail ne concerne pas les groupements végétaux des grandes tourbières. L'influence des feux sur la végétation permet de dégager un groupe écologique distinct. La présence d'éléments pyricoles dans les phytocénoses est reliée surtout à l'action de feux sévères. Enfin, plusieurs groupes rudéraux et messicoles concernent les espèces caractérisant les champs agricoles abandonnés du territoire.

Tel que défini ici, le groupe écologique constitue l'unité fondamentale dans la description des groupements végétaux de la Basse Péribonka. Dans la plupart des cas, le groupe écologique représente un indice de facteur écologique (classe de drainage, type d'humus, pH, classe de topographie, etc.) au lieu d'un facteur écologique proprement dit.

Les groupements végétaux

La description des groupements végétaux est présentée dans les tableaux de végétation. La confection des tableaux a été faite à partir d'un regroupement des relevés floristiques ; ces derniers ont été échantillonnés conformément aux normes de l'école Zurich-Montpellier (Becking, 1957). Pour chaque relevé, on a considéré la position stratigraphique des individus de chaque espèce :

- As — strate arborescente supérieure, au-delà de 9 mètres
- Ai — strate arborescente inférieure, entre 6 et 9 mètres
- as — strate arbustive supérieure, entre 3 et 6 mètres
- ai — strate arbustive inférieure, entre 0.3 et 3 mètres
- h — strate herbacée, en-deça de 0.3 mètre
- m — strate muscinale, mousses et lichens à la surface du sol

Pour chacun des groupements décrits, les tableaux I-A, B, C et D résument les principaux caractères pédologiques. Le tableau II donne la structure floristique des groupements et permet de constater l'alignement des groupes écologiques pour chaque unité de classification. Les tableaux de végétation, en pochette, concerne la description générale de chaque groupement végétal.

TABLEAU I-A
Caractères pédologiques des bleuétières

Groupements végétaux	Forme de terrain	Topographie	Granulométrie	Classe de drainage	Gley	Pseudogley	Ortstein	Induration en B-C	pH	C/N	Bases totales (moy.) mé/100g	Ca mé/100g	Mg mé/100g	K mé/100g	Type pédogénétique
Compt-Vacc. ang. compt.	P	p-o	sg	4-3		x	s	s	4.3- 5.7	8- 32	2.9	0.3	1.8	0.8	phfm
Compt-Vacc. ang. pter.	P (D)	^o 3-15°	sm	5-3		x	s	ts	4.6- 5.0	3- 34	3.5	0.6	2.2	0.7	phfm
Compt-Vacc. ang. dierv.	P (T)	p-o	sf- sg	5-4				ts	4.6- 5.3	8- 27	1.1	0.7	2.3	1.1	phfm
Compt-Vacc. ang. pt-die.	P (D)	^o 5-18°	sm- sf	5-4				ts	4.4- 5.2	15- 33	4.4	0.8	2.8	0.8	phfm
Compt-Vacc. ang. arali.	P (D)	^o	sg- sm	4-5			s	ts	4.7 5.1	18- 21	1.5	1.2	0.1	0.2	phfm
Compt-Vacc. ang. led-n.	P	p-o	sg- sm	3-2	s		r	r	4.4- 5.5	24- 105	4.8	0.9	3.1	0.8	pht

N.B. Voir légende dans le tableau I-D.

TABLEAU I-B

Caractères pédologiques des pinèdes à pin gris

Groupements végétaux	Forme de terrain	Topographie	Granulométrie	Classe de drainage	Gley	Pseudogley	Ortstein	Induration en B-C	pH	C/N	Bases totales (moy.) mé/100g	Ca mé/100g	Mg mé/100g	K mé/100g	Type pédogénétique
Compt-Pine. div. compt.	P	p-o	sg	4-3		x	s	s	3.8- 4.4	19- 54	3.9	0.5	2.1	1.3	phfm
*Compt-Pine. div. pteri.	P (D)	o 5-8°	sm	5-3		x	s	s	4.3	20	2.6	0.3	1.3	1.0	phfm
Compt-Pine. div. dierv.	P (T)	p-o	sm- sf	5-4			ts		3.7- 4.5	14- 48	3.4	0.5	1.6	1.3	phfm
Compt-Pine. div. pt-di.	P (D)	o 6-13°	sm	5-4				ts	3.6- 4.6	23- 27	6.0	0.9	4.0	1.1	phfm
Compt-Pine. div. le-ne.	P	p-o	sg- sm	3-2	s		r	r	3.9- 4.4	68- 174	3.2	0.2	2.4	0.6	pht
*Aceri-Pine. divaricata	Do (F)	30- 35°	1sp	5					4.3- 4.4	32- 45					phfm 1
Sphag-Pine div. vacci.	P (RT)	p	sg	2	s				3.7	30 (H)	4.6(0f) (H)4.0	0.3 0.8	2.0 2.4	2.3 0.8	pht
Sphag-Pine. div. kalmi.	P (RT)	p	s	0	r				3.5- 3.8	62	1.9	1.2	0.2	0.5	f

N.B. Voir légende dans le tableau I-D.

*Un seul échantillon.

TABLEAU I-C
Caractères pédologiques des tremblais

Groupements végétaux	Forme de terrain	Topographie	Granulométrie	Classe de drainage	Gley	Pseudogley	Ortstein	Induration en B-C	pH	C/N	Bases totales (moy.) mé/100g	Ca mé/100g	Mg mé/100g	K mé/100g	Type pédogénétique
Comp-Popul. tremuloidis	P (T)	p-o 2-9°	sg- sm	5-4			s	ts	4.6- 5.5	19- 48	4.8	0.8	2.8	1 2	phfm
Vacc-Popul. trem. vacc.	P	p-o	sf- ls	4-3		x	s	ts	4.4- 5.4	20- 34	7.2	1.1	3.7	2.4	phfm
Vacc-Popul. trem. alne.	P (RT)	p-o	ls	3	s			s-r							phfmt
Vacc-Popul. trem. cory.	C	0-15°	ls- sl	4-5		x		ts	4.8- 6.1	16- 41	11.1	1.5	7.4	2.2	phfo
Acer-Popul. trem. clad.	Do	6-16°	ls- sl	5-6 5-6					4.6- 5.8	21	4.1	0.4	2.8	0.9	phfo- r
Acer-Popul. trem. acer.	Do	0-20°	l- slp	5-4					5.0- 5.8	12- 35	9.7	1.2	5.7	2.8	phgo
Acer-Popul. trem. alne.	Do	o	l- la	2	r				4.8- 5.2	17- 35	5.1	0.7	3.6	0.8	go

N.B. Voir légende dans le tableau I-D.

TABLEAU I-D
Caractères pédologiques des pessières et sapinières

Groupements végétaux	Forme de terrain	Topographie	Granulométrie	Classe de drainage	Gley	Pseudogey	Ortstein	Induration en B-C	pH	C/N	Bases totales (moy.) mé/100g	Ca mé/100g	Mg mé/100g	K mé/100g	Type pédogénétique
Piceetum	P	p-o	sm	4					3.6- 4.1	38	3.1	0.4	2.0	0.7	phfm
Abieti- Piceetum	P (C)	p-o 0-10°	sl	4					4.1- 4.3	25- 29	5.2	1.0	3.1	1.1	phfo
Betulo-Abi- etum betul.	Do	0-15°	lsp	5-4					4.8- 5.6	21	8.3	1.2	4.0	3.1	phfo
Betulo-Abi- etum fraxi.	Do	0-13°	lap- lsap	2	r				5.2- 5.8	13- 14	10.5	2.0	6.9	1.6	go

P : plaine
 Do : dorsale précambrienne
 C : zone de contact plaine-dorsale
 (T) : talus de terrasse incluant crêtes de plage etc.
 (D) : constructions éoliennes
 (F) : flanc abrupt de la dorsale précambrienne
 (RT) : rebord de tourbière
 p : topographie plane
 o : topographie ondulée

Granulométrie
 s : sable
 g : grossier
 m : moyen
 f : fin
 l : loam
 p : pierreux
 a : argileux

Classe de drainage: selon le Soil Survey Manual, 1962

s : sporadique
 ts : très sporadique
 r : régulier
 x : présence

Type pédogénétique

phfm : podzol humo-ferrique minimal
 phfmt : avec phase tourbeuse
 pht : podzol humide avec phase tourbeuse
 l : lithosol
 f : fibrisol
 phfo : podzol humo-ferrique orthique
 rl : régosol lithique
 go : gleysol orthique. N.S.S.C.C., 1968

Synthèse écologique

La Basse Péribonka constitue un petit territoire enclavé parmi quelques unités géomorphologiques relativement uniformes. À peine développé, le relief ne semble pas favoriser la présence de plusieurs climats. L'ensemble de la région est soumis à un même régime de température ; quant à la précipitation, l'on note une grande différence entre les secteurs nord-ouest et est du territoire, notamment sur le total des pluies estivales. Cependant, cela ne semble pas provoquer une différence biologiquement significative au niveau des types de végétation climatiques. Un seul sous-étage a été reconnu, celui de la sapinière à bouleau jaune.

Les différences observées dans la végétation doivent être attribuables à d'autres facteurs, tels que les caractères édaphiques des stations, le passage des feux, l'action de l'homme, etc.

GROUPEMENTS CLIMACIQUES ÉDAPHIQUES

Sur les sols minéraux du territoire, trois principaux groupements climaciques semblent se partager l'espace disponible, à savoir, la sapinière à bouleau jaune, la pessière à sapin et la pessière sèche.

La sapinière à bouleau jaune occupe les collines précambriennes recouvertes d'un till mince dominé par les loams sableux et pierreux, ainsi que certains secteurs de la plaine où les dépôts se caractérisent par une matrice de loam sableux, de limon et/ou de loam argileux. La pessière à sapin remplace la sapinière à bouleau jaune dans les dépôts à granulométrie moins fine tels que les tills sableux, les sables loameux fluviatiles localisés principalement au contact de la plaine et des collines précambriennes, ou encore sur les terrasses ourlant la rivière Péribonka, les pourtours de lacs et de tourbières. La pessière sèche apparaît dans les stations plus pauvres au point de vue édaphique. Elle domine la plaine fluviatile et deltaïque dans des sols sableux. Ces derniers sont caractérisés par une fraction grossière ou moyenne. Cette pessière peut être en mosaïque avec la pessière à sapin dans les secteurs où le roc affleure.

Il existe donc une relation étroite entre la granulométrie des dépôts et les divers groupements climaciques. Cette relation fondamentale se dégage aussi par l'analyse d'autres critères connexes. De la sapinière à bouleau jaune à la pessière sèche, l'on note la dominance de groupes écologiques distincts. La sapinière à bouleau jaune possède deux groupes importants : les eutrophes et les eu-mésotrophes, et un groupe mésotrophe sous-dominant. La pessière à sapin se caractérise par un groupe mésotrophe dominant et un groupe eu-mésotrophe sous-dominant. La pessière sèche compte plusieurs espèces des groupes oligotrophes et mésotrophes, mais aucun groupe ne domine, à part l'épinette, espèce méso-oligotrophe. Le fait que la sapinière à bouleau jaune représente un milieu édaphique plus riche que la pessière à sapin et la pessière

sèche se traduit faiblement dans la richesse floristique des phytocénoses, puisque le nombre moyen d'espèces par groupement atteint respectivement 37, 36 et 30. Une tendance se dessine, mais il est probable qu'elle apparaîtrait plus évidente si le stade dynamique des divers groupements était au même niveau de développement.

Par ailleurs, il apparaît une tendance nette quant à l'existence de conditions mésologiques favorables chez la sapinière à bouleau jaune, se détériorant graduellement chez la pessière à sapin, et plus encore chez la pessière sèche. Ainsi, le rapport C/N, bas dans les humus de la sapinière à bouleau jaune, va-t-il s'élever sensiblement dans les humus des pessières. Nous obtenons là un gradient de décomposition de la matière organique passant du mull au moder et au mor. Le pH subit la même tendance, étant toujours supérieur à 4.8 chez la sapinière à bouleau jaune et jamais supérieur à 4.1 chez la pessière sèche. Il en est de même pour la somme des bases totales de ces mêmes humus, atteignant des niveaux bien distincts, élevé chez la sapinière à bouleau jaune, moyen chez la pessière à sapin et bas chez la pessière sèche.

La sapinière à bouleau jaune se répartit en deux sous-associations. La sous-association à bouleau jaune caractérise les sols bien drainés (classes de drainage 4 et 5), tandis que la sous-association à frêne noir s'établit dans les sols imparfaitement drainés (classe de drainage 2). Cela se reflète dans les caractéristiques des humus. En effet, le rapport C/N est plus bas dans la dernière sous-association et le pH plus élevé, oscillant entre 5.2 et 5.8. La somme moyenne des bases totales demeure plus élevée dans la sous-association à frêne noir. La situation topographique de ce groupement semble favoriser un enrichissement des sols, grâce à des apports d'éléments nutritifs par drainage latéral. Il se situe principalement dans le bas versant des collines. Cependant, ces phytocénoses se retrouvent aussi sur des platières humides.

La petite plaine loamo-argileuse de Notre-Dame-du-Rosaire et les quelques enclaves argileuses du territoire constituent des terrains d'élection pour l'implantation des deux groupements de la sapinière à bouleau jaune. Sur les bords de ruisseaux, dans des conditions de moins bon drainage et de niveau trophique élevé, des peuplements de frêne noir peuvent croître.

GROUPEMENTS DE TRANSITION

Nombreux, recouvrant la majeure partie du territoire, les groupements de transition surgissent des innombrables feux allumés au cours des dernières décennies. Les caractéristiques de ces groupements, ainsi que les relations existant entre eux sont de la même nature que celles qui permettent de comprendre l'écologie des groupements climaciques. En effet, une relation fondamentale doit être soulignée entre la granulométrie des dépôts et les différents groupements de transition.

Pinèdes à pin gris et tremblaies

Les forêts de tremble apparaissent ordinairement dans les stations les plus riches et les forêts de pin gris dans les stations les plus pauvres. Plusieurs auteurs, dont Dansereau (1957), ont noté que le pin gris s'accommode plus facilement des terrains à faible niveau de fertilité que le tremble. Stoeckeler (1948) rappelle que le tremble évite les sols très sableux. Kittredge (1938) affirme avoir rarement trouvé des peuplements de tremble sur des sables secs de plaine. Cependant, d'autres facteurs peuvent intervenir pour permettre une extension de ces peuplements, dans des stations ne présentant pas normalement les conditions nécessaires à leur croissance.

Trois associations de tremble et de pin gris sont distribuées à travers le territoire. Dans les stations les plus riches, caractérisées par une prédominance de sols loameux, tels que les dépôts de till des collines précambriennes, la tremblaie à érable à épi s'étend sur une grande surface, et dans une moindre mesure, la pinède à érable à épi se présente sous forme d'enclave. La tremblaie à érable à épi peut apparaître quelquefois dans la plaine lorsque les sols sont dominés par des loams, des limons et/ou des loams argileux. En passant graduellement vers les dépôts sableux à fraction loameuse dominante, la tremblaie à érable à épi fait place à la tremblaie à bleuet. Ce groupement se rencontre dans la zone de contact plaine-collines et sur les sables mésotrophes de la plaine. Sur les talus de terrasse et leurs replats immédiats, la tremblaie à comptonie remplace ce dernier groupement. En plus d'une diminution du niveau de fertilité, les sols montrent un drainage plus accéléré. La pinède à comptonie fait suite à la tremblaie à comptonie et se caractérise par un niveau trophique encore plus bas. Cette pinède occupe les terrains de la plaine dominés par les sables grossiers ou moyens et les sables graveleux localisés près de la Péribonka. D'autre part, la pinède à sphaigne, souvent sur tourbe, croît sur les marges des tourbières et sa présence s'explique uniquement par l'influence du feu.

Le niveau trophique des diverses stations peut être mis en relation avec la dominance de certains groupes écologiques. Ainsi, la tremblaie à érable à épi se caractérise par une abondance des espèces eutrophes, eu-mésotrophes et mésotrophes. La tremblaie à bleuet est surtout dominée par les espèces des groupes mésotrophes et quelques espèces oligotrophes. L'importance des mésotrophes diminue aux dépens des espèces oligotrophes chez la tremblaie à comptonie. Cette situation est plus marquée chez la pinède à comptonie, où les espèces oligotrophes s'établissent en dominance. Au contraire, la pinède à érable à épi ressemble à la tremblaie à érable à épi, à la fois caractérisée par la disparition de quelques oligotrophes et enrichie par l'introduction de certaines espèces des groupes eutrophe, eu-mésotrophe et mésotrophes. Différente de tous les groupements précédents, la pinède à sphaigne comporte essentiellement des espèces oligotrophes et un groupe tourbicole dominant, grâce à sa ressemblance écologique avec certains groupements de tourbière.

Le gradient de fertilité apparaît non moins marqué lorsque l'on compare la richesse floristique des phytocénoses de chaque groupement. Le nombre moyen d'espèces de la tremblaie à érable à épi est supérieur à 40 ; la tremblaie à bleuet dénombre 35 espèces, tandis que la tremblaie à comptonie possède 30 espèces. Les pinèdes à comptonie et à érable à épi présentent une moins grande diversité floristique que les tremblaies, puisque le nombre moyen d'espèces est de 28. Toutefois, certaines sous-associations de la pinède à comptonie possèdent le même nombre d'espèces que la tremblaie à comptonie. La pinède à sphaigne enregistre un nombre moyen d'espèces très bas, soit 19.

Les propriétés des humus de surface, si bien exprimées dans les groupements climaciques, accusent des variations importantes chez les peuplements forestiers de transition. Tout au plus pouvons-nous discerner des tendances. Ainsi, le rapport C/N demeure généralement moins élevé dans les humus des tremblaies. Le pH dépasse 5.0 dans les tremblaies à érable à épi et se maintient entre 4.5 et 5.5 dans les deux autres groupements de tremble. Il varie entre 4.0 et 4.5 dans les différentes pinèdes. Les plus bas pH sont enregistrés dans les humus de la pinède à sphaigne. Le gradient trophique montre une tendance plus nette pour la somme moyenne des bases totales. Les humus des tremblaies semblent avoir une plus grande CEC (capacité d'échange cationique) que ceux des pinèdes. La relation est assez bien exprimée avec les types de dépôts.

La grande amplitude de variations du rapport C/N et du pH peut être attribuée aux nombreux effets des feux. Les forêts de tremble et de pin gris favorisent une augmentation du contenu en matière organique des stations appauvries par le passage des feux. La quantité et la qualité des humus demeurent fonction de l'âge et du type de peuplement. Wilde (1964) souligne que les peuplements de pin gris de 35 ou 40 ans corrigent ordinairement les déficiences temporaires du sol, causées par l'action d'un facteur de perturbation, tel que le feu ou la coupe. Rappelons que l'âge des différents groupements de tremble et de pin gris ne dépasse pas, dans la majorité des cas, 25 ans. Les propriétés des humus des groupements climaciques sont, à cet égard, plus représentatives, du fait que les effets des facteurs de perturbation ont été effacés depuis longtemps.

Au niveau des sous-associations des groupements de tremble et de pin gris, il apparaît des différences dans la fertilité et le régime hydrique des sols.

Les sous-associations de la tremblaie à érable à épi se répartissent selon un gradient de drainage. Ce gradient correspond, d'une part, à un changement granulométrique notable, lui-même impliquant des niveaux de fertilité différents, et d'autre part, à des positions topographiques changeantes. La sous-association à *Alnus rugosa* caractérise les sols imparfaitement drainés (classe de drainage 2) et riches, situés sur des platières de loam argileux ou limoneux. Les terrains bien drainés sont fréquentés par les phytocénoses de la sous-asso-

ciation à *Acer spicatum*. Le bon drainage est favorisé par des pentes moyennes à fortes et des sols dominés par des loams et des loams sableux. Les peuplements de la sous-association à *Cladonia rangiferina* se rencontrent sur des sols minces alternant avec des affleurements rocheux.

Des stations mal drainées aux stations relativement sèches, une diminution régulière dans la présence et l'abondance des espèces eutrophes se produit parallèlement avec une transgression non moins régulière d'espèces oligotrophes (xérophiles). Situation analogue pour les eu-mésotrophes, alors que les diverses espèces mésotrophes maintiennent sensiblement le même statut dans les trois sous-associations. La faible quantité en bases totales des humus de la sous-association à *Alnus rugosa* ne peut être expliquée. Il existe une relation entre la somme moyenne des bases totales relativement faible des humus de la sous-association à *Cladonia rangiferina* et la présence d'espèces des groupes oligotrophes.

Les trois sous-associations comprises dans la tremblaie à bleuet se différencient, d'une part, par des niveaux trophiques distincts et, d'autre part, par un type de drainage différent pour l'un d'elles. La sous-association à *Corylus cornuta* se rencontre dans les terrains loameux et sableux, avec une fraction limoneuse importante, près de la Péribonka, alors que la sous-association à *Vaccinium angustifolium* fréquente des sols plus pauvres, dominés par une fraction sableuse. Les niveaux trophiques entre ces deux sous-associations, représentés par les bases totales, diffèrent sensiblement et se reflètent dans la nature des groupes écologiques présents. En effet, la sous-association à *Corylus cornuta* possède plus d'espèces eu-mésotrophes et mésotrophes que la sous-association à *Vaccinium angustifolium*. La sous-association à *Alnus rugosa*, se distribuant à proximité des marges de tourbières, apparaît lorsque les conditions de drainage des loams sableux et des sables laomeux se détériorent pour permettre la formation d'une mince couche de tourbe.

La pinède à comptonie comprend plusieurs sous-associations pour la plupart reliées à des niveaux trophiques différents. Une seule, la sous-association *ledo-nemopanthetosum*, présente des phytocénoses enracinées dans des coussins de tourbe, dont la formation semble attribuable aux nombreuses concrétions des profils de sol, ortstein et fragipan juvénile (ou duripan), causant des changements de drainage, de densité et de porosité. Elle constitue une unité écologique de transition entre les stations sèches de plaine et les stations humides de tourbière. Elle compte en moyenne 27 espèces par peuplement.

La sous-association *pteridio-diervilletosum* représente le membre le plus riche au point de vue phytomasse et édaphologique de l'association et peut être considérée comme l'équivalent écologique de la tremblaie à comptonie. Aucune différence écologique majeure n'est à signaler entre ces deux groupements. En

effet, ces derniers sont présents dans les mêmes stations, soit les talus de terrasse et les crêtes de plage, ainsi que leurs replats et, parfois, des stations de plaine. Véritable "point de virage" écologique, car les différences observées concernent uniquement la proportion relative des espèces arborescentes : pin gris, tremble et bouleau blanc, dans les strates supérieures. Ces groupements croissent dans les mêmes types de sol : sables moyens et grossiers, recevant par drainage latéral des éléments nutritifs des sols des replats de terrasse, et possèdent des humus semblables dont les propriétés varient selon l'action différentielle des feux. On peut penser que le feu demeure la cause majeure de l'implantation soit de la tremblaie à comptonie soit de la sous-association *pteridio-diervilletosum* de la pinède à comptonie. Des changements dans les propriétés du feu et des humus favorisent une dispersion différentielle des diaspores. De plus, l'aspect historique des feux est à retenir pour expliquer la présence simultanée de ces deux groupements.

La ressemblance écologique de la tremblaie à comptonie et de la sous-association *pteridio-diervilletosum* de la pinède à comptonie permet de saisir le processus de la transgression et de la régression des espèces selon leurs exigences trophiques. Si les tremblaies renferment bon nombre d'espèces mésophiles, les pinèdes rassemblent surtout des espèces oligotrophes. Lorsque les tremblaies envahissent des stations de plus en plus pauvres, elles subissent une transgression d'éléments de la flore des pinèdes. Il en est de même pour les pinèdes qui occupent des stations de plus en plus riches, où les éléments mésophiles de la flore des tremblaies parviennent à compétitionner les éléments oligotrophes. Les principales sous-associations de la pinède à comptonie se caractériseront alors par le degré de pénétration des espèces mésotrophes.

Le gradient trophique, principal artisan du processus, permet ainsi de dégager les principaux groupements, des plus riches aux plus pauvres. Ce sont dans l'ordre les sous-associations *pteridio-diervilletosum*, *diervilletosum*, *pteridietosum* et *comptonietosum*. Notons, toutefois, que la sous-association *pteridietosum*, localisée sur les formations éoliennes, se distingue par un drainage excessif et caractérise les stations les plus sèches. Ces stations subissent, plus que toutes autres, les effets destructeurs du feu. La somme moyenne des bases totales peut varier énormément dans les humus, parce que les feux ont plus de facilité à incinérer complètement la matière organique. C'est d'ailleurs l'influence de ces derniers qui explique une diminution de la richesse floristique du groupement. On dénombre respectivement 32, 29, 24 et 26 espèces, en moyenne, par groupement. La granulométrie des sols varie insensiblement des sables fins à moyens et à grossiers et ne constitue pas toujours un bon critère pour distinguer les groupements entre eux. Bien souvent, la position topographique des stations, rendant compte des types de drainage latéral et vertical, s'avère un meilleur moyen pour les caractériser. Nous savons que la fertilité des sols peut dépendre de l'influence du drainage latéral. Les groupements les moins pauvres en demeurent fonction. Dans la deuxième partie de ce travail,

nous verrons que l'utilisation d'un autre critère, la densité au mètre carré des tiges de bleuet corrobore cette relation fertilité-groupements.

La pinède à sphaigne se divise en deux sous-associations. La sous-association *vaccinietosum* occupe les sols minéraux mal drainés, tandis que la sous-association *kalmietosum* se rencontre sur les profils coiffés d'un mince coussin de tourbe et, sur ce point, se rapproche davantage des groupements tourbicoles. On le remarque au niveau des groupes écologiques, où les espèces de la tourbière prennent plus d'importance aux dépens des espèces des terrains minéraux.

Les forêts de pin gris prennent souvent l'aspect de formations arborescentes claires. Ces forêts se caractérisent par une plus grande luminosité au niveau des strates du sous-bois. La variante à *Comptonia peregrina* souligne ce caractère écologique. Les formations ouvertes de pin gris sont attribuables, d'une part, à l'écologie particulière du pin gris quant à ses exigences en lumière et, d'autre part, à l'histoire des feux de chaque station. La croissance du pin gris doit s'effectuer dans des conditions de forte luminosité. Nous avons pu calculer qu'une forêt de pin gris de onze ans possède environ 280 tiges sur une surface de 22 m x 33 m. Dans les mêmes conditions écologiques, une forêt de pin gris de 20 ans détient un nombre de tiges ne dépassant pas 80.

La compétition pour la lumière influence fortement la densité du peuplement. Cependant, d'autres facteurs peuvent intervenir. Soulignons, ici, les facteurs de l'ensemencement, affectés par l'âge du peuplement antérieur et par la nature du lit de germination (Eyre, 1938 ; Jarviss, 1966; Cayford *et alii*, 1967 et Vézina, 1968).

Bleuetières

Ce que nous avons dégagé parmi les groupements climaciques et les forêts de transition concerne principalement une relation fertilité-végétation et, ensuite, une relation drainage-végétation. Cette dernière relation entraîne souvent une différence dans les niveaux trophiques. Des bleuetières, une relation principale apparaît non moins évidente entre la fertilité des sols et les différents groupements. Cela demeure logique, compte tenu du fait que les diverses stations du territoire s'échelonnent principalement le long d'un même gradient granulométrique.

Il y a une relation à établir entre les différents groupements de la pinède à comptonie et de la bleuetière à comptonie. Ils se présentent dans les mêmes stations de plaine, mais à des niveaux dynamiques différents. Nous retrouvons comme chez la pinède à comptonie les sous-associations suivantes, jalonnant, par ordre décroissant, un gradient de fertilité exprimé par la somme moyenne des bases totales des humus : *pteridio-diervilletosum*, *diervilletosum*, *pteridietosum*, *comptonietosum*. Les sables grossiers caractérisent surtout la sous-association *comptonietosum* et les sables moyens et fins les autres sous-

associations. La position topographique, en influençant le drainage latéral, rend compte de la richesse relative de plusieurs stations, dont la granulométrie diffère peu ou pas des stations sur plaine légèrement ondulée. Les groupements les plus riches possèdent quelques éléments mésotrophes de la tremblaie. Les plus pauvres, au contraire, rassemblent aucune de ces espèces et présentent un nombre moyen d'espèces relativement bas. Dans l'ordre, l'on dénombre 13, 13, 11 et 10 espèces par groupement. La place occupée par les éléments oligotrophes est davantage soulignée chez les groupements pauvres par l'utilisation du critère de densité du bleuet au mètre carré.

La sous-association *ledo-nemopanthetosum* se retrouve associée à des stations mal drainées, réparties dans la plaine sous forme d'îlots tourbeux. Les conditions édaphiques ressemblent à celles de la sous-association *ledo-nemopanthetosum* de la pinède à comptonie.

Un groupement à *Aralia hispida* caractérise les stations fortement incendiées, où le sol présente un profil tronqué et, parfois, des humus de surface à taux élevé de carbonisation. La végétation de ce groupement alterne, sous forme de bosquet, avec des surfaces dénudées, où des horizons minéraux affleurent. Le nombre moyen d'espèces dans cette sous-association est le même que celui des sous-associations *comptonietosum* et *ledo-nemopanthetosum*.

Groupements rudéraux

La pratique agricole n'a jamais constitué une activité intense dans le territoire. C'est pourquoi une faible superficie demeure encore défrichée et emblavée. L'abandon de plusieurs lots de colonisation réservés aux pâturages permanents ne date pas d'aujourd'hui. Ces lots se répartissent pour la plupart dans des stations propices à l'implantation des bleuetières et des peuplements de pin gris. Plusieurs parcelles agricoles se distribuent dans les bleuetières communautaires. Quelques-unes servent encore l'agriculture. Champs de céréales (avoine) et de pommes de terre pour l'essentiel de la culture, alors que les pâturages occupent peu d'espace. Les limites de cette section de l'oekoumène agricole sont facilement distinctes parmi l'agencement des divers types de groupements végétaux.

Les champs agricoles abandonnés subissent l'invasion de plantes rudérales, considérées ordinairement comme "mauvaises herbes" en agriculture, et, progressivement, la compétition d'espèces indigènes, précurseurs de la flore forestière. Ces champs, abandonnés il y a 20 ou 30 ans, font partie du groupement *Agrostio-Solidagetum*, dominés par deux sous-associations, se distinguant par une flore particulière. La sous-association *agrostietosum* rassemble presque exclusivement des espèces rudérales, tandis que la sous-association *vaccinietosum* possède, en plus, un cortège de plantes indigènes, qui caractériseront dans les stades pré-forestiers et forestiers les bleuetières, les pinèdes à pin gris et les tremblaies. Une variante de la bleuetière à comptonie se caractérise par la présence d'espèces rudérales, témoins d'un stade agricole.

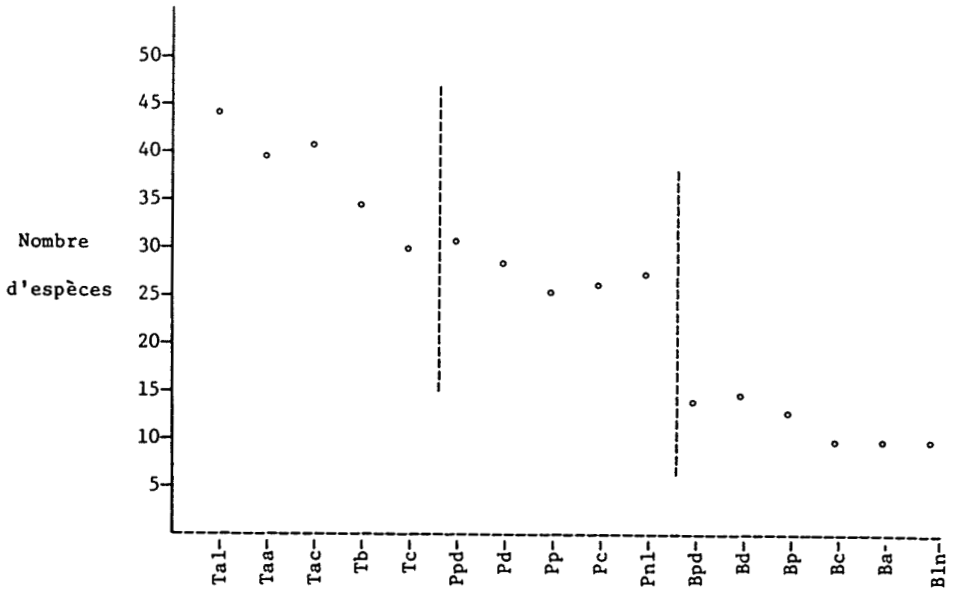


FIGURE 2. Nombre moyen d'espèces par groupement végétal

- Tal* : *Aceri-Populetum alnetosum*
Taa : *Aceri-Populetum aceretosum*
Tac : *Aceri-Populetum cladonietosum*
Tb : *Vaccini-Populetum*
Tc : *Comptonio-Populetum*
Ppd : *Comptonio-Pinetum pteridio-diervilletosum*
Pd : *Comptonio-Pinetum diervilletosum*
Pp : *Comptonio-Pinetum pteridietosum*
Pc : *Comptonio-Pinetum comptonietosum*
Pnl : *Comptonio-Pinetum ledo-nemopanthetosum*
Bpd : *Comptonio-Vaccinietum pteridio-diervilletosum*
Bd : *Comptonio-Vaccinietum diervilletosum*
Bp : *Comptonio-Vaccinietum pteridietosum*
Bc : *Comptonio-Vaccinietum comptonietosum*
Ba : *Comptonio-Vaccinietum aralietosum*
Bln : *Comptonio-Vaccinietum ledo-nemopanthetosum*

La sous-association *vaccinietosum* se situe à un stade évolutif plus avancé que la sous-association *agrostietosum* compte tenu des différences floristiques existant entre ces deux peuplements. Cependant, ces derniers peuvent avoir le même âge. La transgression des espèces indigènes est souvent réalisée à la faveur des feux. Sachant que les principales espèces indigènes appartiennent soit aux groupements de la bleuétière, de la pinède ou de la tremblaie et que la plupart d'entre elles sont des autochores, la fréquence des feux peut être retenue comme facteur de différenciation des groupements. D'ailleurs, la sous-association *vaccinietosum* et la variante à *Agrostis alba* de la bleuétière à comptonie se distribuent principalement dans les sections du territoire soumis

au passage de feux fréquents, telles que les bleuetières communautaires actuelles (celle de l'Ascension, par exemple). Ainsi, l'âge des groupements rudéraux, pour important qu'il puisse être, demeure un facteur secondaire de différenciation des peuplements en autant que les feux, par leurs intensité et leur fréquence, favorisent la dispersion des diaspores. La variante à *Agrostis alba* de la bleuetière à comptonie constitue un exemple marquant de l'influence du feu sur la dispersion des autochores.

Conclusion

Sur substrats minéraux, les groupements végétaux se répartissent parmi plusieurs stades dynamiques. Les groupements climaciques se différencient le long d'un gradient trophique, exprimé par la granulométrie des dépôts et les propriétés des humus de surface. Les groupements forestiers de transition, tremblaies et pinèdes à pin gris, s'alignent dans le même sens. La même tendance s'observe dans les bleuetières. Cette relation s'exprime fortement au niveau des groupes écologiques, où l'on assiste plus à une balance insensible de dominance, d'un groupement à l'autre, qu'à une dominance exclusive d'un groupe écologique particulier. Entre chaque groupement, point de disjonction, plutôt une continuité, où l'importance d'un groupe écologique diminue, sans parler de disparition totale, aux dépens d'un autre groupe déjà présent et potentiellement important. Aussi, chaque groupement ne peut-il pas se distinguer seulement en fonction de la présence et de la dominance d'un groupe écologique distinct. La tremblaie peut, ainsi, se définir comme un groupement caractérisé par la dominance d'un groupe eutrophe et de groupes mésothophes, mais en plus par la présence, moins importante selon les milieux, de groupes oligotrophes. Il en est de même pour les pinèdes à pin gris, ou tout autre groupement végétal. Transgression et régression, toujours partielles, de flores à affinités variées constituent le processus par lequel les groupements ne peuvent devenir ni trop différents ni trop semblables. Pour autant que le gradient de fertilité apparaît uniformément, la végétation répond avec la même tendance. Le nombre moyen d'espèces végétales par groupement souligne très bien cette tendance (figure 2).

Le drainage constitue un deuxième facteur de différenciation des groupements végétaux. Il correspond tantôt à des différences topographiques et granulométriques, impliquant alors des différences d'ordre trophique, tantôt à des différences pédogénétiques (processus de concrétionnement et de compaction des sols).

L'influence du feu est à retenir dans le cas de tous les groupements, puisqu'il détermine leur régénération. La fréquence des feux indique que les groupements rudéraux subissent l'invasion plus ou moins rapide d'espèces indigènes. Le feu est un puissant agent de propagation des plantes. Le présent travail montre que la végétation de la Basse Péribonka constitue un continuum écologique même si elle est définie et décrite en terme d'unités de classification.

Références

- BEKING, R.W., 1957. The Zurich-Montpellier school of phytosociology. *Bot. Rev.*, **23**: 412-488.
- CAYFORD, J.H., Z. CHROSCIEWICZ and H.P. SIMS, 1967. A review of silvicultural research in jack pine. *Forestry Branch, Departmental Publication* No. 1173, 255 p.
- CLIBBON, P. and R. BERGERON, 1963. Notes on the geology and physiography of the Lake St-John area, Québec. *Cah. Géogr. Québec*, **7**: 1-20.
- DANSEREAU, P., 1957. Biogeography : an ecological perspective. Ronald Press Co., New York, 394 p.
- DUBÉ, P.A., 1968. Relations climat-végétation au Saguenay - Lac St-Jean. Séminaire présenté le 29 avril, Fac. Agriculture, Université Laval. Notes miméographiées, non publiées, 70 p.
- EN COLLABORATION, 1968. Proceedings of the seventh meeting of the National Soil Survey Committee of Canada. Edmonton, 216 p.
- EYRE, F.H., 1938. Can jack pine be regenerated without fire ? *J. For.*, **36**: 1067-1072.
- GÉRARDIN, V. et M.M. GRANDTNER, 1968. Les érablières à bouleau jaune du lac St-Jean. *Annls ACFAS*, **35**: 56.
- GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Presses de l'Université Laval, Québec, 216 p.
- JARVIS, J.M., 1966. Seeding white spruce, black spruce and jack pine on burned seedbeds in Manitoba. *Publs Dep. For.*, Ottawa, No. 1166, 8 p.
- KITTREDGE, Jr., J., 1938. The interrelations of habitat, growth rate, and associated vegetation in the aspen community of Minnesota and Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **8**: 151-246.
- PAYETTE, S. et V. LAVOIE, 1968. Quelques aspects écologiques de la végétation en Basse Péribonka. *Annls ACFAS*, **35**: 54.
- STOECKELER, J.H., 1948. The growth of quaking aspen as affected by soil properties and fire. *J. For.*, **46**: 727-737.
- VÉZINA, P.E., 1968. Sylviculture appliquée : I. Les forêts de conifères. Fac. Foresterie et Géodésie, U. Laval, Presses de l'Université Laval, Québec 72 p.
- WILDE, S.A., 1964. Changes in soil productivity induced by pine plantations. *Soil Sci.*, **97**: 276-278.

TABLEAU VI : Les groupements de Sapins et d'Épinettes

ASSOCIATION	BETULO-ABIETUM						ABIETI-PICEETUM				PICEETUM			
	FRAXINETOSUM			BETULETOSUM										
SOUS-ASSOCIATION														
no. du relevé	122	129	128	133	120	123	167	177	164	165	257	261	262	
penne (degré)	-	7	13	5	-	15	7	3	10	7	3	-	-	
rapport C/N	14	13	-	-	-	21	25	-	29	-	38	38	-	
pH de l'humus	5.8	5.2	5.5	5.6	4.8	5.0	4.3	4.2	4.2	4.1	4.1	3.8	3.6	
texture de l'horizon B (ou G)	lap	leap	leap	lep	lep	lep	slp	sl	s	sl	s	s	sg	
recouvrement de la strate (%)	As	70	65	20	90	90	70	90	70	60	100	50	95	65
	Ai	10	60	35	40	5	5	90	20	35	20	5	5	15
	as	20	10	20	40	20	5	20	10	35	20	5	1	5
	ai	40	30	55	30	20	20	35	35	10	40	55	5	30
	h	100	35	25	35	90	35	15	35	45	80	55	5	25
	m	15	35	5	5	30	20	5	20	45	1	10	10	35
MÉSOTROPHES: SAPINIÈRE														
Abies balsamea	As	3.3	2.3	2.3	4.5	5.5	4.5	2.1	1.1	2.2	2.2	.	.	.
	Ai	1.2	2.2	2.2	1.2	1.1	1.2	3.2	1.1	2.2	2.2	.	.	.
	as	1.2	1.2	.	1.2	1.1	+1	2.2	.	2.2	2.2	.	.	.
	ai	+1	+2	1.2	1.2	1.1	+1	2.3	1.1	1.1	2.2	.	+1	.
	h	1.1	+1	+1	1.1	1.1	1.1	+1	+1	2.2	2.2	.	.	.
Picea glauca	As-Ai	(1.1)	.	.	1.1	.	.	2.1	.	.	2.2	.	.	.
	as-h	1.1	+2	+1	1.2	.	+1	1.1	.	1.2	1.1	+1	.	.
Betula papyrifera	As-Ai	.	.	1.2	2.1	.	.	1.2	2.2	1.1	1.1	1.1	2.1	.
	as-h	.	.	.	1.1	.	.	+1	1.2	+2	+1	1.2	.	.
Acer rubrum	As-Ai	.	2.2	(1.1)	(1.1)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	as-h	.	+2	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
MÉSO-OLIGOTROPHES: PESSIÈRE SÈCHE														
Picea rubens X	As	.	.	.	1.1	1.1	.	3.4	4.5	3.4	3.3	3.4	5.5	4.5
Picea mariana	Ai	.	.	.	1.1	.	.	3.2	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2
	as	.	.	.	2.2	.	.	.	1.1	2.2	.	1.1	+1	1.2
	ai	+1	.	.	.	.	.	.	1.2	+1	+1	+1	.	1.1
	h	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+1	+1	.	.
EUTROPHES														
Acer spicatum	Ai-as	2.2	1.2	1.2	2.2	2.2	1.1	1.2	.	.	.	.	.	.
	ai-h	2.3	1.3	1.2	2.2	3.3	2.2	2.2	1.2	.	.	.	.	.
Betula lutea	As	2.2	2.3	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.
	Ai	1.1	3.3	2.2	1.1	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
	as	.	1.2	2.2	1.1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
	ai-h	2.2	+2	+2	.	1.2	1.1	.	.	.	.	.	.	.
Oxalis montana	h	2.3	+3	1.2	+2	2.3	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris phegopteris	h	2.2	+2	+2	+2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera canadensis	ai-h	1.2	1.2	1.2	.	.	1.1	.	+1	.	.	.	.	.
Galium triflorum	h	+1	+2	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris disjuncta	h	2.2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
Fraxinus nigra	As-h	2.2	2.2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cornus alternifolia	ai-h	1.2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sambucus pubens	h	.	+2	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
Pyrola virens	h	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+1	.	.	.
EU-MÉSOTROPHES														
Taxus canadensis	ai-h	+1	2.3	3.4	1.2	.	+1	+2	+1	.	1.1	+1	.	.
Streptopus roseus	ai-h	1.1	+2	.	+1	+1	1.2	+2	+2	+1	+1	.	.	.
Lycopodium lucidulum	h	1.2	+2	1.3	.	+1	1.2	+1	+1	.	.	.	.	.
Aster acuminatus	ai-h	1.2	1.2	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	+2	.	.
Rubus pubescens	h	1.2	+1	+1	.	.	+1	.	.	1.3	+2	.	.	.
Athyrium filix-femina	h	2.2	1.2	.	1.2	.	2.3	.	.	+2	.	+2	.	.
Dryopteris spinulosa	h	.	.	+2	.	+2	.	+1	.	+2	.	+2	.	1.2
Ribes glandulosum	h	1.1	.	.	+2	.	+1	.	.	1.2	+1	.	.	.
Prenanthes altissima	h	+1	+1	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum sylvaticum	h	+1	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola renifolia	h	1.2	+2	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.
Prunus virginiana	ai-h	1.2	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
MÉSOTROPHES														
Clintonia borealis	h	1.2	+1	+2	1.2	2.3	1.2	+1	+1	2.2	+2	+1	.	+2
Pyrola secunda	h	+1	.	+2	+2	1.2	+2	+1	1.3	+1	+1	+2	+1	+2
Sorbus americana	as-h	(+1)	.	+2	1.1	+1	+1	.	(+1)	1.2	+1	1.2	+1	+2
Aralia nudicaulis	h	2.2	+1	+1	1.2	2.2	1.1	+1	1.2	2.2	1.2	.	.	.
Coptis groenlandica	h	.	+1	+2	.	1.2	.	+2	+2	1.3	+2	+2	.	+2
Trientalis borealis	h	+1	+2	.	+2	+1	+1	+1	1.2	1.3	+1	1.3	.	.
Aster macrophyllus	ai-h	1.2	+2	+2	+1	+1	+1	1.3	.	+2	+1	1.2	.	.
Corylus cornuta	ai-h	1.2	.	+2	+1	+1	+1	.	.	.	+1	.	.	.
Lycopodium obscurum	h	.	.	+2	+1	+1	+2	+2	+1	.	1.2	.	.	.
Viola incognita	h	1.2	+2	+2	+2	.	+1	+2	.	.	+2	+1	.	.
Antennaria sp.	h	+1	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.
Osmunda sp.	ai-h	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+1)	.
Solidago macrophylla	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	(+1)	.
MÉSOTROPHES: TREMBLAIE														
Populus tremuloïdes	As-Ai	.	.	.	.	.	1.1	2.2	1.1	3.3	(1.1)	1.1	.	.
	as-h	.	+1	.	.	.	+1	.	.	1.2	.	+1	.	.
Diervilla lonicera	ai-h	.	+1	.	.	.	.	+2	1.2	.	1.2	2.3	+1	+2
Salix discolor	As-h	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+1	2.2	.	+2	1.2
Pteridium aquilinum	ai-h	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	(+1)	.
OLIGOTROPHES: PINÈDE														
Vaccinium myrtilloïdes	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	+1	1.1	+2	1.2	.	1.2
Pinus divaricata	As	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1
OLIGOTROPHES: BLEUETIÈRE														
Vaccinium angustifolium	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.3	+1	1.2	+1	1.2
Kalmia angustifolia	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	+1	+2	+1	+1	+1	2.2
TOURBICOLES														
Viburnum cassinoides	ai-h	.	.	.	+2	.	.	.	.	+1	+1	1.2	+1	1.2
Alnus rugosa	as-h	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1	2.2	+1	+1
Nemopanthus mucronata	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	1.1
Sphagnum sp.	m	.	.	.	+2	.	.	.	.	+2	.	.	.	.
COMPAGNES MÉSO-OLIGOTROPHES														
Pleurozium schreberi	m	+1	.	+1	.	.	+1	1.3	1.3	+2	1.2	1.2	1.3	2.3
Ptilium crista-castrensis	m	.	.	+2	.	.	+1	+2	2.4	+2	1.2	1.2	1.3	2.3
Polytrichum juniperinum	m	.	.	+2	.	.	.	.	+2	+2	+2	+2	+2	1.2
Dicranum polysetum	m	.	+2	+2	.	.	.	+2	1.3	.	1.2	+2	+2	.
Brachythecium oxycladon	m	.	.	+1	+2	+2	+2	+1	+2	1.1	.	.	.	.
COMPAGNES														
Cornus canadensis	h	1.1	+1	1.3	+2	1.2	.	+2	1.2	1.3	+2	2.4	+2	1.3
Maianthemum canadense	h	.	+1	.	+2	1.2	+1	+3	+2	1.3	+2	1.3	.	+1
Drepanocladus uncinatus	m	.	+1	+2	.	+1	.	+2	+2	+1	.	.	.	+2
Linnaea borealis	h	.	.	+1	+2	.	.	+1	+1	1.3	+2	.	+2	+1
Prunus pennsylvanica	ai-h	.	1.2	.	+1	.	.	1.1	.	.	.	+1	+1	+1
Gaultheria hispidula	h	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+2	+2	+1
Hylocomium splendens	m	.	+2	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	+2	+2
Dicranum flagellare	m	.	+2	.	.	.	.	.	+2	1.2	.	.	1.2	.
Tetraphis pellucida	m	.	.	.	+2	1.2	+2	.	.	.	.	.	.	.
Salix humilis	as-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	1.1	.	+1
Amelanchier bartramiana	ai-h	.	.	+1	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	1.1
Cornus stolonifera	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	+1	+2	.	1.2	.	.
Mnium cuspidatum	m	.	1.2	.	.	1.3	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Heterophyllum haldanianum	m	.	.	.	.	1.2	+2	.	.	.	.	.	.	.
Bazzania trilobata	m	.	.	.	+2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Mnium affine	m	+1	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum fuscescens	m	.	.	.	+2	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
Amelanchier spicata	ai-h	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.
Moneses uniflora	h	1.3	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	m	.	.	.	.	.	1.2	+2	.	.	.	.	.	.
Carex sp.	h	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.

En outre dans les relevés: no. 122: Mitella nuda 2.3; Arisaema atrorubens +2; Thalictrum pubescens +2; Epipactis helleborine +1; Circaea alpina +1; Carex trisperma +1; Rhytidadelphus triquetrus 1.2; Carex deweyana +1; Carex brunnescens +2; no. 128: Dicranum montanum +2; Carex arctata +2; no. 120: Trillium undulatum +1; no. 164: Pyrola elliptica 1.3; Goodyera repens +2; no. 165: Epilobium angustifolium +1; Cladonia cristatella +2; Cladonia fimbriata +2; no. 261: Lycopodium annotinum +1; no. 262: Pyrola americana +1; Ledum groenlandicum +2;

lap: loam argileux pierreux; leap: loam sablo-arg

TARLEAU VII : Les groupements rudéraux

ASSOCIATION	AGROSTIO-SOLIDAGETUM															COMPTONIO-VACCINIETUM		
SOUS-ASSOCIATION	AGROSTIETOSUM										VACCINIETOSUM							
VARIANTE																A AGROSTIS ALBA		
no. du relevé	309	312	278	311	282	313	310	280	281	273	276	308	307	74	73	277	71	66
texture de l'horizon B	ls	ls	s	sl	s	-	s	s	sl	s	s	ls	s	s	sl	-	s	sl
recouvrement de la strate (%)	as	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
ai	60	5	15	25	40	20	20	20	20	20	20	30	45	20	20	35	75	95
h	45	15	45	15	20	15	15	45	70	25	40	20	30	85	20	20	30	20
m	1	-	1	15	5	20	15	-	40	15	5	5	90	75	40	25	5	-
RUDÉRALES																		
Solidago canadensis	ai-h	3.3	.	3.3	2.2	2.2	2.3	2.2	1.1	.	2.3	.	+1	+1	1.1	+2	.	.
Solidago graminifolia	ai-h	.	1.2	+1	.	.	+2	.	.	+1	2.2	+1	+2	+1	2.2	+2	.	.
Solidago rugosa	ai-h	.	.	.	.	.	.	2.2	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.
RUDÉRALES																		
Agrostis alba	ai-h	2.4	2.4	+2	1.3	+2	1.3	.	2.5	+2	1.4	+1	+2	+1	1.2	.	+2	+2 +1
Agrostis scabra	h	.	.	.	+1	.	1.3	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.
MESSICOLES																		
Phleum pratense	ai-h	1.2	.	+1	1.3	.	+2	+2	.	+1	+1	+1	.	+1	1.2	.	.	+2
Trifolium hybridum	h	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.
Trifolium repens	h	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium pratense	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.
RUDÉRALES																		
Achillea millefolium	ai-h	+2	+1	+1	1.2	+2	+1	+2	1.3	2.3	1.1	+1	+2	+2	1.3	2.3	+1	+1
Vicia cracca	ai-h	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+2	.	1.2	.	+1	+1	+1	1.2	.	.	.
Prunella vulgaris	h	1.2	.	1.2	.	+1	.	.	.	+1	.	.	+2	+2	.	1.2	+1	.
Chrysanthemum leucanthemum	h	+1	.	+1	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	+1	+2	.
RUDÉRALES																		
Fragaria virginiana	h	+1	.	.	.	.	1.3	.	1.2	1.2	.	.	+2	.	.	.	+2	.
Hieracium aurantiacum	h	.	.	.	1.2	.	.	.	2.3	2.3	.	.	.	.	3.4	1.2	.	.
Hieracium sp.	h	+2	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	+1	+2	.	.	.	1.2	.
Rumex acetosella	h	.	+2	.	+1	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2
Spiraea latifolia	ai-h	.	+1	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.
Rubus idaeus	ai-h	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	.
Ranunculus acris	h	+1	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.
Agropyron repens	ai-h	.	1.4	+1	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
Plantago major	h	+1	.	2.3	.	.	.	.	.	+2	+1	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	h	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	1.1	.	.	.
Danthonia spicata	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	1.5	.
Panicum lanuginosum	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+2	.
Lycopus uniflorus	h	2.3	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erigeron sp.	ai-h	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sisyrinchium angustifolium	h	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus tenuis	h	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonchus arvensis	ai-h	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum arvense	h	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago rugelii	h	.	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria vesca	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
MÉSOTROPHES: SAPINIÈRE																		
Betula papyrifera	as-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	+1	.
Viola incognita	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	.	.	.
MÉSOTROPHES: TREMBLAIE																		
Populus tremuloides	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	2.2	.	+1	.	1.1 2.3
Diervilla lonicera	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	+2	.	.	.	.
Salix discolor	ai	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
OLIGOTROPHES: PINÈDE																		
Pinus divaricata	as-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.1	2.1	+1
Cladonia multiformis	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	.	.	1.2	.
Vaccinium myrtilloides	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1
Pyrola americana	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.
OLIGOTROPHES: BLEUETIÈRE																		
Solidago puberula	ai-h	.	.	.	.	.	.	2.3	2.3	2.3	+2	+2	.	1.2	1.1	+1	2.3	1.2
Vaccinium angustifolium	ai-h	.	.	.	.	(+2)	.	.	.	.	+1	1.2	2.3	1.2	1.2	1.2	2.3	1.1
Vaccinium ang. var. nigrum	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	+1
Kalmia angustifolia	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+1
Comptonia peregrina	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	5.4
OLIGOTROPHES: BLEUETIÈRE-PINÈDE																		
Viola adunca	h	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+1	.	1.2 +2
PYRICOLES																		
Carex umbellata	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	+2
Polytrichum piliferum	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.
Cladonia cristatella	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.
Cladonia verticillata	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.
TOURBICOLES																		
Aronia melanocarpa	ai	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1 2.2
COMPAGNES MÉSO-OLIGOTROPHES																		
Polytrichum juniperinum	m	.	.	+1	+2	.	2.2	.	.	.	+2	+2	1.3	.	4.4	3.4	2.2	+1
Brachythecium oxycladon	m	+2	.	.	+2	1.2	+2	+2	.	3.4	.	1.2	+2	.	+2	.	.	.
Pleurozium schreberi	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	+2	.
COMPAGNES XÉRIQUES																		
Anaphalis margaritacea	ai-h	.	.	.	.	+2	.	.	1.2	.	1.2	.	+2	.	.	.	.	+1
Antennaria canadensis	h	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	2.3	+2	.
COMPAGNES																		
Epilobium angustifolium	ai-h	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	+1	.	.	.	1.1	.	.	1.1 +1
Salix humilis	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	1.1	2.2	1.1	1.1	.	.
Maianthemum canadense	h	.	.	.	.	1.4	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum commune	m	.	.	.	2.3	.	.	.	2.3	.	.	.	.	5.5	.	.	.	.
Bromus ciliatus	ai-h	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+2
Prunus pennsylvanica	ai-h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	2.2 2.2
Cornus canadensis	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	1.3	.	.	.	.	.
Carex sp.	h	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.
Dicranum sp.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.

En outre dans les relevés: no. 310: Rubus pubescens 1.3; no. 276: Viola incognita var. Forbesii 1.2; no. 282: Apocynum androsaemifolium +1; no. 277: Cladonia rangiferina +1; no. 308: Melampyrum lineare +2; no. 71: Oryzopsis pungens +1; no. 277: Alnus rugosa 2.2 et Ledum groenlandicum +2; no. 276: Lycopodium tristachium +2; no. 308: Alnus crispa +2; no. 74: graminée 1.2; no. 307: Salix bebbiana 1.1; no. 278: Drepanocladus uncinatus +1; no. 277: Hierochloa odorata +2; no. 311: Viola pallens +1; no. 276: Carex debilis +2; no. 309: Viola septentrionalis 2.3;

ls: loam sableux; sl: sable loameux; s: sable

VEGETATION AND THE ANIMAL HABITAT ¹

NICHOLAS POLUNIN ²

Geneva, Switzerland

Résumé

L'examen des relations plantes-animaux dans un certain nombre d'écosystèmes de l'hémisphère nord illustre bien le haut degré d'interdépendance et de correspondance spatiale où la végétation engendre et conditionne l'habitat des animaux. La dégradation de ces relations, suite à l'augmentation continue de la population humaine, est discutée en termes de la survivance de l'homme lui-même.

Abstract

Consideration of plant-animal relationships in a number of northern-hemisphere ecosystems illustrates a high degree of interdependence and areal correspondence in which vegetation engenders and conditions animals habitats. The degradation of these relationships as a result of an ever-increasing human population is discussed in terms of Man's own survival.

Introduction and outline

In the vast majority of the world's different ecosystems and biotopes, plants are the main conditioners of the animals' existence, affording not only their basic requirements of food but also shelter and other amenities of life. Very commonly, photosynthetic green plants are the main engenderers of the ever-changing micro-environment, the associated animals and heterotrophic plants etc. being secondary denizens that, however, also have their effects. Although most animals, being mobile, are apt to transcend the boundaries of their largely plant-engendered habitats (or, anyway, ecological niches), the spatial correspondence of the plant and animal populations in a habitat is usually strong and their interdependence as components of an ecosystem is often considerable or even crucial.

In the following paper, this 'biotic sharing' is illustrated principally by examples taken from the north polar regions, from the north-temperate zone, and from the humid and arid tropics. In each instance considered on land, the correlation between the plant and animal communities (and, often, their

¹ Extension of an invitational paper originally presented in French at the symposium entitled "Les sociétés et leurs lois" to celebrate the 150th anniversary of the founding of the Société vaudoise des sciences naturelles (*Mém. Soc. vaud. Sci. nat.*, 15(1), 33-44, 1970).

² Editor of *Biological Conservation* and of *Plant Science Monographs*.

numerical populations) existing in a particular habitat is found to be high, with the autotrophic green plants in the vegetation constituting the primary producers and usually the main biotic components; commonly they are overwhelming in physical dominance and biomass.

The phytotope-zootope correspondence tends to be less close among higher forms of life than among lower ones; it is especially weak when concerned with large mammals and birds and some highly mobile insects, but commonly closer (if often only through the physical factors of the environment) when concerned with other invertebrates and with non-vascular plants. Though the correspondence is generally closer with herbivores than with carnivores, and with parasites than with saprophages, much depends on the scale of system considered.

In fresh waters, a similar close relationship between plant communities and their animal associates commonly obtains – except in the open pelagial and towards and around aphotic bottoms. Such a close relationship is also found in certain intertidal and shallow-water marine habitats, in brackishwater ones, and in the Sargasso Sea. Over most areas of ocean, however, and hence over a preponderance of the surface of the globe, the relationship is different – of ill-defined strata of microscopic phytoplankton near the surface providing the wherewithal of almost all other forms of life down to the deepest depths. Only to such extents does vegetation condition life in the open oceans and deep fresh waters, where it can scarcely be considered as affording special habitats at all widely.

Currently the earth's entire biosphere is becoming increasingly threatened as a result of human population-pressure – but fortunately there seems to be little likelihood of any form of life existing naturally outside it, at least within the limits of the solar system.

Preamble

Even if we cannot agree completely with Charles Darwin that 'in all views plants form the chief embellishment', nevertheless this is widely true on land. To be sure, we may experience the barrenness of alpine glaciers or a scorching desert, we may enjoy the sight of a massive animal migration or deplore the ravages of a cloud of locusts, but in general on land it is chiefly plants that predominate and are readily apparent – at least when we journey away from the more concentrated manifestations of human superdominance. These plants, which collectively in their numerous forms and sizes make up vegetation, when they are green and autotrophic through possession of chlorophyll constitute the great bulk of the world's primary producers. Moreover, besides manufacturing the basic food which they themselves and practically all other living organisms require for body-building and energy, green plants largely engender and condition local environments on earth, affording shelter as they stand and many other prerequisites of life such as lair- and nest-building materials.

Admittedly the primary divisions on the face of the earth tend to be physical, with a massive imposition of climate in so far as life is concerned ; but locally it is commonly autotrophic plants that secondarily modify this physical environment and create conditions not only for other plants (of which many are heterotrophic) but also for animals, all these organisms in turn having their effects on one another and hence on the overall 'community of life' — the 'superorganism' of some authors. Thus arise ecosystems and more local biotopes in ecological niches, of which the living components in particular are in a constant state of change. As ecological succession proceeds, the tendency is for a closer and closer approach to a state of 'dynamic equilibrium' in which the potentialities of the environment become more and more fully utilized by the highest plant life-forms that the area can support and local possibilities for migration will allow. Yet many other denizens occur — including higher animals that find the conditions congenial or at least bearable.

In this engendering of local environments — and hence, incidentally, of habitats for animals — it is chiefly the larger plants that predominate ; but by no means alone, for all other associated forms of life play their parts, as do some physical factors of the micro-environment, both climatic and edaphic, that are changed by the biota and in turn have their effects. This reciprocity of cause and effect is virtually endless and tends to be cumulative in particular directions — until disturbed by human activity, natural catastrophe, or ecological regression. Even where a climax type of vegetation ceases to predominate, some approximation to it will usually 'come back' in time if given the chance.

In view of the above considerations it seems invalid, or at least scientifically unhealthy, to consider the plants — or indeed any other forms of life — in an area as a mere factor of the environment, as if they were static and 'just there'. For nothing is ever really static where life is concerned, and even the physical factors of the environment tend to be changed by its vital manifestations. This is particularly true where the microclimate is concerned, and in the superficial layer of the substratum ; in both these spheres, as everywhere that life exists or has an influence, a constant state of flux obtains, though its intensity may vary greatly with circumstances. One does not need to be any sort of a biologist to recognize this : just compare the plants at different stages of their growth or seasons of the year, or watch the animals feeding and excreting or merely 'running around'. And with such vital changes will come vicissitudes in the light and temperature regimes just above the earth's surface, and alterations in the composition and texture of the soil that lies immediately below. Furthermore, such changes will in turn have their effects on the biota — and so on, the reciprocity being virtually endless. Even the soil is a veritable microcosm of constant activity and perpetual change both in the momentary time-scale and in various longer-term scales and cycles.

Although they are not always noted and appraised, the above points are too well known and widely applicable to require detailed documentation here.

They are implicit in such works as Newbigin's 'Plant and Animal Geography' (1936), Clement & Shelford's 'Bio-Ecology' (1939), Dansereau's 'Biogeography: An Ecological Perspective' (1957), Sukachev & Dylis's 'Fundamentals of Forest Biogeocoenology' (1968, first published in the Russian edition in 1964), and in my own 'Eléments de Géographie botanique' (1967, an adaptation of my 'Introduction to Plant Geography and Some Related Sciences', first published in 1960). Let us accordingly proceed with our main thesis.

Zonal examples on land

Although animals are dependent upon plants for the wherewithal of life, and the plant and animal populations of a habitat tend to be similar in different examples of it and closely coincidental in their spatial boundaries, nevertheless very many animals are apt to transcend the limits of their largely plant-engendered habitats or, anyway, ecological niches. This is mainly because the animals are often highly mobile, with a consequent capability of invading fresh areas — often with far-reaching results (Elton, 1958). Yet the interdependence of the plant and animal components of an ecosystem is commonly very considerable in both directions, the degree of 'biotic sharing' being often very great. Thus we must recognize not only the food and shelter and much else provided by plants, but, on the other hand, the animals' often essential role in such activities as transporting, manuring, and pollinating, plants — not to mention such more mixed blessings as control of grazing and removal of existing vegetation by Man. Consequently it is quite distressing to note the extent to which plant ecologists often overlook the importance of animals — particularly those living on dead organic matter — to the subjects of their study, even as animal ecologists are prone to ignore plants.

This areal correspondence of plants and animals and their degree of biotic sharing are, however, partly a function of the scale of the system under consideration. Along these lines Elton (*in litt.* 25 Nov. 1969) remarks that 'The movements of animals, as distinct from the fairly stable adult stages of plants, give rise to many interchanges, and some of these are on a global scale, e.g. migrant waterfowl . . . and . . . fungal spores etc. Therefore there is a great deal of interchange, and to that extent overlap and lack of coincidence, in plant and animal compositions . . . It is mainly the herbivores that coincide with the plants, partly the parasites, seldom the predators and saprophages, though there are some attachments of some to particular plant groups . . . Animals are poor taxonomists, with the exceptions given above. *Therefore* you can get an animal choosing its plant habitat by structure, which may be convergent structure, or by a size or type of prey, over very wide ranges of species and habitat. The larger the "system" you choose, the greater the general correspondence of vegetation and animal life.' Nevertheless we find a rather general correspondence of animal populations to largely plant-engendered habitats on land which may be illustrated by examples particularly from the arctic, north-tem-

perate, and tropical (humid and arid), zones. This correspondence is far too widespread to treat generally in a single paper, but may with advantage be characterized here for the northern hemisphere.

ARCTIC ZONE

If we take as our example the high-arctic archipelago of Spitsbergen (*ca.* 79°N), we find, as elsewhere widely in the Arctic, special plant communities around the colonial nesting-sites of sea-birds and wildfowl (Summerhayes & Elton, 1923, 1928 ; Polunin, 1935, 1945). In such instances the land plants probably often follow the animals as colonists, whereas in other situations the reverse seems generally to be the case. Certainly the growth of some of the plants – such as *Cochlearia officinalis* s.l., certain grasses including *Alopecurus alpinus*, and many lichens – is markedly favoured by the nesting birds' and visiting predators' and scavengers' manuring etc., while some of the plants are probably introduced by the animals. Yet basically the dependence of the 'bird-cliffs' is on the diatomaceous and other phytoplankton which begins the food-chain in the sea. It is interesting to note that the vegetation in the immediate vicinity of colonial nesting-sites tends to be more luxuriant than in any other terrestrial situation in high-arctic regions, some plants and invertebrate animals being apparently limited locally to such areas (*ibid.*).

Less limited to coastal areas but otherwise restricted in the high-Arctic to situations of unusually favourable topographic and local climatic conditions, are depauperate 'heaths' which probably represent the climax vegetation but in Spitsbergen are rare and of small extent. Typically they are dominated by Arctic Bell-heather (*Cassiope tetragona*) and restricted to sheltered south-facing slopes or depressions that are well (but not too deeply) covered with snow in winter. Although the dominance is apt to be overwhelming, a characteristic array of other vascular plants as well as cryptogams is usually present, while the associated animal populations, though variable, commonly contain species that are not found in less favourable situations in the vicinity (*ibid.*). Because of this strong dominance by a woody plant, the general ecosystem is highly characteristic (though details of course vary locally), while the correspondence of plant and animal populations in it appears to be high – at least to the extent that the same elements will turn up again and again in a series of separate examples, but be lacking in areas lying between.

As our third and last general ecosystem to consider in Spitsbergen, let us take the fellfield or 'fjaeldmark' one which is widely distributed in situations varying from near sea-level to high in the mountains. Typically the surface is unstable, of frost-shattered detrital or morainic material including much finer 'soil', and usually it supports only scattered individuals belonging to fairly numerous species of 'open soil' and other small herbaceous plants. These 'pioneers' grow in mixed communities and, even collectively, cover only a

fraction of the surface. However, *Saxifraga oppositifolia*, *S. caespitosa*, *Papaver radicatum* s.l., and *Cerastium alpinum* are often plentiful, although, as at comparable latitudes in Arctic Canada (cf. Polunin, 1948), no true dominance seems to be exercised in such fellfields or in the still poorer 'barrens' that characterize the most exposed positions. The only (somewhat) woody plants are very occasional small patches of the diminutive Polar Willow (*Salix polaris*) or tufts of Mountain Avens (*Dryas octopetala*) in some of the most favourable situations, though few plants rise more than about 10 cm above the surface of the ground. Cryptogams are usually little in evidence, though some poorly-grown lichens and a few mosses commonly occur. The animal communities tend to vary in complexity and density with the relative luxuriance of the vegetation; thus the local Reindeer (*Rangifer spitsbergensis*) exerts some influence on the more succulent plants, as do its counterpart and some other large mammals in high-arctic Canada, while Snow Buntings (*Plectrophenax nivalis nivalis*) seem to be almost universally present in the less barren fellfields on both sides of the Atlantic (Summerhayes & Elton, 1923, 1928; Polunin, 1948). However, these and the other local birds occur also in other habitats – as do most of the spiders, mites, springtails, dipteroid flies, and other invertebrate animals, that are characteristic of the 'better' areas of fellfield in Spitsbergen. Nevertheless there is, here again, fairly close correspondence between the plant and animal populations, conditions for the latter being to some extent engendered locally by the former.

NORTH-TEMPERATE ZONE

For our examples in the north-temperate zone let us refer particularly to the account by Elton (1966) which was centred on intensive and protracted studies of Wytham Woods and Hill in south-central England. Starting with deciduous forest as 'the supreme development of Nature on land', characteristic trees in it locally are Pedunculate Oak (*Quercus robur*), Ash (*Fraxinus excelsior*), Sycamore (*Acer pseudoplatanus*), Beech (*Fagus sylvatica*), and English Elm (*Ulmus procera*), each having its associated animal population which, however, usually overlaps with at least some of the others. As an extreme example, no fewer than 227 species of animals have been noted as specially associated with, but not all confined to, the two species of *Quercus* (the other being the Sessile Oak, *Q. petraea*) that are native in the British Isles (Jones, 1959). Of these, 50 are makers or subsidiary eaters of galls, while another 12 live on the bark or fruit. Of the remaining 165 species, that are dependent on the leaves and twigs, more than half occur in Wytham Woods (Elton, 1966). We might add for Wytham 51 species of polyphagous moths and also other polyphagous insects, of which some can be especially abundant on oaks (ibid.), before concluding that there is here a very close correspondence between plant and animal communities – for even the associated lower woody plants and herbs on the 'forest floor' are apt to have their special animal associates, while the soil microcosm also varies widely with the immediate plant cover.

The heaths of the temperate regions are of course infinitely more luxuriant and populous than those of the high-Arctic. Commonly they are dominated by *Calluna vulgaris* and/or species of *Erica* but support at least some members of a characteristic range of associated forbs (such as *Potentilla erecta*), grasses (such as *Deschampsia flexuosa*), and cryptogams (especially mosses and lichens). The visible, above-ground animal population of an example of 'typical Callunetum' in southern England was observed by O.W. Richards (1926) to include '104 species of animals that could be named', although 'Not all the species were permanent inhabitants of the heather', while additionally 'on the old-established thicker heather there were 33 species of animals not found in the earlier stages of heath' (Elton, 1966). Although such communities seem poor when compared with those of many other local ecosystems, they are nevertheless characteristic and show a close degree of correspondence between their plant and animal components. In the words of O.W. Richards (1926), 'The animal community associated with *Calluna* is a very definite one, and seems to be mainly controlled by the plant rather than by any special edaphic or physiological conditions. Thus the fauna of *Calluna* in woods, in damp places, and in dry, burnt or unburnt areas, is very similar, particularly as regards the most abundant species.'

Whereas in the Arctic (as on high mountains to the south) the fellfield vegetation remains sparse in the face of geodynamic activity superimposed on exposure to an extremely rigorous climate, in the temperate regions, apart from limited unstable areas of cliffs and dunes etc., it is rather disturbance by Man and/or other animals that leads to 'open ground'. Yet in both instances competition between plant denizens is minimal – at least until the master-factor is removed and succession can proceed. Observations of 'open ground' situations on Wytham Hill indicated a wide range of types based on different substrata and other circumstances, yet a close correlation of their often considerable animal population with the plants, leading to the conclusion that 'the species composition is characteristic' (Elton, 1966). Where the succession had proceeded to an almost pure dense stand of Heath False-bromegrass (*Brachypodium pinnatum*), though 'this species carries extremely few kinds of herbivorous insects on its stems and foliage', nevertheless 'It can hardly be doubted that the actual total number of [animal] species on or visiting this area of 100 square metres of meadow dominated by a single kind of plant was over 400' (ibid.). This was admittedly situated in a larger area exhibiting 'a remarkable wealth of species living in the ground zone of litter and tussocks and in the topsoil', but again demonstrates the generally close correspondence of animal populations with vegetation types. Included are mammals such as the vole *Microtus agrestis* which may have a profound effect on the plant life (ibid.), as Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) had until they were almost exterminated by myxomatosis. Morris (1969) and others have recently elucidated the extremely close relationship that frequently obtains on chalk grassland between

the micro-local invertebrate animal populations and the vegetation or even specific elements of the flora.

TROPICAL ZONE

Rain forests in the tropical zone not only constitute the most luxuriant of all land vegetation but are also highly, and probably at least proportionally, prolific in animal life. Their floristic and physiognomic complexity and variability are far too great to allow effective description in a short paper, even the impressive volume of P.W. Richards (1952) being in many ways little more than skeletal, and largely ignoring the effects and even the presence of animals other than Man. Outstanding features of these forests include the loftiness of the tallest trees (which usually form an irregular stratum from 30 to 45 metres in height), the presence of commonly two or three ill-defined lower tree strata (but in dense cases little in the way of ground vegetation except where large trees have fallen), and the extraordinary mixture of numerous co-dominant and sub-dominant tree species (so that it is unusual to find two mature specimens of the same tree species standing side by side). Often, microclimates differing widely in light, humidity, and even in temperature, occur at different levels, with corresponding differences in the epiphytic and other floras and associated faunas. For 'the fauna of the tropical rain-forest is affected greatly by the astonishing number of plant species present' (Cloudsley-Thompson, 1969), while 'the same area of forest can shelter two quite different faunas, that of the tree-tops and that of the undergrowth' (P. W. Richards, 1952). Actually, a vertical series of strata are presented for animal occupancy, whose denizens often transgress little from one horizontal stratum even to the next. Because of this, of the nocturnal habits of types which hide by day, and of the dense tangle of vegetation and consequent sombreness, many even of the larger animals are little seen – except in clearings and forest margins where animal 'life becomes astonishingly abundant' (Allee & Schmidt, 1962). These authors, and Mertens (1948), give vivid accounts of the extraordinary variety and abundance of animal life in tropical rain-forests, which is probably also unparalleled in the inclusion of whole groups and even life-forms that are rarely if ever found elsewhere. Altogether it seems clear that in tropical rain-forests there is commonly a very close correlation between the general floristic and faunistic components of particular ecosystems and even biotopes, the plant growth practically creating the animals' habitats. A large proportion of the animals may, however, be 'poor taxonomists' in making do with plants of similar life-form rather than insisting on their taxonomic identity.

Entirely different in almost all respects are the other tropical type which we shall consider – the arid deserts. Here the vegetation, except in the most favourable depressions, tends to be very sparse, and scarcely capable of creating much in the way of animal habitats. Nor do the ephemeral herbs that rapidly complete their life-cycle after rain, the wiry grasses, the prickly shrubs,

or the succulents etc. that often contain poisonous or irritant latex, help much in this respect (Polunin, 1967). Yet rather numerous animals do exist even in true deserts in tropical regions, and, being dependent either directly or indirectly on the generally sparse plant life, are closely correlated with it. Thus in depressions with improved water conditions, and hence with more plentiful vegetation, there may be a striking contrast in the concentration of animals : as Allee & Schmidt (1962) somewhat poetically remark, 'Every bush, every briar, is an oasis in itself, full of specialized forms of animal life . . . With conditions close to the limits of existence, a few advantages are decisive.' Somewhat comparable relationships may obtain on mountains in the tropics (Coe, 1967). The animal denizens of tropical deserts are mainly Arthropoda, snails, and a wide range of Vertebrata including various reptiles, birds, and mammals which are commonly small in size and pale in colour compared with their counterparts elsewhere (Allee & Schmidt, 1962 ; Cloudsley-Thompson, 1969).

Thus we see, over and over again, that there is a very close correlation between the plant and animal components of different examples of particular terrestrial ecosystems and biotopes, the autotrophic green plants generally dominating both ecologically and in their actual biomass, and hence largely conditioning the local habitat. The correlation seems to be axiomatic rather than a definable 'law of Nature', the relationship of animals to plants having to be close if only because of their dependence on them. On the other hand, with the usually intense competition between closely related species of both animals and plants, there is a strong tendency for each genus present to be represented by only a single species in a particular habitat or ecological niche, and by different ecotypes in different ones (Elton, 1946).

In general, the phytotope-zootope areal correspondence tends to be less close with higher forms of life, both plant and animal, than with lower ones, being especially weak when concerned with large mammals and birds, and some insects, which are not only able to, but frequently of choice do, run or fly considerable distances. Thus if the approximate percentage frequency of each of the 14 commonest large herbivores and 4 large predators among the mammals of northeastern Tanganyika are plotted for three degrees of vegetation-cover density, none is confined to any one of such 'habitats', while 10 of the 18 species occur in all three of them (Lamprey, 1963). The relationship is often much weaker still with animals that fly strongly ; on the other hand it is commonly quite close when involving non-flying invertebrate animals and non-vascular plants, as is shown by the results of numerous observations practically throughout the world — even though the basis of the association may be some physical factor or factors of the environment rather than plant-engendered.

INTERMEDIATE ZONES OF THE NORTHERN HEMISPHERE

We may with advantage quite superficially 'fill in' the other main zones of the northern hemisphere by noting that the boreal zone, lying between the

treeless Arctic and the far more genial north-temperate zone, is characterized by its vast coniferous forests in which the usually dominant species of *Picea* (Spruce), *Abies* (Fir), *Pinus* (Pine), or *Larix* (Larch), may be intermixed with, or sometimes locally replaced by, species of *Betula* (Birch) or *Populus* (Poplar, Aspen, Cottonwood). Tall Willows (*Salix* spp.) and Alders (*Alnus* spp.) may also be plentiful, particularly in damp situations where mosses form a characteristic carpet. Herbs are usually little in evidence, the normal ground-vegetation being heathy, including various species of Blueberry, etc. (*Vaccinium*), Labrador-tea (*Ledum*), and the Crowberry (*Empetrum nigrum* s.l.). However, dwarf Willows, ferns, and occasional grasses, may grow in the lichen-rich ground-carpet; especially in open areas. The similarities of general type in the circumboreal belt are indicated for example in such a range of works as those of Lavrenko & Sochava (1956), Rousseau (1952), and Polunin (1936). The fauna likewise tends to be characteristic and of close correspondence, especially where substantial ecosystems rather than narrow biotopes are considered, though many of the animals range into the broad-leafed deciduous forests to the south (Allee & Schmidt, 1962).

Between the north-temperate zone and the tropics lies the northern warm-temperate to subtropical region which, in various sectors of the globe, is characterized by conditions that range from humid to arid and include large areas of Mediterranean type. The vegetation ranges from luxuriant evergreen forest to scrub, grassland, and desert, and the fauna in general corresponds closely to it as elsewhere.

In the southern hemisphere there is a tendency to repeat the northern-hemisphere progression of ecosystem types in reverse as we go south, but only in broad outline. As the South Pole is approached, conditions on land tend to become so adverse that relatively few forms of life persist, even in latitudes which in the North are quite well populated by both plants and animals, while the coastal colonies of nesting penguins, virtually without accompanying vegetation, are a sea-based phenomenon that compares unfavourably with the northern bird-cliffs as an example of biotic correspondence (Holdgate, 1970; Polunin, in press).

In fresh and salt waters

Whereas generally on land, in the words of Newbigin (1936), the habitat for animals 'is defined not by the physical factors themselves but by their expression in the plant communities present', this is less widely true in aquatic ecosystems. Thus although in shallow fresh waters both still and running, or where there is (macroscopic free-floating) pleuston, etc. there is apt to be sufficient 'higher' plant growth to condition the local environment, engendering a relationship with associated animal populations of much the same nature as we have seen obtains almost universally on land, in the open pelagial of large lakes and towards and around aphotic bottoms a very different situation prevails.

For in both these latter circumstances there is, apart from any contributions from chemosynthetic Bacteria, ultimate dependence on more or less microscopic planktonic Algae at the beginning of the often complicated food-chain (Welch, 1952). This phytoplankton extends downwards in commonly ill-defined strata as deeply as light-conditions allow, with associated heterotrophic organisms (including fishes and other large animals), while below the dysphotic zone heterotrophic organisms continue to the deepest depths, where specialized Bacteria (and apparently some lowly animals) can exist even in the virtual absence of oxygen.

Comparable relationships obtain in the salt seas and oceans. Thus in the often well-defined tidal and other belts around their margins, in their luxuriant shallow-water algal or phanerogamic 'beds' dominated by such types as *Laminaria* and *Zostera*, and in the special circumstances engendered by the free-floating Algae of the Sargasso Sea, plants may largely define the animals' habitats — at least as regards shelter (Just, 1959). But in the open pelagic realm of marine waters that occupies some 70 per cent of the surface of the globe, the situation is very different in most respects, though the ultimate dependence of animals on autotrophic plants still obtains, being indeed universal. As in fresh waters, the phytoplankton which forms the basis of the often complicated food-chains extends downwards in ill-defined strata as deeply as light allows (Hardy, 1956), associated or other animals being found to the deepest depths. Even about the aphotic bottoms of the abyssal, with its practically unchanging physical conditions, there exists a flora of saprophytes, parasites, and chemosynthetic organisms, that form vegetation of a sort. It is composed mainly of Bacteria and, with the 'rain' of dead bodies and organic materials sinking from above, supports a very considerable fauna even at depths of several kilometres (Sverdrup *et al.*, 1942). Only to such extents does vegetation condition life in the open oceans, where it can scarcely be said to provide special habitats — except, to some degree, on their bottoms.

Biosphere degradation

There can be no serious question that human population pressure, with its concomitants of pollution and degradation of ecosystems and loss of desirable habitats, presents mankind and Nature with the greatest threats they have ever faced. With an expected doubling by soon after the end of this century of the current nearly four thousand million individuals of the world's most numerous and dominating large species, misnamed *Homo sapiens*, more and more ecological equilibria that have been built up through geological ages will inevitably be drastically disturbed or even destroyed. Man's and Nature's environment is becoming grossly degraded, the very biosphere is threatened, and the life to which we are accustomed is changing so widely that, altogether, the problem may soon become one of sheer survival. For in spite of the need to maintain biological productivity as the basis of life, and to increase production of his

own foods, Man is adding a fresh complex of depressive catastrophes to those of drastic climatic or seismic or other 'natural' change, and it is to the impact of his doings and the countering of their ill-effects that we should now turn our active attention. Many of these ill-effects are avoidable, being due to mere ignorance, apathy, or avarice ; and some at least, if not avoided, will surely lead to appalling ecodisasters or one final ecocatastrophe.

At present Man seems bent on destroying important features of the biosphere and, with them, not only the habitats of many plants and animals but also, quite conceivably, himself (Dorst, 1969 ; Huxley, 1969). Every now and then, some local disaster – such as the Torrey Canyon oil-spill of the great Rhine fish-kill – awakens us ; but still the insidious and sometimes global changes are allowed to continue. One need only think of the widespread desecration of vegetation, of the effects of atmospheric pollution both gaseous and particulate, of the accelerated disappearance of rare species and genetic material, and of the often drastic disturbance of marine and freshwater ecosystems *inter alia* by pesticides and chemical fertilizers (not to mention mercury), to have grave doubts about our world's future. For one cannot see much hope in the long run unless vegetation, whether natural or of man-controlled crops etc., continues to fashion most animals' habitats, produce plentiful food, and universally return oxygen to the atmosphere. Yet Man's activities are now widely contrary to these three vital needs, besides running counter to others : he is not only changing Nature but also some of her basic functioning and very laws.

In time there will obviously have to be limitation of human population – it is to be hoped through political enlightenment and medical intervention rather than the traditional ways of strife, pestilence, and above all famine. (It is computed that if the human population of the world continued to increase at its present rate for another 3,000 years, the total human biomass would equal the physical mass of the globe !) Meanwhile, in view of the notorious ease of pollution and the virtual impossibility at present of maintaining full and effective quarantine in the face of the axiomatic association of organisms exemplified earlier, it should be a matter of relief that it now seems unlikely that any form of life exists in the solar system outside the world's biosphere – apart from examples sent by Man from Earth and maintained only artificially and temporarily.

References

- ALLEE, W.C. and K.P. SCHMIDT, 1962. Ecological Animal Geography (Second Edition, Second Printing). John Wiley, New York & London, 715 p.
- CLEMENTS, F.E. and V.E. SHELFORD, 1939. Bio-Ecology. John Wiley, New York, and Chapman & Hall, London, 425 p.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L., 1969. The Zoology of Tropical Africa. Weidenfeld & Nicholson, London, 355 p.

- COE, M.J., 1967. The Ecology of the Alpine Zone of Mount Kenya (Monographiae Biologicae XVII). Junk, The Hague, 136 p.
- DANSEREAU, P., 1957. Biogeography : An Ecological Perspective. Ronald Press, New York, 394 p.
- DORST, J., 1969. Avant que Nature meure, 2nd edn. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel (Switzerland), 538 p.
- ELTON, C.S., 1946. Competition and structure of ecological communities. *J. Anim. Ecol.*, **15**: 56-68.
- ELTON, C.S., 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Methuen, London, 181 p.
- ELTON, C.S., 1966. The Pattern of Animal Communities. Methuen, London, & John Wiley, New York, 632 p.
- HARDY, A.C., 1956. The Open Sea. Its Natural History: The World of Plankton. Collins, London, 335 p.
- HOLDGATE, M.W., 1970. Antarctic Ecology. Academic Press, London & New York, **1**, 604 p. **2**, 605-998 p.
- HUXLEY, J. S., 1969. Wildlife in danger. *Biol. Conserv.*, **1** (4): 276-278.
- JONES, E. W., 1959. Biological Flora of the British Isles. *Quercus* L. *J. Ecol.*, **47**: 169-222.
- JUST, T., (Ed.), 1959. Plant and Animal Communities (Proceedings of a conference so-styled, with contributions by H. S. Conard, G. E. MacGinitie, F. E. Eggleton, J. R. Carpenter, H. A. Gleason, T. Lippmaa, S. A. Cain, A. E. Emerson, N. Tibergen, & T. Park). *Am. Midl. Nat.*, **21**: 1-255.
- LAMPREY, H. F., 1963. Ecological separation of the large mammal species in the Tarangire Game Reserve, Tanganyika. *J. East Afr. Wildl.*, **1**: 65-92.
- LAVRENKO, F. M. and V. B. SOCHAVA, (Eds.), 1956. Descriptio Vegetationis URSS: ad 'URSS tabulam geobotanicam' m. 1 : 4,000,000, annotationes. — in Russian. Institutum botanicum nomine V. L. Komarovii, Akademia Nauk SSSR, Moscow-Leningrad: **1**, pp. 1-460, **II**, pp. 461-971.
- MERTENS, R., 1948. Die Tierwelt des tropischen Regenwaldes. Kramer, Frankfurt am Main, 144 p.
- MORRIS, M. G., 1969. Populations of invertebrate animals and the management of chalk grasslands in Britain. *Biol. Conserv.*, **1**(3) : 225-31.
- NEWBIGIN, M. L., 1936. *Plant and Animal Geography*. Methuen, London, 298 p.
- POLUNIN, N., 1935. The vegetation of Akpatok Island : Part II. *J. Ecol.*, **25**: 161-209.
- POLUNIN, N., 1936. Plant succession in Norwegian Lapland. *J. Ecol.*, **24**: 372-91.
- POLUNIN, N., 1945. Plant life in Kongsfjord, West Spitsbergen. *J. Ecol.*, **33**: 82-108.
- POLUNIN, N., 1948. Botany of the Canadian Eastern Arctic. Part III, Vegetation and ecology. *Bull. Natn. Mus. Canada*, no. 104, 304 p.
- POLUNIN, N., 1967. *Éléments de Géographie botanique*. Gauthier-Villars, Paris, 552 p. (adapted from the author's English Introduction to Plant Geography and Some Related Sciences, first published by Longman, London, and McGraw-Hill, New York, in 1960).
- POLUNIN, N., (in press). Polar biomes. *Encyclopaedia Britannica*.
- RICHARDS, O. W., 1926. Studies on the ecology of English heaths. III, Animal communities of the felling and burn successions at Oxshott Heath, Surrey. *J. Ecol.*, **14**: 244-51.
- RICHARDS, P. W., 1952. The Tropical Rain Forest : An Ecological Study. University Press, Cambridge, 450 p.

- ROUSSEAU, J., 1952. Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'hémiarctique. *Can. J. Bot.*, **30**(4): 436-74.
- SUKACHEV, V. and N. DYLLIS, 1968. Fundamentals of Forest Biogeocoenology (Transl. J. M. MacLennan from the Russian edition published in 1964). Oliver & Boyd, Edinburgh & London, 672 p.
- SUMMERHAYES, V. S. and C. S. ELTON, 1923. Contributions to the ecology of Spitsbergen and Bear Island. *J. Ecol.*, **11**: 214-86.
- SUMMERHAYES, V. S. and C. S. ELTON, 1928. Further contributions to the ecology of Spitsbergen. *J. Ecol.*, **16**: 195-268.
- SVERDRUP, H. U., M. W. JOHNSON and R. H. FLEMING, 1942. The Oceans: Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall, New York, 1087 p.
- WELCH, P.S., 1952. Limnology, 2nd edn. McGraw-Hill, New York-Toronto-London, 538 p.

UNE CLASSIFICATION DE LA FLORE SYNANTHROPIQUE DU QUÉBEC ET DE L'ONTARIO I. CARACTÈRES GÉNÉRAUX ¹

CAMILLE ROUSSEAU

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Les espèces indigènes sont subdivisées en *intrapophytes* et *extrapophytes*. Toutes nos plantes introduites appartiennent à l'une ou (et) l'autre des catégories suivantes: *holoagriophytes*, *hémiagriophytes*, *époécophytes* et *éphémérophytes*. À l'exception d'une subdivision de la catégorie des *apophytes*, nous nous en sommes tenus à la classification proposée par Kornás (1968).

Abstract

Indigenous species have been subdivided into *intrapophytes* and *extrapophytes*. All plants mentioned belong to one or more of the following categories: *holoagriophytes*, *hemiagriophytes*, *epoecophytes* and *ephemerophytes*. With the exception of one subdivision of the *apophytes* category, the classification proposed by Kornás (1968) has been adhered to.

Introduction

Une espèce synanthropique peut être définie comme une plante qui suit l'homme ou les activités humaines. La plupart d'entre elles ont été introduites intentionnellement ou non depuis le début du dix-septième siècle et elles sont arrivées sur le territoire couvert par le présent travail, de l'une ou l'autre des façons suivantes.

Premièrement, comme impureté dans les semences de Graminées et de Légumineuses. Ce transport s'est effectué depuis le temps des premiers colons jusqu'à nos jours. Deuxièmement, des plantes ont été apportées d'Europe par ces gens pour nourrir les animaux domestiques et sans le vouloir, ils ont introduit un grand nombre d'espèces indésirables. Troisièmement, on a importé des plantes ornementales et comme on leur a permis de s'échapper des jardins, certaines ont pris des propensions qui devinrent très rapidement incontrôlables. Quatrièmement, les ballasts de bateaux et de chemins de fer doivent aussi être tenus responsables de la venue d'une certaine quantité d'indésirables. Cinquièmement, les moulins de laine et les manufactures de toutes sortes ont apporté leur contribution pour grossir le nombre des adventices. Sixièmement, le déboi-

¹ Contribution no 103, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

sement a immédiatement favorisé le déplacement vers nos régions d'espèces indigènes plus au sud-ouest.

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

Les diverses catégories

Voici la définition des principales catégories qui constituent cette classification ; à l'exception d'une subdivision de la catégorie *apophytes*, nous nous en sommes tenus à la classification proposée par Kornás (1968) pour les plantes de la Pologne.

A- Espèces synanthropiques indigènes.	<i>Apophytes</i>
a) Espèces qui demeurent à l'intérieur de leur aire normale de distribution.	<i>Intrapophytes</i>
b) Espèces qui excèdent leur aire normale de distribution	<i>Extrapophytes</i>
B- Espèces synanthropiques d'origine étrangère, intentionnellement ou non intentionnellement introduites	<i>Anthropophytes</i>
I- Espèces qui sont arrivées ici avant le dix-septième siècle	<i>Archéophytes</i>
II- Espèces qui ont été introduites à partir du dix-septième siècle	<i>Chénophytes</i>
1- Espèces qui sont maintenant intégrées dans une communauté végétale naturelle ou semi-naturelle.	<i>Agriophytes</i>
a) Établies dans des habitats naturels comme la forêt, les cours d'eau, les rochers, les marécages, les tourbières, les dunes de sable	<i>Holoagriophytes</i>
b) Établies dans des jardins abandonnés et/ou des communautés végétales semi-naturelles comme les prairies, les pâturages, les fossés, les rivages bouleversés par l'homme, les clairières, les lisières de forêts	<i>Hémiagriophytes</i>
2- Espèces qui se sont établies seulement dans les endroits rudéraux et/ou les champs cultivés	<i>Épécophytes</i>
3- Espèces temporairement introduites et qui ne persistent pas	<i>Éphémérophytes</i>

Les Amérindiens ont joué un rôle dans l'introduction de quelques plantes que nous incluons dans le groupe des archéophytes ; comme leur nombre est très limité, nous n'en tenons pas compte dans la présente étude.

Nos recherches nous permettent d'affirmer que la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario compte pas moins de 936 espèces ; de celles-ci, 196 ont été trouvées exclusivement en Ontario et 75, exclusivement au Québec ; nous pouvons donc conclure que 665 taxons sont communs aux deux provinces. La seconde partie de ce travail comportera la liste détaillée de toutes les espèces appartenant à cette flore.

TABLEAU I

Synopsis de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario
selon les catégories synanthropiques

Intrapophytes:	51	(5.5%)
Extrapophytes:	69	(7.4%)
Holoagriophytes:	12.5 ²	(1.4%)
Hémiagriophytes:	224.5	(24.2%)
Époécophytes:	285.5	(30.8%)
Éphémérophytes:	284.5	(30.7%)
	927 ³	(100 %)

Un sommaire des quatre dernières catégories démontre que 87% de notre flore synanthropique est d'origine étrangère. Nous discuterons maintenant de l'importance relative de ces quatre catégories au moyen des deux prochains tableaux.

Conclusion

À partir de ces deux tableaux, nous pouvons apporter les conclusions suivantes.

1. Parmi les espèces d'origine étrangère, 45.1% ont été volontairement introduites alors que 54.9% sont le résultat d'une introduction fortuite.

2. Les Holoagriophytes ne constituent que 1.5% de nos espèces introduites et cela provient du fait que le climax de notre région correspond à un épais couvert forestier alors que les espèces synanthropiques sont presque toutes héliophiles.

² Lorsqu'une plante appartient à deux catégories, nous avons donné une valeur de 0.5 à chacune.

³ Il existe un écart de neuf espèces entre la compilation de nos trois tableaux (927) et notre liste floristique (936) ; nous avons entre autres ajouté à cette dernière, quatre taxons récoltés au Québec en 1970 et quatre autres entités que Boivin (*in litt.*) nous a signalées pour l'Ontario.

3. Plus des deux tiers de toutes les Héliagriophytes (27.8%) ont été intentionnellement introduites ; la plupart de ces plantes sont en effet des échappées de culture, herbacées ou ligneuses. L'autre tiers comprend un grand nombre d'espèces qui se sont établies le long de cours d'eau ou dans des clairières forestières.

TABLEAU II
La catégorie synanthropique selon le continent d'origine

Continent d'origine	Holoagriophyte		Héliagriophyte		Époécophyte		Éphémérophyte		Total	%
	y	z	y	z	y	z	y	z		
Europe	4.5	3.5	62.0	33.0	24.0	97.5	59.5	74.0	358.0	44.4
Eurasie	2.0	2.5	52.5	21.5	34.0	84.0	28.5	31.0	256.0	31.8
Asie	-	-	27.5	-	4.0	2.5	14.5	6.5	55.0	6.8
Amérique du Nord	-	-	14.5	11.0	4.0	28.5	14.5	30.5	103.0	12.7
Amérique centrale	-	-	0.5	-	0.5	6.5	8.0	7.5	23.0	2.8
Amérique du Sud	-	-	1.0	-	-	-	6.0	2.0	9.0	1.1
Afrique	-	-	-	1.0	-	-	2.0	-	3.0	0.3
Total	6.5	6.0	158.0	66.5	66.5	219.0	133.0	151.5	807.0	
%	0.8	0.7	19.6	8.2	8.2	27.2	16.5	18.8		100%

y : Intentionnellement introduit : 45.1%

z : Non intentionnellement introduit : 54.9%

TABLEAU III
La catégorie synanthropique selon le siècle d'introduction

Siècle d'introduction	Holoagriophyte		Héliagriophyte		Époécophyte		Éphémérophyte		Total	%
	y	z	y	z	y	z	y	z		
XVII + XVIII	1.5	0.5	10.0	11.0	12.5	62.0	13.0	2.5	113.0	14.0
XIX	3.5	3.0	61.5	17.5	34.0	90.5	50.0	63.0	323.0	40.0
XX	1.5	2.5	86.5	38.0	20.0	66.5	70.0	86.0	371.0	46.0
Total	6.5	6.0	158.0	66.5	66.5	219.0	133.0	151.5	807.0	
%	0.8	0.7	19.6	8.2	8.2	27.2	16.5	18.8		100%

4. Ce que nous appelons mauvaises herbes ne représente qu'environ le tiers (Épocophytes : 35.4%) de tous les taxons introduits ; comme prévu, plus des deux tiers de ceux-ci n'ont pas été sciemment introduits.

5. Un tiers (Éphémérophytes : 35.3%) de toutes nos espèces d'origine étrangère ne persistent pas sous nos latitudes et cela dépend de divers facteurs écologiques.

6. Approximativement les quatre cinquièmes (83%) de nos espèces introduites sont indigènes en Europe et en Asie alors que 12.7% nous viennent de l'Ouest canadien, des États-Unis ou du Mexique. L'apport des autres continents représente une fraction fort peu importante de notre flore.

7. Un peu plus de la moitié (54.0%) de nos espèces introduites ont été trouvées par des botanistes avant le vingtième siècle ; parmi les 46.0% qui ont été récoltées ou signalées au cours de présent siècle, nous présumons qu'un grand nombre d'entre elles étaient déjà présentes ici mais que le très petit nombre de botanistes a fait en sorte qu'elles n'ont pu être décelées auparavant.

8. La plupart de nos mauvaises herbes (Épocophytes) ont été trouvées avant le vingtième siècle ; cela nous amène à conclure que les plantes présentement très nuisibles aux cultures devaient en grande majorité être les mêmes que connurent nos ancêtres du siècle dernier. La compétition exercée par ces espèces contribue certes à diminuer l'espace qui demeure disponible pour de nouvelles introductions.

9. Le nombre des plantes échappées de culture (Hémiagriophytes y et Éphémérophytes y) est plus considérable au cours du présent siècle que dans les trois siècles qui ont précédé ; ce phénomène nous semble tout à fait normal puisque la majorité de celles-ci ont été introduites pour l'ornementation. Des facteurs socio-économiques nous paraissent cependant entrer en ligne de compte mais il ne nous appartient pas de les discuter dans le présent travail.

10. Nous notons qu'au cours du vingtième siècle, il y a une nette augmentation des plantes éphémérophytes non désirables ; nous expliquons cette constatation par la plus grande facilité des moyens de communications.

Dans ce court article, nous avons voulu insister davantage sur l'histoire de notre flore introduite ; cet aspect est malheureusement fort négligé autant par les botanistes que par les historiens et nous sommes d'avis qu'il serait intéressant d'entreprendre des recherches dans ce domaine. Nous croyons que la classification proposée ici pourrait peut-être servir aux écologistes qui oeuvrent dans les milieux perturbés par l'homme et plus particulièrement, dans les endroits rudéraux.

Référence

- KORNAŚ, J., 1968. Synanthropizacja szaty roślinnej I. Neofityzm i apofityzm w szacie roślinnej Polski. (Synanthropic flora I. Neophytism and apophytism in the flora of Poland). *Materialy zakładu fitosocjologii stosowanej U.W.*, 25 : 33-41.

CO-ORDINATED STUDIES OF PARASITIC FUNGI AND FLOWERING PLANTS ¹

D. B. O. SAVILE

Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa

Résumé

À partir de notions sur la succession phylogénétique des rouilles (Uredinales) et de certains autres parasites, et sur l'évolution parallèle de ces parasites et de leurs hôtes, l'auteur tente de dégager certains éléments qui peuvent aider à mieux retracer l'évolution des plantes supérieures. À cette fin, il considère les rouilles des genres *Allium*, *Filipendula*, *Acorus*, *Pedicularis*, de la tribu des Chélonées, des familles des Joncacées, Cypéracées, Poacées, Saxifragacées, et l'âge relatif de quelques dicotylédones ligneuses et herbacées.

Abstract

After reviewing evolutionary sequences in the rust fungi (Uredinales) and co-evolution of the rusts and their hosts, the following topics are discussed in the context of the rusts and occasionally other parasites: Relationship of *Allium*; age and relationship of Juncaceae, Cyperaceae and Poaceae; relative ages of some woody and herbaceous dicotyledons; relationship of *Filipendula*; relationship of *Acorus*; evolution of Saxifragaceae; evolution of Cheloneae and North American *Pedicularis*.

Introduction

Use of data from the rust fungi (Uredinales) or other parasites can assist studies of the flowering plants in several ways : indicating degree of relationship ; indicating relative age ; providing clues to ancestral ecology ; and tracing evolutionary and biogeographic sequences. A mycological study generally offers information on two or more of these topics. Rather than using these topics as subjects headings, it is thus more practical to consider several groups of flowering plants and see what help we may secure from their parasite relationships. First, however, we must briefly review the evolution and relationships of the rusts, and discuss the co-evolution of the rusts and their hosts.

Evolution and Relationships of the Rust Fungi

Comparative morphology, both of the various sori and of the individual spores, allows us to arrange the rusts very roughly in a connected series. We

¹ Contribution No. 813, Plant Research Institute.

can safely state that the rusts that alternate between ferns and Abietineae are, in general, more primitive than those of the flowering plants. Thus we may orient our rust series, without the risk of circular reasoning, and sketch out a very incomplete phylogenetic arrangement (Savile, 1955). Despite its incompleteness, this firmly based arrangement allows us to draw some conclusions concerning the relative ages or relationships of some groups of plants.

The most primitive existing rusts are heteroecious (host-alternating) and full-cycled, with pycnia and aecia on *Abies*, and with uredinia and telia on *Osmunda* and various Polypodiaceae (See Table I).

TABLE I
Host distribution of Pucciniastreae

Rust Genera						
Host Family	<i>Uredinopsis</i>	<i>Milesia</i>	<i>Hyalopsora</i>	<i>Melampsoridium</i>	<i>Melampsorella</i>	<i>Pucciniastrum</i>
Osmundaceae	1					
Polypodiaceae	24	51	9			
Betulaceae				4		1
Fagaceae						2
Urticaceae						2
Caryophyllaceae					1	
Hydrangeaceae						2
Rosaceae						6
Euphorbiaceae						1
Coriariaceae						1
Celastraceae						1
Tiliaceae						2
Actinidiaceae						1
Stachyuraceae						1
Theaceae						1
Onagraceae						3
Thymeleaceae						1
Cornaceae						1
Clethraceae						1
Pyrolaceae						1
Ericaceae						9
Gentianaceae						3
Styracaceae						1
Boraginaceae					1	1
Rubiaceae						3
Caprifoliaceae						1
Compositae						1
Orchidaceae						2

This complex life cycle, with four spore states, is unlike any found in other fungi. Its elaboration certainly occurred within the ancestral rusts, as has been discussed in detail (Savile, 1955). The uredinia and aecia evolved successively as conidial (dispersive) states, without which heteroecism could scarcely be maintained ; and the pycnium is a unique organ, combining the functions of spermogonium, receptive hypha and nectary.

TABLE II
Host distribution of *Taphrina*

Host Family	No. of host genera	Species of <i>Taphrina</i>	Species on herbaceous flowering plants
Polypodiaceae	10	22	
Salicaceae	2	4	
Betulaceae	5	24	
Fagaceae	3	5	
Ulmaceae	2	2	
Rosaceae	5	24	1
Euphorbiaceae	1	1	
Anacardiaceae	1	1	
Aceraceae	1	11	
Sapindaceae	1	1	
Zingiberaceae	4	2	2

The telia are the sexual state, and in their relationships we must seek the origin of the rusts. Those of the fern rusts show resemblances in morphology, nuclear behavior, parasitism and host relationship to the simple, primitive and ancient ascomycetous genus *Taphrina*. *Taphrina* occurs abundantly on Polypodiaceae ; and *Mixia*, which links *Taphrina* with its phycomycetous ancestors, occurs on the ancient genus *Osmunda*. Thus it is clear that *Taphrina* or its immediate ancestor is of the appropriate age to give rise to the first fern rust (See Table II).

The telia of the fern rusts are extremely simple, although the other spore states are well developed. Gradual evolution of the telia, correlated with diversification of the other states, allows us to trace approximate sequences through the primitive tribe Pucciniastreae to more advanced genera of Melampsoraceae and finally the most advanced Pucciniaceae. From little more than rounded up

mycelial cells in or below the host epidermis in the fern rusts, the telia in advanced Melampsoraceae become grouped into conspicuous erumpent crusts or columns, allowing more spores to be produced and facilitating their successful germination. In Pucciniaceae the teliospores are free from each other and are pedicellate.

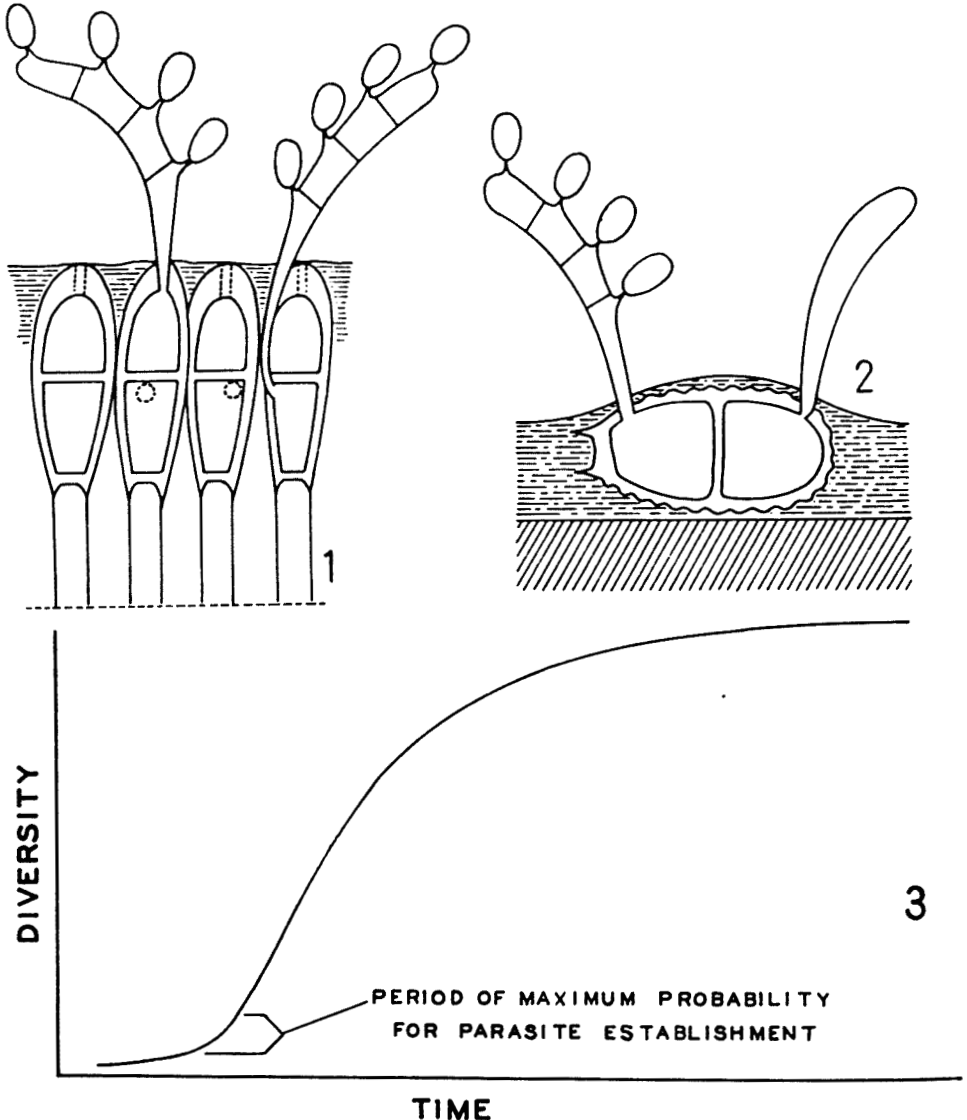


FIGURE 1. Teliospores of a primitive *Puccinia* germinating in the sorus. FIGURE 2. Teliospore of an advanced *Puccinia*, which serves as a diaspore and germinates after dispersal. The apical thickening and apical pore positions are no longer adaptive. FIGURE 3. Sigmoid curve produced by plotting diversity of a taxon against time. Greatest genetic variability occurs when the gradient is increasing, which is the time when new parasite associations are most likely to be formed.

The largest genera of Pucciniaceae are *Puccinia* with perhaps 4000 species, in which the teliospores are two-celled, and *Uromyces* with roughly 600 species, in which the teliospores are one-celled. Although there is a natural genus within *Uromyces*, attacking Euphorbiaceae and Fabaceae, for the most part it is a polyphyletic variant of *Puccinia*. For the purpose of this paper it is legitimate to include it with *Puccinia*. *Puccinia* attacks a wide variety of monocotyledons and dicotyledons. Many lineages have been demonstrated in it, ranging in scope from a single host genus to several families (Savile, 1954a, 1954c, 1961b, 1966, 1968c, 1970a, 1970b). Several evolutionary tendencies are seen in such lineages: Change from heteroecism to autoecism, with the derived species almost invariably on the aecial hosts of the parental rusts; reduction of life cycle gradually or abruptly to microcyclic (telia only or telia and pycnia); and evolution of the teliospores from structures that germinate *in situ* to ones that germinate detached, disperse freely and serve as diaspores. The changes included in this last development may be numerous and complex. In the most primitive species the teliospores have short, firm pedicels, are often sunken in the host tissue, and may be surrounded by fused hyphae or paraphyses; in fact they are scarcely advanced from what we see in some Melampsoraceae. The teliospore wall is smooth, thin at the sides, and strongly thickened at the apex as a protection against damage by insects, etc.; and the germ pores (if developed) are at the apex and septum, providing the shortest route to the surface of an enveloping film of water when the spores germinate (Figure 1). As evolution progresses the pedicels become longer, which allows more spores to develop because they are no longer strictly confined to a single layer. Continued growth from below thrusts up the spores, tending to rupture their pedicels; and genetic selection then favors the ability of spores to germinate when detached. Once this ability is established four other changes become adaptive or at least tolerable: marked reduction in thickness of the pedicel wall; reduction of the strong apical thickening (functionless if the spore does not remain attached) and moderately increased thickness of the rest of the wall; migration of germ pores from the apical and septal positions, which are not important if the spore germinates lying free at an air-water interface (Figure 2); and development of sculpturing on the spore surfaces, which increases the buoyancy of the spores in air and perfects their role as diaspores.

Various genera of Pucciniaceae that cannot be convincingly interrelated show similar evolutionary trends, the teliospore detaching either at the base or near the apex of the pedicel. These genera perhaps arose from Melampsoraceae by several routes and at different times, under similar evolutionary pressures, much as the mammalian jaw articulation was achieved in probably five separate reptile lineages (Olson, 1959; Simpson, 1959). If two groups of plants harbor different genera of Pucciniaceae, we cannot use degree of morphological advancement of the rusts to indicate relative ages with any precision, for the genera probably arose at different times and evolved at different rates; but, if distantly

related parasites of one plant group are all morphologically advanced and those of a second group are all primitive, there is a strong probability that the first group is the younger.

Puccinia, with its numerous species and its long and reasonably clear evolutionary history, can provide chronological information of two sorts. We can use data for the genus as a whole or, from a large geographic region, which provides a convincingly large sample, to indicate general relative ages ; or we can use the host relationships of a single rust lineage to supply more specific chronological data for particular genera of plants and occasionally to indicate phylogenetic sequences.

Co-evolution of the Rusts and their Hosts

The concept of co-evolution of the rust fungi and their host plants seems to have been first expressed clearly by Dietel (1904). The general truth of this concept has never been questioned, and numerous detailed studies support it, despite occasional anomalies such as we shall consider. Co-evolution ensures adaptation to the environment of the host, and may lead eventually to substantial dependence upon it.

We find that heteroecious rusts have their aecia on plants that have strong ecogeographic overlap with the telial hosts. In species complexes of grass rusts, in which many aecial and telial hosts are involved and specific limits of the parasites are extremely difficult to define, detailed studies may show that the complex includes various taxa at or near the species level each with one or very few host species for each state. As an example we may consider *Puccinia prae-gracilis*, which is related to the *P. coronata* complex and alternates between orchids and grasses. Some populations remain to be elucidated, but there at least are three in Canada that are strictly host-limited and differ slightly in morphology : *P. prae-gracilis* var. *prae-gracilis* alternates between *Habenaria saccata* and *Agrostis thurberiana* in montane regions of Western Canada ; var. *connersii* alternates between *H. dilatata* and *Vahlodea atropurpurea* in subalpine and subarctic wet meadows ; and var. *cabotiana* alternates between *H. psychodes* and *Hierochloe odorata* at sea level in the Gulf of St. Lawrence. Despite only slight morphological distinctions, these three rusts may already be genetically isolated. Vars. *prae-gracilis* and *connersii* show substantial geographic and slight ecological overlap ; so that they might cross, but they do not seem to do so. Whether or not we regard the constituents of such complexes as species, those of essentially natural habitats behave as such, and we may rely upon their evidence as to past ecological associations.

It is interesting that some of the most conspicuous exceptions to the rule of close host limitation are found in rusts of cultivated grasses, including cereals. Some of these rusts will actually attack grasses belonging to several tribes. The full explanation of this anomaly is not clear, but several factors may have played

a part. Man's activities have enormously changed the ecology of the grass hosts, locally destroying the populations of some rusts, but occasionally allowing gene flow between rusts that previously were ecologically separated. Similarly the geographic spread of both cultivated and weedy grasses and their rusts, through human activity, may have allowed genetic recombinations that resulted in a broadened host spectrum. We must also remember that most of the cereals seem to be allopolyploids, man-made or natural, and that their combined genomes may have allowed them to harbor rust biotypes (previously isolated by host specificity) that undergo extensive genetic recombination on the new hosts.

In general we can state that, as the flowering plants diverge and become adapted to different habitats, their rusts diverge with them although often much more slowly. But there is another, much more abrupt, method of speciation in the rusts: a jump to a host not closely related to the original one. This mechanism is known to have given rise to some species, and it has probably given rise to many and perhaps occasionally to a major lineage. The operation of this mechanism in the distant past may have given rise to some of the genera whose affinities are obscure to us. The mechanism is well documented for the origin, discussed later in this paper, of *Puccinia rufescens* on *Pedicularis* from the immediate ancestor of *P. palmeri* on *Penstemon*. There are two absolute requirements for a successful jump: the new host must supply appropriate nutrition to the rust; and there must be no specific resistance mechanism, such as the hypersensitivity reaction in which the host cells die before the fungus reaches them. There are also three other requirements, the lack of any one of which would make a successful jump very improbable. The parental rust should be evolving rapidly and thus have a large gene pool; the new host should also be evolving fast (i.e. it will be younger than the parental host); and the old and new hosts should have strong ecogeographic overlap. These three requirements ensure that a genetically diverse plant will be freely bombarded by a genetically diverse parasite, maximizing the chance that two compatible genomes will meet. *Pedicularis* and *Penstemon* are in different subfamilies of Scrophulariaceae, but much wider jumps may rarely have occurred. There are two very similar rusts, perhaps only subspecies, on the orchid genus *Goodyera*, which certainly belong to *Pucciniastrum* but which lack telia and so are put in the form genus *Uredo* as *U. goodyerae* and *U. ishikariense*. All other species of *Pucciniastrum* attack dicotyledons. These two rusts have distinctive urediniospores unlike those of most of the genus but very like those of *P. pyrolae*. In the humid coniferous forest of southwestern British Columbia and western Washington, *Goodyera* and *Pyrola*, not infrequently rusted, grow together on the mossy forest floor; and it is thought that in such a habitat a jump from *Pyrola* to *Goodyera* occurred.

In explanation of the third and fourth postulated requirements, we must recall that, if we plot diversity against time for organisms with an ample fossil record, we generally obtain a sigmoid curve (Figure 3), with evolution starting

slowly, increasing rapidly to a maximum and gradually declining toward zero. The greatest genetic diversity in the taxon is to be expected in the lower part of the curve, where the gradient is still increasing; for the steady and declining gradients indicate increasing genetic stability. In our context we are most concerned with rapidly evolving species and species groups, for it is at this taxonomic level that host-parasite systems appear to be established.

Relationship of *Allium*

Hutchinson (1934) transferred *Allium* to Amaryllidaceae on somewhat slender grounds: the umbellate inflorescence with a bracteate involucre. Long ago (Savile, 1954b) I expressed doubt about this assignment, pointing out that *Puccinia asparagi* from cultivated asparagus occasionally lightly attacks *Allium cepa* when the plants are adjacent. Later studies of various parasites of Liliaceae *sensu lato* (Savile, 1961b) showed that a group of rusts on *Allium*, with several correlated morphological peculiarities, are clearly the source of more advanced rusts on *Scilla* and related liliaceous genera; whereas no related rusts are known on Amaryllidaceae. I accordingly suggested (Savile, 1962) that Alliaceae should be regarded as a basal tribe of Liliaceae or as a separate family from which Liliaceae arose.

Wendelbo (1967 and *in litt.*) has further indicated that assignment of *Allium* to Amaryllidaceae is untenable on cytological, chemical and embryological grounds, and he retains it in Liliaceae.

Age and Relationships of Juncaceae, Cyperaceae and Poaceae

Relative ages of plant groups may be indicated from parasite data by two methods: we may be able to arrange a lineage of rusts in evolutionary sequence, as shown above for *Allium*; or we may use a statistical approach. If we have a substantial number of rusts on the pertinent families, we may group them arbitrarily into primitive, intermediate and advanced. We have seen that the most primitive species of *Puccinia* are heteroecious, full-cycled, and with firm-pedicelled, smooth-walled and apically thickened teliospores; whereas the most advanced ones are autoecious, with a partly or fully reduced cycle, and with deciduous-pedicelled, rough-walled teliospores without apical thickening. The great majority of rusts of the glumiflorous families are markedly primitive. Only two of several hundred species are autoecious (*Puccinia graminella* and *P. digna* on *Stipa* in arid parts of California and South America, where autoecism is strongly adaptive), the great majority are full-cycled, and almost all have primitive teliospores. Precise figures cannot easily be assembled on a world basis, because many species are poorly known. However, it was shown (Savile, 1954b) that, of 125 North American species on Juncaceae, Cyperaceae and Poaceae, 113 are primitive, 9 intermediate, and 3 advanced (in at least one

character). Of 35 species on Liliaceae, Amaryllidaceae and Iridaceae, 9 are primitive, 5 intermediate, and 21 advanced. The figures emphatically oppose the view, until recently widely accepted, that the glumiflorous flowers are reduced from a liliaceous one; but my contention was received with deep misgivings and vague suggestions of alternative explanations.

Recent studies led me to realization that a large group of grass rusts, including the *Puccinia recondita* complex, shares various characters with the *Allium* rusts discussed above: Urediniospores with numerous scattered pores; telia mostly in locules surrounded by fused brown paraphyses, teliospore pedicels very short and brown, teliospores occasionally angular or faintly ridged, and teliospores lacking delimited germ pores (although recorded by some students, because expected!). None of these characters are widespread in *Puccinia* and the last is otherwise unrecorded. These rusts have their aecia on many plants. No North American species are known to have them on *Allium*; but in Eurasia, where this genus is more abundant and has a longer evolutionary history, at least six grass rusts with aecia on *Allium* belong to this complex. It is clear that one or more such heteroecious rusts gave rise to autoecious full-cycled rusts on *Allium*. Progressive morphological evolution and life-cycle reduction resulted in two series of *Allium* rusts, one in Eurasia and one in North America; and from the former arose finally the predominantly microcyclic rusts of *Scilla*, *Muscari*, *Hyacinthus* and *Bellevallia*. If we accept the postulate that parasite associations nearly always must arise early in the evolution of a group of plants, primary radiation of *Allium* clearly preceded that of Scilleae, and that of many (perhaps all) grasses was substantially earlier still.

When these ideas were presented to Dr. C.R. Metcalfe in 1969, he told that there is now ample evidence to discredit the liliaceous source of the reduced flowers of Juncaceae, Cyperaceae and Poaceae. Very important is the growing realization that all Juncaceae and many (perhaps all) Cyperaceae have diffuse centromeres, in contrast to the point centromeres of Liliaceae. It appears that whatever climatic avents stimulated the adoption of anemophily in the rushes, sedges and grasses must have occurred early in the history of the monocotyledons.

Takhtajan (1969) derives his subclass Commelinidae (with Juncales, Cyperales, Bromeliales, Commelinales, Eriocaulales, Restionales and Poales) from Liliales. Cronquist (1968), whose Commelinidae additionally includes Typhales and Zingiberales, shows Commelinidae and Liliidae arising simultaneously from a common (unspecified) source and representing the most modern groups of monocotyledons, which at least avoids the derivation of the glumiflorous groups from liliaceous stock. Neither arrangement, however, can account for the parasite relationships.

Because Takhtajan and Cronquist both emphasize the affinity of Restionales with Juncales, Cyperales and Poales, I searched for records of parasites on the

genera of Restionaceae, Flagellariaceae and Centrolepidaceae. No rusts (and few other fungi) are reported on any of these plants of the southern hemisphere, where mycological coverage is less complete than for Europe and North America. Two smut fungi (Ustilaginales) are recorded on Restionaceae: *Tolyposporium lepidoboli* on *Lepidobolus drapetocoleus*, and *Thecaphora leptocarpi* on *Leptocarpus tenax*, both in Australia. Table III, from data of Zundel (1953) with modifications, lists the host and geographic distribution of the apparently valid species of *Tolyposporium*. No species are recorded on Bromeliales or Commelinales; but the genus embraces the main or sole families of the other five orders of Commelinidae, and it does not go outside this subclass. The geographic distribution suggests origin of the genus in Australia on Restionaceae, primitive Cyperaceae, or an extinct ancestor of these families, followed by gradual spread to other continents mainly on Poaceae. *Tolyposporium* forms spore balls with the spores firmly and permanently united. *Thecaphora* seems to have arisen from *Tolyposporium*, from which it differs in the spores separating at maturity and dispersing individually. Its host distribution, with numbers of smut species in parenthesis, is : Restionaceae (1), Cyperaceae (4), Poaceae (1), Liliaceae (1), Amaranthaceae (3), Fabaceae (2), Convolvulaceae (2), Umbellaceae (1), Rubiaceae (1), Solanaceae (1), Asteraceae (6). The distribution is too haphazard to indicate relationships, but certainly some of the dicotyledonous hosts are quite modern.

The only smuts recorded on Bromeliales and Commelinales are a few species of *Ustilago*, at least one of which has been shown recently not to be a smut at all. *Ustilago* is a huge, probably polyphyletic genus that occurs on various families of monocotyledons and dicotyledons; and the records have

TABLE III

Host and geographic distribution of *Tolyposporium* (Ustilaginales)

Host Family	Australasia	Mauritius	Africa	Asia	Europe	S. America	N. America
Poaceae (15) ¹	3		9	6	1	2	2
Cyperaceae (6)	4	1			2		
Juncaceae (2)	1				1		(1) ²
Eriocaulaceae (2)			1				1
Restionaceae (1)	1						

¹ Regional numbers exceed species total because several occur on more than one continent.

² Oregon only ; probably introduced from Europe with *Juncus bufonius*.

little significance other than to suggest that these orders are perhaps more recent than Restionales in origin.

Several species of *Puccinia*, *Uromyces* and the uredinial form genus *Uredo* (whose telia presumably belong to *Puccinia* or *Uromyces*) are recorded from Bromeliaceae, Commelinaceae and Eriocaulaceae. The exact number of species involved is uncertain, because many of these rusts are poorly known. The single species on Eriocaulaceae, at least two of three species on Bromeliaceae, and all but two of probably 10 species on Commelinaceae have unrediniospores with two equatorial germ pores. The possible exceptions are: *Uredo tillandsiae* on *Tillandsia* (Bromeliaceae) stated to have pores equatorial, obscure, possibly 4; *Uredo piningii* on *Polyspatha* (Commelinaceae), with spore walls very pale and pores invisible; and *Uredo pedicellata* on *Commelina*, described as with 2-3 equatorial pores. Few of those species are available for study, but in *Puccinia pitcairniae* on *Pitcairnia* (Bromeliaceae) the two pores are on flattened spore faces and are surrounded by a large area without echinulations; and in the quite variable *Uromyces commelinae* the spores are similar but with a smaller smooth area. This combination of characters is found in several rusts that attack Juncaceae and Cyperaceae. Thus most of the rusts of these families suggest affinity with Juncales and Cyperales, but the limited data do not suggest any affinity with Poales. None of the species for which specimens or adequate descriptions are available have telia as primitive as in the most primitive rusts of Cyperaceae, e.g. *Uromyces americanus* and *U. loculatus*. The data thus suggest that there is a link between Juncales, Cyperales, Bromeliales, Commelinales and Eriocaulales, but that the last two orders arose at least as late as the first two.

I am occasionally asked whether parasite relationships indicate interrelationships within the glumiflorous families. The rust data suggest that all three families are of approximately the same age. The most primitive rusts known to me that can unequivocally be assigned to *Puccinia* or *Uromyces* occur on Cyperaceae and Gramineae; but they are in quite separate lineages. Aeciospore characters unite almost all rusts of Juncaceae and Cyperaceae, and urediniospore characters unite two lineages on these families. In contrast, the grass rusts, which also fall into several lineages, do not show close resemblance to those of the other families. Data from the smut fungi slightly reinforce the segregation. *Anthracoidea* and *Cintractia* occur on Juncaceae and Cyperaceae but not on Poaceae. Poaceae are the exclusive hosts of the genus *Tilletia*; and they also harbor many species of *Ustilago*, which, despite several reports, does not attack Juncaceae or Cyperaceae. In this respect the arrangement of Takhtajan, with Juncales and Cyperales in one line and Poales in a parallel one, is markedly preferable to that of Cronquist, in which Poales are included in Cyperales. The data cited by Cronquist in support of this allocation argue just as strongly against it; and the possession of point centromeres in Poales, in contrast to the diffuse ones in the other orders, emphatically supports the parasite data in separating them.

Relative Ages of some Woody and Herbaceous Dicotyledons

Experience with the rusts of the glumiflorous plants emphatically indicates that we cannot ignore the statistical approach to determination of relative ages if the data are abundant and unequivocal. We shall accordingly consider the parasite relationships of some dicotyledons.

The tribe Pucciniastreae contains six genera if we include *Calyptospora* and *Thekopsora* in *Pucciniastrum*. Most species have their aecia on *Abies*, but those of *Melampsorium* are on *Larix*, and those of *Pucciniastrum* are on *Abies*, *Picea* or *Tsuga*. The telial hosts are shown in Table I, based on data from Hiratsuka (1936) with slight revisions. It will be seen that 85 of these rusts are on ferns and 54 on flowering plants in 26 families. Of these 54 species, 40 are on woody plants and 14 on herbs.

Taphrina, discussed earlier, originated at about the same time as *Pucciniastreae*. Its host distribution is shown in Table II, based mainly on data from Mix (1949). The table shows that Polypodiaceae, Betulaceae and Rosaceae (mainly *Prunus*) each harbor nearly one quarter of the recorded species. Of 77 species on flowering plants only three are on herbaceous hosts. These two curiously similar host tabulations both show us that parasite groups which are well represented on ferns usually attack woody rather than herbaceous flowering plants.

All 34 species of *Melampsora* on *Salix* and *Populus* are apparently heteroecious (a few connections have not been elucidated); whereas all 19 species recorded on herbaceous dicotyledons are autoecious (and certainly derived from older heteroecious species). As I noted previously (Savile, 1954b), no North American species of *Puccinia* have their telia on woody dicotyledons, although a few have their aecia on shrubs or rarely trees. In contrast about 293 species attack herbaceous dicotyledons, of which 91 are rated primitive, 22 intermediate, and 180 advanced, according to data modified from Arthur (1934).

Most botanists agree that herbaceous plants are generally derived from woody ancestors by numerous routes. Hutchinson (1926), although admitting such a tendency, postulated parallel woody and herbaceous evolutionary lines almost from the origin of the class. The parasite relationships emphatically indicate that the cleavage perceived by Hutchinson is not genetic but chronological (and perhaps partly ecological). One might expect the shift from woody to herbaceous to have occurred at very different times in various groups of plants; but the comparatively uniform parasite data suggest that many of the changes may have occurred nearly synchronously under the stimulus of a world-wide climatic shift.

It will be seen that Betulaceae, Fagaceae and Urticaceae are hosts of *Pucciniastreae*; and that Salicaceae, Betulaceae, Fagaceae and Ulmaceae are hosts of *Taphrina*. Amended data from Sydow and Sydow (1904-1924) show that

no Pucciniaceae are recorded on amentiferous families, except two species of *Uromyces* on *Celtis* and *Patona* (Ulmaceae), and three species of *Puccinia* and nine presumptive or confirmed heteroecious aecidia on Urticaceae *sensu stricto*.

Because of their strongly reduced flowers, the amentiferous families are usually considered relatively modern. However, the parasite data strongly suggest that reduction in several of the families took place early in the history of the dicotyledons under strong selective pressure in favor of anemophily.

Both Takhtajan (1969) and Cronquist (1968) suggest Hamamelidales as the source of several amentiferous groups, including Fagaceae, Betulaceae, Ulmaceae and Urticaceae. I find records of only two rusts on Hamamelidales: *Aecidium hamamelidis* on *Hamamelis*, and *Xenostele sakamotoi* on *Distylium*. Both these rusts are in Pucciniaceae and morphologically more advanced than most of the rusts of amentiferous plants, which are in Melampsoraceae. Morphology is, of course, only one clue to age; and individual species of Melampsoraceae may be substantially younger than individual species of Pucciniaceae. Nevertheless the scanty data certainly do not support the ancestral role accorded to Hamamelidales. I am inclined to consider Hamamelidales simply as an order that, for some ecological reason, was not subjected to the selection for anemophily that directed the course of several other orders of Hamamelidae.

Salicales are evidently not related to the amentiferous groups assigned to Hamamelidae; but the occurrence of both *Taphrina* and heteroecious *Melampsora*, and lack of any advanced rusts, on both *Salix* and *Populus* suggests an early origin for both genera. It may be noted, however, that *Salix* seems to have had a very long period of active evolution, and that most species, including the modern genetically prostrate arctic ones, are secondarily insect-pollinated. I offer no source for Salicales, but cannot conceive that the order arose from even the oldest Violales, as Cronquist and Takhtajan suggest.

Relationship of *Filipendula*

Baker and Baker (1967) concluded from cytological evidence that *Filipendula* should be retained in Rosoideae rather than being transferred to Spiraeoideae as advocated by Sterling (1966). There is a clearly natural tribe Phragmiaceae in Pucciniaceae, whose total host range embraces several dicotyledonous families but which is best represented on Rosaceae. In addition to subtle morphological characters the genera are linked by a characteristic macroscopic appearance that allows the experienced collector to recognise the tribe intuitively in the field. The note by Baker and Baker recalled a recent experience in southern England. As we bent to examine a plant on the South Downs my wife asked what it was, and I replied that it was probably close to *Potentilla* because the rust looked like a *Phragmidium*. The plant proved to be *Filipendula vulgaris* and the rust *Triphragmium filipendulae*. *Triphragmium* is a genus of three species, all on *Filipendula*. It seemed worth while to examine the total range

of Phragmidae, to test my intuitive assignment. It proved that all the species of this tribe that attack Rosaceae are confined to Rosoideae (Savile, 1968b). If we add *Hamaspora* (10 species, all on *Rubus*), which I have not studied but which appears to belong to Phragmidae, no less than nine genera, including *Triphragmium*, have radiated on Rosoideae. The only rusts reported on Spiraeoideae are remote from Phragmidae and distinctly more primitive. The indication is that *Filipendula* belongs in Rosoideae and that this subfamily is more modern than Spiraeoideae.

Relationship of *Acorus*

Parmelee and Savile (1954) showed that the rusts of *Sparganium eurycarpum* and *Acorus calamus* not only are morphologically indistinguishable and both have their aecia on *Triadenum (Hypericum) virginicum*, but are fully cross-inoculable and thus truly identical. We also noted that the leaves and individual fruits of *A. calamus* and *S. eurycarpum* (but no other *Sparganium* species) are very similar in appearance, and that the leaf anatomy is very similar. It thus became necessary to reconsider the taxonomic relationship of the two telial hosts. *Acorus* is universally assigned to Araceae, which is remote from Sparganiaceae in the Engler system. Recent systems substantially reduce the gap but still place them in different orders. In a discussion of this problem with Dr. C. R. Metcalfe and Prof. R. D. Gibbs, the latter raised the question of whether *Acorus*, with edible rhizomes, is a true aroid. Takhtajan (1969) remarks that it is isolated in Araceae. Perhaps, despite a discordant chromosome number, it should be transferred to Sparganiaceae.

Evolution of Saxifragaceae

Saxifragaceae in the restricted sense, with Parnassiaceae, Grossulariaceae and Hydrangeaceae removed, is a closely knit family of roughly twenty genera, of which *Saxifraga* has over 300 species but most of the others are quite small. A complex of microcyclic *Puccinia* species, all with morphological evidence of interrelationship, occurs on many sections of *Saxifraga* and on nine of the smaller genera. By arranging the rusts in approximate evolutionary sequence, it was possible to secure valuable clues to the relative ages of the hosts (Savile, 1954a). These data greatly simplify our understanding of the evolution and past migrations of the family. Some of the conclusions have been presented (Savile, 1959, 1960, 1961a); but, before a complete elucidation it attempted, more work must be done on the pollination biology, dispersal mechanisms and cytogenetics of some of the plants. It may be said, however, that members of the complex crossed the Bering bridge several times in late Tertiary and probably Pleistocene times, with subsequent radiation in new niches; and that, as far as elucidated, generic and sectional characters generally represent pollination and dispersal adaptations.

Evolution of Cheloneae and North American *Pedicularis*

Although *Pedicularis* and the tribe Cheloneae are not in the same subfamily of Scrophulariaceae, their biogeographic and ecological history are intimately involved, and we shall consider them together. The evolutionary center for *Pedicularis* is the Himalayan region, where it occurs in great numbers and with great morphological diversity. Rust sori are difficult to see on the finely dissected leaves of these plants, particularly as the foliage discolors seriously unless dried rapidly. No rusts were known on Himalayan *Pedicularis* until recently. In 1967 I searched the entire collections at Kew and Edinburgh, using a spectacle magnifier and headlamp. The search yielded a relatively primitive microcyclic rust, *Puccinia bhutanensis* (Savile, 1968a), whose spores have firm pedicels, smooth walls and apical thickening. In northern Europe and arctic North America we have another moderately primitive rust, *P. lapponica*; and two more advanced species, *P. pedicularis* and *P. helicalis*, with fragile pedicels and evenly thickened and sculptured spore walls. In temperate North America we have another advanced microcyclic rust, *P. clintonii*, and an unrelated species, *P. rufescens*. *P. clintonii* has broken up into several subtly distinct host-limited varieties (Savile, 1967) mostly in the Cordilleran region. However, var. *clintonii* occurs on *Ped. canadensis* in the Great Lakes and Ottawa Valley region; and var. *sylvaticae*, which is most closely related to it, occurs only in Ireland and western Scotland on *Ped. sylvatica*. The forerunner of this last variety can only have spread, via Greenland and Iceland, to Scotland or Ireland in the last interglacial and survived the Wurm glaciation in southwest Ireland. If appreciable divergence of these two varieties has occurred in the last 50,000 years it is probable that the whole radiation of *P. clintonii*, from a Bering bridge immigrant, occurred in the two million years or so of the Pleistocene. The obvious implication is that the hosts have also probably radiated in the same time from a single Asiatic immigrant, diversifying rapidly as they penetrated new niches, and reacting markedly to available pollinators. Convergent resemblance to Asiatic species may occur, but to assign any American species to Asiatic services seems futile. Pennell (1951) set up a classification of the Pacific Coast species, but it may be noted that the rusts cut across his groups.

Cheloneae, as redefined by Straw (1966), is a North American tribe except for the monotypic *Leiostemon* of northeastern Asia. I traced (Savile, 1968c) the evolution of the rusts of this tribe, which originated from the full-cycled heteroecious grass rust *Puccinia andropogonis*, one variety of which has aecia on *Penstemon*. The most abundant of these rusts is *P. palmeri*, which occurs on moderately to strongly advanced groups of *Penstemon* from southern Yukon to Colorado, Utah, and California. It evolved from *P. dasantherae* on primitive *Penstemon*. It has aecia of peculiar morphology, no uredinia, and teliospores with irregularly deciduous pedicels and smooth to faintly rugose walls. *P. rufescens*, on *Pedicularis* in and slightly beyond the southern part of the range

of *P. palmeri*, has very similar aecia, also lacks uredinia, and has similar but more advanced teliospores with freely deciduous pedicels and strongly rugose walls. As *P. rufescens* is entirely unrelated to any other *Pedicularis* rust, there can be no doubt that it arose from *P. palmeri*. There is marked ecogeographic overlap of *Penstemon* and *Pedicularis* in the Cordillera. The corolla forms indicate similar pollinator adaptations, suggesting similar overlap in the past. *P. palmeri* occurs principally on *Penstemon* subgenus *Penstemon*, which is intermediate in advancement in its genus. The affinities of *P. rufescens* show us that the Cordilleran radiation of *Pedicularis* was later than that of *Penstemon*, confirming the recent and rapid evolution inferred from the study of *P. clintonii*.

We may conclude that a minor reradiation of *Pedicularis* and its parasites occurred in the arctic and subarctic, and a more dramatic one in western North America, after the genus had declined in evolutionary rate in the Himalayan region. Thus we have a further indication of what has been noted for *Allium* and for Saxifragaceae: when a barrier such as the Bering bridge is penetrated, we may expect plants to experience a new evolutionary outburst, which may be reflected in morphological advance of their parasites.

Conclusions

Unequivocal data from parasites may be the best guide to relative ages of plant groups that can be obtained from any source, and chronology is vital to the establishment of any natural system.

As a guide to genetic relationship, parasite data rank with comparative chemistry and cytology. They may support or detract from conclusions drawn from morphology, but they cannot stand alone. The trouble is that, unless we can reconstruct the evolution of a group of parasites with great certainty, we may be unable to distinguish between a genetic relationship and an ecological one in the host plants. I have demonstrated how, with ecological overlap and several other conditions, a rust may jump to a distantly related plant. This mechanism must certainly apply to other parasites, and is presumably the source of the scattered host distribution of many parasitic genera. If we understand this phenomenon we may not only guard against misuse of the data, but perhaps we can eventually use the information to further our understanding of the relative ages and ancestral ecology of the host plants.

Except for broad statistical studies that indicate relative ages of large plant groups, parasite data are only as reliable as the understanding of the mycologist allows. Often they give no clue to host relationships; but I have become uneasily aware that, when I have studied a group of rusts thoroughly and acquired substantial familiarity with their host plants, some conclusions about host relationships are generally apparent. Obviously we need to study groups of hosts and parasites in great depth if we are to draw substantial conclusions from the relationship. Such studies inevitably proceed slowly. This type of study also has

a limited appeal: it is likely to be undertaken only by those who have diffused rather than specialized research interests, and who will submit to the often tedious and generally intuitive synthesis of data from several disciplines. These studies are obviously not going to provide an easy solution to all the problems of relationship that beset the phanerogamic botanist.

References

- ARTHUR, J. C., 1934. Manual of the rusts in United States and Canada. Purdue Research Foundation, Lafayette, Ind.
- BAKER, H. G. and I. BAKER, 1967. The cytotaxonomy of *Filipendula* (Rosaceae) and its implications. *Am. J. Bot.*, **54**: 1027-1034.
- CRONQUIST, A., 1968. The evolution and classification of flowering plants. Houghton-Mifflin Co., Boston.
- DIETEL, P., 1904. Betrachtungen über die Verteilung der Uredineen und ihren Nährpflanzen. *Zentbl. Bakt.*, 2 *Abt.*, **12**: 218-234.
- HIRATSUKA, N., 1936. A monograph of the Pucciniastreae. Mem. Tottori agric. Coll. **4**.
- HUTCHINSON, J., 1926. The families of flowering plants. I. Dicotyledons. Macmillan, London.
- HUTCHINSON, J., 1934. The families of flowering plants. II. Monocotyledons. Macmillan, London.
- MIX, A. J., 1949. A monograph of the genus *Taphrina*. *Kans. Univ. Sci. Bull.*, **33**: 3-167.
- OLSON, E. C., 1959. The evolution of mammalian characters. *Evolution*, **13**: 344-353.
- PARMELEE, J. A. and D. B. O. SAVILE, 1954. Life history and relationships of the rusts of *Sparganium* and *Acorus*. *Mycologia*, **46**: 823-836.
- PENNELL, F. W., 1951. Scrophulariaceae. In Illustrated flora of the Pacific States. III. By L. Abrams. Stanford University Press, Stanford, Calif.
- SAVILE, D. B. O., 1954a. Taxonomy, phylogeny, host relationships and phytogeography of the microcyclic rusts of Saxifragaceae. *Can. J. Bot.*, **32**: 400-425.
- SAVILE, D. B. O., 1954b. The fungi as aids in the taxonomy of the flowering plants. *Science*, **120**: 583-585.
- SAVILE, D. B. O., 1954c. Cellular mechanics, taxonomy and evolution in the Uredinales and Ustilaginales. *Mycologia*, **46**: 736-761.
- SAVILE, D. B. O., 1955. A phylogeny of the Basidiomycetes. *Can. J. Bot.*, **33**: 60-104.
- SAVILE, D. B. O., 1959. Limited penetration of barriers as a factor in evolution. *Evolution*, **13**: 333-343.
- SAVILE, D. B. O., 1960. The evolutionary significance of barrier penetration. In *Evolution: Its science and doctrine*, T. W. Cameron, Ed. 110-114. Roy. Soc. Can., Univ. of Toronto Press, Toronto.
- SAVILE, D. B. O., 1961a. Evolution of Saxifragaceae from a mycologist's viewpoint. *Recent Advances in Botany*, 169-172. University of Toronto Press, Toronto.
- SAVILE, D. B. O., 1961b. Some fungal parasites of Liliaceae. *Mycologia*, **53**: 31-52.
- SAVILE, D. B. O., 1962. Taxonomic disposition of *Allium*. *Nature*, **196**: 792.
- SAVILE, D. B. O., 1966. The rusts of *Eriogonum*, *Chorizanthe*, and *Oxytheca*. *Can. J. Bot.*, **44**: 1151-1170.
- SAVILE, D. B. O., 1967. Evolution and relationships of North American *Pedicularis* rusts and their hosts. *Can. J. Bot.*, **45**: 1093-1103.
- SAVILE, D. B. O., 1968a. Some fungal parasites of Scrophulariaceae. *Can. J. Bot.*, **46**: 461-471.

- SAVILE, D. B. O., 1968b. Parasite relationships and disposition of *Filipendula*. *Brittonia*, **20**: 230-231.
- SAVILE, D. B. O., 1968c. The rusts of Cheloneae (Scrophulariaceae): A study in the co-evolution of hosts and parasites. *Nova Hedwigia*, **15**: 369-392.
- SAVILE, D. B. O., 1970a. Some Eurasian *Puccinia* species attacking Cardueae. *Can. J. Bot.*, **48**: 1553-1566.
- SAVILE, D. B. O., 1970b. Autoecious *Puccinia* species attacking Cardueae in North America. *Can. J. Bot.*, **48**: 1567-1584.
- SIMPSON, G. G., 1959. Mesozoic mammals and the polyphyletic origin of mammals. *Evolution*, **13**: 405-414.
- STERLING, C., 1966. Comparative morphology of the carpel in Rosaceae. VIII. Spiraeoideae: Holodisceae, Neillieae, Spiraeae, Ulmarieae. *Am. J. Bot.*, **53**: 521-530.
- STRAW, R. M., 1966. A redefinition of *Penstemon* (Scrophulariaceae). *Brittonia*, **18**: 80-95.
- SYDOW, P. et H. SYDOW, 1904-1924. Monographia Uredinearum; I-IV. Borntraeger, Lipsiae.
- TAKHTAJAN, A., 1969. Flowering plants, origin and dispersal. Transl. by C. Jeffrey. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- WENDELBO, P., 1967. The genus *Allium*, a Lily Group discussion. *Lily Yb., Lond.*, **30**: 86-100.
- ZUNDEL, G. L., 1953. The Ustilaginales of the world. *Contr. Dep. Bot. Pa St. Coll.*, **176**.

PALISOT DE BEAUVOIS ' AGROSTOGRAPHIE AND THE PARIS HERBARIA

FRANS A. STAFLEU

*International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature
Utrecht, Netherlands*

Résumé

Cet article discute de l'*Essai d'une nouvelle Agrostographie* (1812) par Palisot de Beauvois et surtout de quelques détails bibliographiques ayant trait à cet ouvrage. Sa date de publication est établie comme ayant été aussi tardive que décembre 1812. L'auteur fournit des renseignements sur les herbiers qui ont servi de base à la publication de Palisot.

Abstract

A discussion of the *Essai d'une nouvelle Agrostographie* (1812) by Palisot de Beauvois and in particular of some of its bibliographical details. The date of publication is established as late as December 1812. Information is provided on the herbarium collections on which Palisot's publication is based.

Introduction

Palisot de Beauvois was right to stress on the first page of the *Avertissement* to his *Essai d'une nouvelle Agrostographie* that scientific agrostography in 1812 was still in a disorderly state: "L'état de confusion, je dirai même de désordre, dans lequel se trouvait cette partie importante de la Botanique ne permet pas que par une première tentative il acquière le degré de perfection nécessaire". By 1812 a considerable number of publications dealing with grasses had already been published, but there was no synthetic treatment. The most outstanding treatment of the grasses of the previous century was perhaps J. Scheuchzer's *Agrostographia* (Zürich 1719), remarkable for its minute and detailed descriptions. J.C.D. Schreber's *Beschreibung der Gräser* had a title that promised more than the book actually gave: only 54 plates were published. Palisot's *Agrostographie* is then indeed the first modern attempt providing a general taxonomic treatment of the grasses. Many characters were used, fully in keeping with the new methods in taxonomy set forth by Adanson and A.L. de Jussieu. Not less than 69 new genera were described and some 640 new binomials, new species, and new names were published. According to Agnes Chase (in her introduction to Niles 1925) 31 of Palisot's genera are still recognized to-day as taxonomically acceptable and 61 of the 640 names are commonly accepted. "There is probably not a grass flora of any considerable region anywhere in the world that does not

contain some of Beauvois' names." (Chase *l.c.*) The author had the benefit of the use of almost all private and public herbaria that were in Paris, at that time, with the collections in London, the most representative assemblage of plant collections in the world. These are the reasons why this rather modest book, even with its taxonomic shortcomings, its often confused nomenclature, and its too frequent typographical and other technical errors, is still a key work for the knowledge of the grasses. Not only was Palisot first on the scene to present a comprehensive treatment, but he could also reap part of the harvest of the great development of plant taxonomy in France after the revolution of 1789. A modern assessment of the *Agrostographie*, containing a critical study of the book, and the identification and typification of all genera and species treated by Palisot is provided by C.D. Niles, *A bibliographic study of Beauvois' Agrostographie* (1925). Palisot's book should never be consulted without this important publication. Niles' paper provides a key to the numerous inaccuracies and incomplete citations as well as to the modern taxonomy of the taxa treated by Palisot. The present paper¹ provides some additions to that of Niles mainly with respect to the publication itself and to the collections upon which Palisot's work is based.

Life

Ambroise-Marie-François-Joseph Palisot de Beauvois was born at Arras in Northern France on 27 July 1752. His parents belonged to a family whose members were traditionally in the legal profession and Palisot's education was directed towards such a career. He studied at Paris at the Collège d'Har-court and was admitted as *avocat au parlement de Paris* as early as 1772. In 1774 he was appointed *receveur-général des domaines et bois* in Northern France. When the latter position was abolished in 1777 Palisot decided to discontinue his legal career and turned toward botany. His first botanical contacts were with François-Joseph Lestiboudois (x-1815) the son of the professor of botany at Lille Jean Baptiste Lestiboudois (1715-1804), as well as with Michel Adanson (1727-1806) and A.L. de Jussieu (1748-1836). In 1781 Palisot became a correspondent of the *Académie*. He tried several times to join one of the great scientific exploratory enterprises of his time but was unsuccessful both with the Danish explorer K. Niebuhr (1733-1815) as well as with the La Pérouse expedition. His failure to join this latter ill-fated expedition can never have been a source of regret to him in his later years.

In 1786, however, Palisot succeeded in joining a mission under Captain Landolphe sent by the French government to Oware and Bénin to set up French trading posts in that part of Africa. On 17 July 1786 Palisot left

¹ The announced facsimile edition and introduction mentioned in my *Taxonomic literature* (1967, p. 346) was never published.

Rochefort for Africa. The period of his travels is rich in adventure, but can only be very briefly touched upon here ; Palisot explored Oware and Bénin for nearly a year and tried unsuccessfully to cross the continent from Oware to Abyssinia. He was able to send various consignments of plants to Jussieu. On May 1787 he left for Haiti, on a slave ship, taking with him only part of his collections. The collections that were left behind were completely destroyed in the English raid on the French settlement in 1791. On the West Indian island he became involved in political troubles around the liberation movement among the negro population. After an initial trip to the United States in 1791-1793 he returned to Cap Français only to find himself once more in great trouble. The years 1793-1798 were spent again in the United States, mainly at Philadelphia where he was engaged in a variety of ways to make a living. In the meantime Palisot had been declared an emigrant in France and his fortune had been confiscated. It took a few years before, thanks to the intervention of the *Institut de France*, Palisot's rights at home were restored. In August 1798, at last, he was able to return to Paris. On leaving France Palisot had left behind his young wife "*une jeune femme dont l'inexpérience nuisit beaucoup à sa fortune.*" Back in France Palisot rapidly recovered from the misfortunes of his American period and "*la science le consola des disgrâces de sa vie*" (Fiscquet). He obtained the place of Adanson at the *Institut de France* in 1806 and was appointed councillor of the *Université de Paris* in 1815. During this last period of his life Palisot dedicated himself entirely to botany and the affairs of academy and university. He died at Paris on 21 January 1820. For more extensive biographical sketches of Palisot see for instance Jussieu (1805), Poiret (1808), Depping (1822), Cuvier (1824), Niles (1925) and Merrill (1936, with bibliography).

One of Palisot's important botanical publications was his *Prodrome des cinquième et sixième familles de l'Aethéogamie* of 1805 dealing with mosses and *Lycopodium*. By that time he had started the publication of his two-volume folio work, the *Flore d'Oware et de Bénin, en Afrique* (1805-1820) (The first part, in quarto, had come out in September-October 1803 ; this was followed only by the folio edition ; no further quarto parts appeared).

Several genera and species were named after Palisot by contemporary or later botanists ; among these names are *Palisota* Reichenbach (1829), a genus of Commelinaceae, *Belvisia* Mirbel 1803, a genus of Pteridophyta (the name Beauvois was latinised freely to Belvisius), *Belvisia* Desvaux 1814 (Lecythidaceae) (synonym of *Napoleonaea* P. Beauv.) (see Heine 1967), and *Saccharum palisotii* Tausch.

Publication

The *Agrostographie* was published in December 1812. The book was presented to the *Académie des sciences* on 21 Dec. 1812 (*Procès verbaux* 5 :

128. 1914). The *Bibliographie de la France* for 2 January 1813 lists it as published and so does the *Journal général de la Littérature française* for January 1813 (p. 4). Two editions were issued simultaneously: one in octavo (500 copies) and one in quarto (100 copies) with the same pagination. Both editions of the text were accompanied by the quarto atlas which consists of 16 pages of text and 25 uncoloured copper engravings. The atlas has no separate title-page.

The octavo and quarto editions of the text are identical. However, some copies of the octavo edition have two extra items of errata, referring to pp. 176 and 179. In addition some copies of the octavo edition carry a *supplément à l'errata* which, according to Niles (p. 207), must be of later date. "This supplement would not then affect the typification of the genus [*Diectomis*], especially since the descriptions are left uncorrected. The text of this *supplément à l'errata* is as follows [taken from the copy at Kew]:

"Page 132. Gen. CXVII. *Diectomis*, lisez *Apluda*, et reportez l'espèce au genre suivant, ainsi que l'observation de la page 133, dans laquelle troisième ligne, au lieu de *Inférieure Terminée*, lisez *Inférieure non Terminée*.

"Page 133. Gen. CXVIII. *Apluda*, lisez *Diectomis* Wild. mss., et reportez les espèces au genre précédent.

"Faites la même transposition des noms à l'explication des figures, pl. XXIII, fig. V et VI.

"Tableau, lig. 5. *Cerisia*, lisez *Ceresia*".

The two extra items of errata are:

"[Page] 176, lig. 32 S, lisez R.

179, lig. 33, *Elegans Mich.* lisez *elegans* Desv.

Vid. VILFA."

The 25 copper engravings are of drawings by Jean Gabriel Prêtre (fl. 1800-1840), a pupil of Gerard van Spaendonck (1746-1822). Prêtre is better known as the illustrator of a number of ornithological works, but he also made a number of excellent botanical illustrations. Apart from the drawings for the *Agrostographie*, Prêtre did most of the drawings for Palisot's *Flore d'Oware et de Bénin en Afrique* and also, some of the drawings for F.R. de Tussac's *Flore des Antilles*.

Part of the manuscript of the *Agrostographie* is at the *Bibliothèque centrale of the Muséum national d'histoire naturelle*, at Paris (mss. 241). Palisot's own copy of the printed book, with annotations, is at the Library of the U.S. Department of Agriculture at Washington, D.C.

An important contemporary article on the taxonomy of the Gramineae is that by Desvaux, published in his *Journal de botanique, appliquée à l'agriculture, à la pharmacie, à la médecine et aux arts*, volume 1, pp. 63-77, for February 1813. In this article Desvaux provides extensive comments on Beauvois' *Agrostographie*.

The *Agrostographie* must be used critically. The detailed analytical treatment by C.D. Niles is invaluable for the interpretation of the work. Beauvois was not a very methodical worker and his nomenclature is often confused. New combinations are often made only in the index, references and orthographies are often incorrect. Agnes Chase comments on Palisot's somewhat fantastic statements on the fructifications of mosses and fungi by saying that his interpretations "display an unscientific type of mind that felt no need of verification by experiment or repeated observations." Mrs Chase says of the *Agrostographie* (Niles p. 214) : "the morphology of the grasses fared better at his hands than did that of the cryptogams, but the nomenclature suffered far more."

Herbarium material and types

Palisot's original herbarium was acquired, in 1820, by Benjamin Delessert and is now part of the general herbarium of the *Conservatoire botanique* at Geneva (G). This original herbarium contained the types of the *Flore d'Oware et de Bénin* (see e.g. Hochreutiner 1898). Agnes Chase (Niles 1925, p. 150) reports that the grass specimens that were probably used for the *Agrostographie* consist mostly of fragments evidently obtained from various herbaria. "Most of them are without data or with a word or two, as "hub" (Humboldt), "de Jussieu," or "ex Gay." Although many of the sheets contain names and diagnoses in Palisot's handwriting, Mrs Chase found that relatively few of them agree with the *Agrostographie*. Her conclusion is "The Essay seems to be based on but a small number of actual plants. In many cases, probably, Beauvois had only the specimen or fragment he secured for illustrating the genus. In some cases,, he obviously described the illustration, the description containing inaccuracies found in the illustration."

In addition to this, however, it is good to take note of what Palisot himself says in his *Avertissement*. On the unnumbered page [iv] he thanks a number of botanists who had either put their herbaria at his disposal or provided him with duplicates. He mentions Jussieu and Desfontaines in first instance, but also the general herbarium of the *Muséum national d'histoire naturelle*. In cases of doubt it is necessary therefore to consult the herbaria of the persons listed by Palisot, because the type material may also be located in their herbaria. These herbaria together constitute a formidable frame of reference : their concentration in Paris at the time made this city into a magnificent botanical centre. In later years, however, several of these important collections were removed from Paris because of a variety of reasons. The herbaria mentioned by Palisot are (in alphabetical order) :

Bosc — Louis-Augustin-Guillaume Bosc d'Antic (1750-1828), French naturalist, professor at the *Muséum national d'histoire naturelle*, member of the *Académie des sciences*, friend of Michaux. Bosc resided at Charleston (South Carolina) from 1798-1800. During his

stay he went on several collecting trips. He tried especially to collect grasses and mosses so as to complement Michaux' collections which were richer in woody plants. Bosc made a collection of 1600 plants many of them with numerous duplicates. His original herbarium was acquired by Giuseppe Moretti (1782-1853) at Pavia and is now at Padua (PAD). Important sets of duplicates are in the Jussieu (P-JU) and Lamarck (P-LA) herbaria. For other sets of duplicates see *Index Herbariorum* 2 : 88.

DE LESSERT — Jules-Paul-Benjamin Delessert (1773 - 1847) French statesman and amateur naturalist who owned a considerable private herbarium which is now the nucleus of the Geneva (G) general herbarium.

DELILE — Alire Raffeneau Delile (1778-1850), French botanist who accompanied Napoleon to Egypt (1798-1801) and who assembled important collections. Delile's original herbarium is now at Montpellier (MPU).

DESFONTAINES — René-Louiche Desfontaines (1750-1833), professor of botany at the *Jardin du Roi* (1785), member of the *Académie des Sciences* (1783). Travelled in Algeria and Tunisia (1783-1785). Reorganized the old *Jardin du Roi* with A. L. de Jussieu and Thouin, Desfontaines being placed in charge of the herbarium collections. The herbarium of the *Flora atlantica* (publ. 1798-1799) is at Paris (*P. herbier historique*), but Desfontaines' general herbarium was acquired by Webb and is now at Florence (FI).

DESVAUX — Nicaise-Auguste Desvaux (1784-1856), French botanist, professor of botany at the medical school of Angers (Anjou), who owned a considerable herbarium which is now part of the general collections at Paris (P, PC).

DUPETIT-THOUARS — Louis-Marie Aubert Du Petit-Thouars (1758-1831), French naval officer and botanist, who made botanical collections on Madagascar, Réunion, Mauritius, Tristan da Cunha and in French Polynesia. Alphonse de Candolle states that Thouars' herbarium is at P and PC. According to Desfontaines (*Ann. Mus. Hist. Nat.* 4: 170. 1804) Thouars presented the first part of his *Histoire des végétaux recueillis sur les Iles de France* to the Paris Muséum together with a set of specimens on which the descriptions were based. Thouars promised to do this for all the fascicles. The Paris registers and livres d'entrée do not specifically state that the Thouars herbarium was ever received, but it seems likely. Palisot most probably received fragments and occasional specimens from Thouars.

GAY — Jacques-Étienne Gay (1786-1864), Swiss born French civil servant and amateur botanist who brought together a considerable

herbarium, described by Lasègue (1845, p. 318-319), now at Kew (K.) Palisot mentions in his 'avertissement' that Gay provided him with material from Gaudin, Roemer and Balbis. Gay's herbarium contained indeed the types of J.F.G.P. Gaudin's (1766-1833) *Flora helvetica*: Gay and Gaudin came both from Nyon; G. B. Balbis (1765-1831) had provided Gay with Italian material. J. J. Roemer (1763-1819) was a Swiss botanist who was also in close contact with Gay. Palisot received or consulted important central and south European material through his contact with Gay who resided at Paris at the time of the preparation of the *Agrostographie*.

DE JUSSIEU — Antoine-Laurent de Jussieu (1748-1836), French botanist, professor of botany at the *Muséum national d'histoire naturelle* at Paris and member of the *Académie des sciences*. Jussieu owned a considerable private herbarium, begun by his uncles Antoine and Bernard de Jussieu. This herbarium is now one of the *herbiers historiques* of the Paris *Muséum* (P-JU). For a description of the herbarium see Stafleu (1964).

PERSOON — Christiaan Hendrik Persoon (1761-1836) South African born botanist (especially mycologist) of Dutch origin who lived mostly at Goettingen and Paris. At the time of the preparation of the *Agrostographie* Persoon worked at Paris. His herbarium is now at the Rijksherbarium, Leiden (L).

POIRET — Jean-Louis-Marie Poiret (1755-1834), French botanist who travelled in North Africa (1785-1786) and who finished Lamarck's *Encyclopédie méthodique*. Poiret's herbarium was acquired by Moquin-Tandon and went with the latter's other collections to Cosson. The Cosson herbarium is now part of the general herbarium at Paris (P, PC). Many of Poiret's types are also in Paris (P-LA) and Florence (FI).

RICHARD — Louis-Claude-Marie Richard (1754-1821), French botanist and explorer, who travelled in South America and in the West Indies between 1781 and 1789. In 1795 Richard was appointed professor of botany at the newly erected *École de médecine* in Paris, a position which he held until his death. His herbarium is now part of the general herbarium of the Paris *Muséum* (P, PC); specimens can easily be recognized by means of their labels. Richard's herbarium came first into the hands of his son Achille, and was owned thereafter subsequently by de Franqueville and Drake del Castillo before it obtained its present location.

THUILLIER — Jean Luis Thuillier (1757-1822), French naturalist, author of *La Flore des environs de Paris* (éditions in 1790, 1799, 1824). In 1827 the Thuillier herbarium was acquired by Benjamin Delessert

and it is therefore now part of the general herbarium of the *Conservatoire botanique* at Genève (G). Thuillier was a commercial gardener and also marketed herbarium collections illustrating his *Flore*.

References

- CANDOLLE, Alph. de, 1880. La phytographie. Paris.
- CUVIER, G., 1824. Éloge historique de M. de Beauvois. *Mém. Acad. Sci. Fr.*, **4**, cccxviii-cccxlvi.
- DEPPING, G.B., 1822. Palisot de Beauvois, in Michaud: *Biographie Universelle*, **32**: 412-417; also in ed. 2. **32**: 14-17 [s.d., about 1865].
- FISQUET, H., 1862. Palisot de Beauvois, in Didot: *Nouvelle Bibliographie générale*, **39**: 86-88.
- HEINE, H.H., 1967. Ave Caesar, botanici te salutant. *Adansonia*, ser. 2, **7** (2): 116-140.
- HOCHREUTINER, B.P.G., 1898. Reliquae Palisotianae ou collections et notes manuscrites inédites rapportées d'Oware et de Bénin par Palisot de Beauvois. *Ann. Cons. Jard. Bot. Genève*, **2**: 79-101.
- JUSSIEU, A.-L. DE, 1805. [Note on Palisot de Beauvois extracted from] *Décade philosophique* 10 nivôse, an xii, pp. 1-8, 1804, reprinted in Palisot de Beauvois: *Flore d'Oware et de Bénin*, **1**, viii-xi.
- LASÈGUE, A., 1845. Musée botanique de Benjamin Delessert. Paris; facsimile reprint, *Lehre* 1970 (with introduction by F.A. Stafleu).
- NILES, C.D., 1925. A bibliographic study of Beauvois' Agrostographie, *Contr. U.S. natl. Herb.*, **24** (6): 135-214 (plus index pp. i-xix). With a biographical sketch (on pp. 210-214) and introduction by Agnes Chase.
- MERRILL, E.D., 1936. Palisot de Beauvois as an overlooked American botanist. *Proc. Am. phil. Soc.*, **76** (6): 899-906; in part also in *Chronica bot.*, **10** (¾): 280-286. 1946.
- PALISOT DE BEAUVOIS, A.-M.-F.-J., 1805. Prodrôme des cinquième et sixième familles de l'Aéthéogamie, les mousses, les lycopodes. Paris. (partly published also in *Magas. Encycl.*, **9** (5): 289-330. 1804).
- PALISOT DE BEAUVOIS, A.-M.-F.-J., 1805-1920. *Flore d'Oware et de Bénin, en Afrique*. Paris, 2 vols. Fol. (part I, quarto, 1803).
- PALISOT DE BEAUVOIS, 1811. Nouvelles observations sur la fructification des mousses et des lycopodes. Paris (publ. Aug.-Sep. 1811).
- PALISOT DE BEAUVOIS, 1812. *Essai d'une nouvelle Agrostographie*. Paris.
- POIRET, J.L.M., 1808. Palisot de Beauvois, in Lamarck. *Encycl. Méth.*, **8**: 774-746.
- STAFLEU, F.A., 1966. Introduction to Jussieu's *Genera plantarum*. Cramer, Weinheim, 46 pp.; also in facsimile edition of A.-L. Jussieu, *Genera plantarum*, Cramer, Weinheim, 1964.
- STAFLEU, F.A., 1967. Taxonomic literature. I.A.P.T., Utrecht, 556 pp. (Regnum vegetabile vol. 52).
- THIEBAUT-DE-BERNEAUD, A., 1821. Éloge historique de A.M.F.J. Palisot de Beauvois. Paris.
- URBAN, I., 1902. Notae biographiae peregrinatorum Indiae occidentalis botanicorum. *Symb. bot.*, **3**: 96-98.

THE DATE OF PUBLICATION OF FORSTERS' CHARACTERES GENERUM PLANTARUM AND ITS RELATION TO CONTEMPORARY WORKS

HAROLD ST. JOHN

B. P. Bishop Museum, Honolulu, Hawaii, U. S. A.

Résumé

Le capitaine James Cook a effectué son deuxième voyage autour de la terre de 1772 à 1775, à bord du bateau « Resolution ». Le naturaliste choisi pour cette expédition fut l'Allemand Johann Reinhold Forster. Il avait avec lui deux assistants : son fils Johann Georg Adam Forster et le botaniste suédois Anders Sparrman. Ils avaient, ensemble, récolté, décrit et dessiné de nombreuses plantes. De retour à Londres, les Forster, père et fils, ont publié un volume en quarto avec 78 planches illustrant les nouveaux genres décrits. Le livre, daté de 1776, était largement distribué. Il est reconnu comme source botanique d'importance. Nos propres recherches bibliographiques révèlent que le livre fut publié le 1^{er} mars 1776 et qu'il s'agit là, en réalité, d'une deuxième édition. La première édition, en folio, a paru entre le 29 novembre et le 2 décembre 1775. Une note contemporaine de James Edward Smith établit qu'il s'agissait d'une édition en 6 copies. Une des copies a été présentée au roi britannique George III. Elle se trouve actuellement dans la Bibliothèque royale au British Museum. Une autre fut offerte à Charles Linné et se trouve maintenant à la bibliothèque de la Société linnéenne de Londres. Les quatre autres copies ont disparu. Même s'il s'agissait d'une petite édition c'était là la première édition des « Characteres Generum Plantarum » des Forster. Par conséquent, tous les nouveaux genres et toutes les nouvelles espèces qui s'y trouvent décrites doivent être datés de 1775 et non pas de 1776. Le statut actuel des 74 nouveaux genres et 94 nouvelles espèces des Forster est donné. L'auteur propose, de plus, une nouvelle combinaison : *Waltheria tomentosa* (*Lophanthus tomentosus*) et un nouveau nom : *Angelica Forsteriana* (*Gingidium montanum*).

Abstract

Capt. James Cook's second world voyage was made on the « Resolution » from 1772 to 1775. The naturalist appointed was Johann Reinhold Forster, a German, who was allowed to employ as private assistants his son, Johann Georg Adam Forster, and the Swedish botanist Anders Sparrman. They made extensive collections of plants, and during the voyage studied, described, and made drawings of the ones they considered new discoveries. After returning to London the two Forsters prepared a manuscript to present their new genera. This was published as a quarto volume with 78 plates, to illustrate each new genus. This was dated 1776, was widely distributed, and is recognized as a basic botanical source book. It is here revealed that it was published on March 1, 1776. Actually this is a second edition, as there was an unrecognized

first edition in folio size, dated 1775. Bibliographic research reveals that this was printed between Nov. 29 and Dec. 2, 1775. A contemporary memorandum by James Edward Smith states that this was an edition of 6 copies. One was presented to King George III of England, and it is still in the King's Library which is deposited in the British Museum. A second copy was presented to Carolus Linnaeus of Upsala, Sweden. This is now in the library of the Linnean Society of London. No trace of the other four copies has been found, but even though a small edition, this was the actual first edition of Forsters' *Characteres Generum Plantarum*, and all of their new genera and species described in this book must be dated from 1775, instead of 1776. A collation is given, showing the present status of the 74 new genera and 94 new species announced in this book. The writer presents the new combination *Waltheria tomentosa* (*Lophanthus tomentosus*); and the new name *Angelica Forsteriana* (*Gingidium montanum*). The genus *Haloragis* is spelled with a single "r", hence both the generic and the family names must retain that spelling.

Introduction

Preeminent as a navigator, astronomer, and scientific explorer was Capt. James Cook of the British navy. He was named the commander of a voyage to Tahiti to observe from there the predicted transit of Venus. On this four year voyage (1768-1771) he reached Tahiti in time, built an observatory at Point Venus and made possible the observations by his astronomers. Also on the staff of this peaceful, scientific voyage were Sir Joseph Banks, naturalist, and Dr. Daniel Solander, botanist, who were given every opportunity for exploration and collection. The discoveries made on this voyage were unrivaled. The botanical reports and illustrations were projected to be a sumptuous series, but they proved too extensive and expensive even for the British government, and they long reposed as manuscripts and illustrations in the British Museum of Natural History. Finally between 1900 and 1905, a total of 318 of the illustrations of plants, with brief text, were published (Banks : 1900-1905). These had accompanying descriptions and binomials provided by James Britten. The remaining 18 volumes of botanical paintings and drawings, and extensive manuscripts on the botany of Cook's first voyage, still remain unpublished.

The general account of the voyage had a very different fate. Capt. James Cook's *Journal of a Voyage to the South Seas in H. M. S. Endeavour*, was printed in 1773. Besides the log of the voyage, the journal described in vivid, but precise and accurate, prose (Cook : 1773) the sea and the land visited, the climate, the peoples and their life, in a revealing and sympathetic way never done before. The book was a best-seller, as it captivated the mind and imagination of most of the educated people of the world. So great was the world acclaim that immediately Capt. Cook was ordered to do it again, to make a second world voyage of exploration on H. M. S. *Resolution*.

The irrepressible enthusiast, Sir Joseph Banks was asked to serve again as naturalist. He accepted, but insisted on having so many assistants, so much

cabin and cargo space, and we know not what else, that his nomination was withdrawn. There was still a position for a naturalist on the staff of the second voyage, but the salary and accommodations promised were meager. It was still a magnificent opportunity for scientific adventure and discovery, but no competent British naturalist was willing to accept it under the conditions. Finally on short notice, the position was offered to Johan Reinhold Forster (1729-1798), a German, living in London, employed in a private academy for girls, as a teacher of German. He accepted on the condition that he be allowed to take along his son, an 18 year old boy. The father had attended the University of Halle, and after three years of study, apparently received a degree in theology in 1751. That same year he was pastor of a church in Dantzig, and in 1753 pastor at Nasshuben.

Hence, J. R. Forster, the father, served on the second Cook voyage as its naturalist. It is stated that he was skilled in zoology, but, of course, in those days all such scientists were general naturalists. His son, Johann Georg Adam Forster (usually called Georg), (1754-1792) was permitted to make the voyage, but he had no appointment and was considered a private assistant to his father.

During the stop at Capetown, Forster met Anders Sparrman, a botanist trained by Linnaeus. Evidently, Forster felt inadequate in botany, and perceived the talent and knowledge that Sparrman had in this science. He first requested, then strongly importuned Capt. Cook to add the Swedish botanist to the staff of the voyage. Sparrman was finally accepted as a private assistant to Forster who paid for his keep and allowed him annual stipend. This was a happy arrangement and from it much more botany was accomplished than zoology. From the account published by Sparrman (ed. 1939 : 60) it seems that he did most of the plant collecting. He recorded that the Messers Forster were not famous walkers — the father [aged 44] because of his age, and the son because of a feeble temperament and a too sedentary occupation. When interesting plant specimens were collected and brought to the ship, the son made drawings, Sparrman wrote detailed descriptions, while the father supervised the whole. Sparrman was in the ship's company during their cruise in the South Seas, but left when they touched again at Capetown. Curiously, the son, George Forster, in his large book on « A Voyage round the World » (1777), made no mention of the leave taking of Sparrman. From the separate writings of the three, it is learned that the botany was largely written up on the voyage, but, of course, there was time for this during the weeks and months at sea. The novelties were illustrated, described, and named during the voyage. It is likely that tentative names for the new genera and species were coined at the same time. On returning to London, the Forsters studied and compared their plants with those already known. They also had contacts with many scientists and leaders in England. Previous to the voyage, J. R. Forster, a foreigner, held a humble position, teaching in a small girls school, so it is

unlikely that he had met these prominent people in any way. It seems evident that the generic names *Barringtonia*, *Blackburnia*, *Pennantia*, *Shawia*, *Sheffieldia*, and *Skinnera*, were chosen in homage to the nobles, professors, and naturalists that befriended him on his return from the world voyage.

The voyage of the *Resolution* ended by landfall at Plymouth on July 30, 1775. Johan and Georg Forster repaired to London. The father reported to the Admiralty, then busied himself in writing up his report. Besides the botany, Forster had in preparation a philosophical history of the voyage. It was first proposed that from Cook's notes and those by Forster, that a single journal be prepared for printing. The first part of Cook's journal was supplied to Forster who added his observations, then edited them both to make one narrative. The first few pages of this joint account were submitted to Cook and to the Admiralty. Their judgement condemned the product, and the Admiralty instructed Cook to prepare his own journal. He did so, and his *Voyage of the Resolution* was published in two folio volumes in 1777. This contained but little concerning botany and no technical botany.

J. R. Forster then worked on his botanical report. The Admiralty agreed to have it illustrated, and contracted with the ablest artists to make the engravings, at a cost of more than £ 2,000. He produced first, with his son as joint author, a book, « *Characteres Generum Plantarum, quas in itinere ad Insulas Maris Australis, collegerunt, descripserunt, delinearunt, 1772-1775* ». It followed the Linnaean system of binary nomenclature, doubtless due to the influence of Sparrman. This was an important book, was well received, and is still a well-known book. It is nearly always cited from the small quarto edition issued in 1776. In this book the Forsters presented the 74 plants which they considered to represent new genera, gave a Latin diagnosis, a generic name, binomials for the one or more species of each genus, totaling 94 species, and an illustration of each genus. The drawings were carefully made and nearly all of life size. This method of illustrating was good, and was scientific, but with one species to a page, the drawings of the small flowered plants were equally small, occupying only a minute part of the plate. For instance, plate 66 has five, widely spaced, tiny drawings, from 5 to 12 mm. in length. This type of depiction caused some contemporary derogatory criticism that would have been avoided had the tiny flowers been presented also in enlarged views, and had the stem and leaves been included. These would have been more serviceable and would have used some of the great empty spaces on the plates of engravings. This book gave the first scientific account of numerous genera of plants of Tahiti, Marquesas, Tonga, New Zealand, New Caledonia, South Africa, etc. Its importance and its place in botanical priority is the central theme of this article.

In 1784 the son, J. G. A. Forster also published a booklet on the bread-fruit, "Vom Brodbaum", (1784: 1-47). He also published in 1786 his

"Florulae insularum australium prodromus" (1786 : 1-103). This was a general enumeration of the plants collected on Cook's second expedition. This listed a large total of species and described numerous new ones, that had not been included in the earlier book, "Characteres Generum Plantarum".

J. R. Forster was ambitious to produce a scientific narrative of the voyage and was much hurt when the Admiralty rejected his first sample pages and ordered him to desist. He did so, but it seems not with good grace. Promptly a two-volume book on the same subject was published by his son, J. G. A. Forster, under the title, "A Voyage round the World in his Britannic Majesty's Sloop, Resolution, commanded by Capt. James Cook, during the years 1772, 3, 4, and 5, (G. Forster : 1777). This book was issued contrary to the contract and instructions governing the father, but there was no legal ban to prevent the son from writing and publishing. The son was not an official member of the expedition, but was permitted to go as the private assistant of the father. In the introduction of his book Georg Forster gives an extended explanation of this and his argument for justification of his publishing the Journal independently. He made a critical allusion (1777 : p. ix) to "The history of captain Cook's first Voyage Round the World, as eagerly read by all European nations, but incurred universal censure, I had almost said contempt. It was the fate of that History, to be compiled by a person [Dr. John Hawkesworth] who had not been on the voyage ; and to the frivolous observations, the uninteresting digressions and sophistical principles of this writer, the ill-success of the work has been attributed ; though few are able to determine with what degree of justice the blame is thrown upon the compiler".

Young Forster argues (1777 : p. iv), "The British legislature did not send out and liberally support my father as a naturalist, who was merely to bring home a collection of butterflies, and dried plants. That superior wisdom which guides the counsels of this nation, induced many persons of considerable distinction to act on this occasion with unexampled greatness. So far from prescribing rules for his conduct, they conceived that the man whom they had chosen, prompted by his natural love of science, would endeavour to derive the greatest possible advantages to learning from his voyage. He was only therefore directed to exercise all his talents, and to extend his observations to every remarkable object. From him they expected a philosophical history of the voyage, free from prejudice and vulgar error, where human nature should be represented without any adherence to fallacious systems, and upon the principles of general philanthropy ; in short, an account written upon a plan which the learned world had not hitherto seen executed". My father was told (1777 : p. vi), "he must conform to the letter of the agreement ; and though he had always considered himself as sent out chiefly with a view to write the history of the voyage, he acquiesced for the benefit of his family, and strictly confined himself to the publication of his unconnected philosophical observations made in the course of the voyage.

I must confess, it hurt me much, to see the chief interest of my father's mission defeated, and the public disappointed in their expectations of a philosophical recital of facts. However, (1877 : p. vii) as I had been appointed his assistant in the course of the expedition, I thought it incumbent upon me, at least to attempt to write such a narrative. Every consideration prompted me to undertake the task, which it was no longer in his power to perform. It was a duty we owed to the public ; I had collected sufficient materials during the voyage, and I had as much good will to begin with, as any traveller that ever wrote, or any compiler that was ever bribed to mutilate a narrative, I was bound by no agreement whatsoever, and that to which my father had signed, did not make him answerable for my actions, nor in the most distant manner preclude his giving me assistance. Therefore in every important circumstance, I had leave to consult his journals, and have been enabled to draw up my narrative with the most scrupulous attention to historical truth ”.

At the present time it is probably not possible to determine how much of Georg Forster's "Voyage round the World" was actually written anew by Forster, the son, and how much of it was the forbidden manuscript already written by his father. It seems obvious that the motive of the Forsters to print quickly an account of Cook's second voyage was the desire for financial gain. Capt. Cook's published journal of his first voyage had been a sensational success and was in constant demand, as it is to this very day. If Forster could publish his account of the voyage first, he could expect to reap a fortune. To the writer it seems obvious that the motives of young Forster, abetted by his father, were more commercial than philosophical and historical.

On returning to England from the voyage, the Forsters were well received by the scientific community. Sir Joseph Banks entertained them and allowed them to work in his library and museum. He helped them generously, though much of their work duplicated his own discoveries on Cook's first voyage. The British Museum of Natural History gave them every facility. Apparently in 1775, J. R. Forster was awarded the honorary degree of D.C.L. by Oxford University. He was elected a fellow of the Royal Society. They were entertained by the great, the noble, and by the commoner. In fact, they were lionized. For a brief period young Georg was enrolled as a student at Cambridge University.

Under these circumstances Georg Forster, the son, in 1777 published independently his book on the voyage. It is a worth while book, but it is concerned mostly with observations and opinions on the native peoples and the supposed effect of locality and climate upon them. The publication of this book, ostensibly written by the son, caused an immediate reaction by the public, to whose interests he claimed such sincere concern. The issuance of the book was considered sharp dealing and an evasion of the legal and moral duties of the father. The government officials and the scientists were outraged, and the public and private doors formerly wide open to them were now closed

in their faces. For a brief period J. R. Forster, the father, was thrown into prison for debt. Thus, the career of the two Forsters in England ended in a tragedy. It is recorded that in October, 1778, the son Georg Forster left England with a heavy heart.

On returning to Germany in December 1778, J. R. Forster obtained an appointment as an instructor at Kassel, then in 1790 was appointed at Halle as professor of eloquence and Greek, which position he held to the year of his death in 1798. He also taught natural history. For the year 1791 he was appointed the medical doctor for the university, and for part of his tenure he was also inspector of the botanical garden. It is recorded that his disposition was extremely irritable and litigious and that he showed want of prudence.

The son, J. G. A. Forster also had a career in Germany. In 1779 he was a student of natural history at the Carolinum in Kassel. From 1784 to 1787 he was professor of natural history at the University of Wilna. In 1787 he moved to Goettingen. From 1788 to 1793 he was librarian at Mainz. During this period, aside from issuing a German edition of his voyage, his writings were principally in the field of literature. In 1793 Mainz became a republic, and early in the following year, chosen by the Republican Club, Forster was sent to Paris as leader of a delegation of three, to negotiate for a union with France. Meanwhile, opposition forces overthrew the republic, and put it into Germany. Forster was declared a traitor and a prize of 100 ducats was offered for his head. A fugitive, he took refuge in Paris, and soon died there, on the 11th of January, 1794.

Editions of *Characteres Generum*

The main topic here presented is the time of publication of the *Characteres Generum Plantarum* by J. R. and J. G. A. Forster. The widely known edition is the quarto one of 1776. This has 153 pages, plus X, plus two unnumbered, plus viii, plus 78 copper plates, and one page of Errata, 14 lines long. Through the diligence of A. Stevenson, we now know that it was published on March 1, 1776. This is proven by the notice in the London Chronicle of that date, "This Day were published, Price 1 £. 7s. in Boards, In Quarto, With Seventy-eight Copper-plates, *Nova genera plantarum quas in itinere ad insulis maris Australis collegerunt, . . . Johannes Reinoldius Forster, LL. D. . . . et Georgius Forster*". The same notice was repeated in the subsequent issues of March 13 and 18.

Another edition was also dated 1776. This was printed in long folio format. The plates are identical to those of the 1776 quarto edition, except for the size of the paper. The text is also identical, except that each folio page bears the text of two of the quarto ones, and that there is no Errata. This edition has been noted, as in Pritzel (1871 : 110), and by Swan (1956 : 124). It was recently advertised and offered for sale by Francis Edwards, Catalogue 670 : 594, 1944. This copy was noted to be a presentation copy, with the inscription

on the fly-leaf : " To Mrs Blackburne from the authors ". Another note on the same page, initialed by J. B. is : " only 8 large copies of the book were struck off ". This copy was sold to a book dealer in California. When queried he replied that his only memory was of selling it, but that he could not be precise as a subsequent fire had destroyed his records in that shop. It seems clear that the initialed inscription was written by the husband of the recipient of the book, Sir John Blackburne (1690-1786) of Orford Hall, Lancashire. He built the first hot-house in the north of England and was the first to ripen pineapples there. A catalogue of his garden by Adam Neal was published in 1779. To him the Forsters dedicated the new genus *Blackburnia*, and jointly to the father and daughter, they dedicated the genus *Warringtonia*. The daughter Anna (1740-1793) was said to be a lover of plants and also a collector of birds, insects, and shells. She was a correspondent of Linnaeus. Doubtless this same folio edition is the one referred to (in lit. Sept. 30, 1955) by Dr. Schad of the Kassel library, " Es existieren 25 Exemplare in Imperial-Folio, welche als Geschenke an Bibliotheken un berühmte Botaniker vertheilt worden sind ". Thus Blackburne in 1776 recorded the printing of 8 copies, while Schad in 1955 states that there were 25. The exact number struck off is not now important, but the edition was certainly a special one and a small one. There is no indication that this was printed any earlier than the quarto edition of March 1, 1776. Hence, it does not involve any questions of priority.

Now, there is an edition of 1775 which does raise an important issue of priority. The first public notice of this seems to be the listing of a copy in the Catalogue of the Library of the Linnean Society (1925 : 270). This 1775 folio edition is the only one present in their library, hence the only one listed in their catalogue. It is a folio book with viii plus 75 pages of text and 78 plates. There is no mention of booksellers, and no final table of errata. This copy was in the personal library of Carolus Linnaeus, which now forms the library of the Linnean Society of London. It has been suggested to the writer that either this volume is unique, a single imprint which does not form an edition, or that there was an error in the 1775 date which should have read 1776. However, in this copy is the pencilled annotation by Sir James Edward Smith, " only six copies printed on this large paper ". In search of other remaining copies of this small edition, inquiries have been made at the institutions with which the Forsters, father or son, had connections, actual or sentimental, or at which they were later employed. The responses were negative from Cambridge, Halle, Kassel, Berlin, Goettingen, and Mainz, but no reply has been received from Wilna. Inquiries have also been made at other important botanical institutes. Nearly all of them have Forsters. " *Characteres Generum Plantarum* ", but only in the quarto 1776 edition. At this early date British books were not copyrighted and with samples deposited at the British Museum. However, the library of the British Museum (at Bloomsbury) has two copies, first the 1776 folio edition, and second the 1775 folio edition, with the title page slightly different, and lacking the errata. This latter one is in a special

section, the King's Library. On the six original copies, it seems that only the one presented to the King of England and the one presented to Carolus Linnaeus have survived. In the Hunt Catalogue (1961 : 388) there is a reference to the folio editions : "A few copies were imposed and issued in folio dated 1775 and 1776".

Now, as to the correctness of the date, 1775, for this first edition of the "Characteres Generum Plantarum", there is evidence. Completing the voyage, in July 30, 1775, Capt. James Cook, together with the Forsters, landed at Plymouth, and set out by carriage for London. Allowing two or three days for the drive, it is probable that they reached London on the 1st or 2nd of August, 1775. There is testimony from J. G. A. Forster (1777 : p. v) as to the date of publication, "My father performed the voyage, and collected his observations agreeably to the ideas which had thus been entertained of him. Fully resolved to complete the purpose of his mission, and to communicate his discoveries to the public, and not allowing himself any time to rest from the fatigues which he had undergone, he inscribed and presented the first specimen of his labours to his majesty within four months after his return.*

* Characteres Generum Plantarum quas in Insulis maris Australis coleg. &c. Joannes Reinoldus Forster, LLD. & Georgius Forster. 4^{to} Lond. 1776".

It will be noticed that there is an inconsistency in this passage by Georg Forster. His footnote lists the quarto edition of 1776, but his text states that a copy was presented to the King within four months after their return, that is by November 29, 1775. This presentation copy still exists in the King's Library, and it is not the quarto 1776 edition, rather it is the folio 1775 edition, of different format and without the errata. The date of publication, 1775, which he records applies to this first folio edition. It is identical to the one in the Linnean Society Library. These, then, are two existing copies of the first edition, folio, printed in late November or early December, 1775.

A fourth or German edition also exists. It was edited by J. S. Kerner, (1779), and contains no internal evidence that Forster had any part in the translation or editing. The text contains some additional comments, and the plates are combined, and thus reduced in number. Being of later date, this German edition is not involved in the problem of priority.

The generic name *Aytonia* is affected by the new dating of Forsters' book. There are the following homonyms :

Aytonia J. R. & G. Forst. 1775, with *A. rupestris*. This is a liverwort in the *Marchantiaceae*. It was named in honor of Joanne Ayton [= John Townsend Aiton], son of William Aiton, and director of the Royal Gardens, Windsor Castle. *Aytonia* J. R. & G. Forst. ex Nees, Eur. Leberm. 4 : 33, 1838, was published in the synonymy of *Plagiochasma* Lehm. & Lindenb. in Lehm. *Aytonia* J. R. & G. Forst. is now a nomen rejiciendum ; see Taxon 1 : 80-81,

1952, and Int. Code Bot. Nomencl. 254, 1966. The species is now called *Plagiochasma rupestre* (J. R. & G. Forst.) Stephani, Herb. Boiss., Bull. 6 : 783, 1898.

Aitonia Thunb., Lund, Acta 1 : 166, pl. III, 1776, and *A. capensis* Thunb. This is a shrub in the *Sapindaceae*, native to South Africa. Thunberg did not state whom he was honoring by the new generic name. However, in Curtis' Botanical Magazine 5 : 173, 1792, it is stated to be in honor of William Aiton, that is the William Aiton (1731-1793) of Kew Gardens. There is also the name *Aitonia* L. f., published in his Supplementum Plantarum 49-50, 305-306, 1781. with *A. capensis*, from Cap. bon. sp. Linnaeus junior stated that it was dedicated to "Jo. Aiton, Auctoris Horti Kewensis". It is obvious that this is not really a new name by the younger Linnaeus, but merely a useage of *Aitonia* Thunb. and *A. capensis* Thunb. It was dedicated by Thunberg to the author of the Hortus Kewensis, but he was William (not John) Aiton.

In the same year, 1775, appeared another important botanical book, the Flora Aegyptiaco-Arabica, a posthumous work of Petrus Forskal, issued by Carsten Niebuhr, (Forskal : 1775). Perhaps there are other pairs of synonyms involved, but certainly *Maesa* Forsk, and *Baecobotrys* J. R. & G. Forst, are one, and must be considered as to priority. No precise dating of Forskal's Flora Aegyptiaco-Arabica has been found in the available bibliographies and reviews. The book was printed in Copenhagen by Moeller. Of course, officials in Copenhagen were queried as to the precise date of issue, but they could find no evidence.

During the late 18th Century there were annual book fairs in Germany, and in this connection were published journals announcing the novelties. No complete set of these review journals exists in the United States or in England, so an appeal was sent to Dr. H. Merxmüller of the Botanische Staatssammlung, München and he enlisted the help of Dr. Martin Müllerott of the Bayerische Staatsbibliothek, München. The latter by using several German libraries found the several applicable volumes and notices in two of them. Below are quoted, in English translation, two letters of Dr. Müllerott :

Dr. Müllerott :

6 Feb., 1952.

As I have already supposed, there appears in the Göttingen Gelehrten Anzeigen, 94th issue, of 6 Aug. 1776, which originally appeared as « Göttingische Zeitung von gelehrten Sachen », actually on p. 795, a notice of Forskal, Flora Aegyptiaco-Arabica. It announces there : Möller has already printed in the year 1775 in 378 pages, large quarto : Flora Aegyptiaco-Arabica. If one compares this with an earlier notice of "Descriptiones animalium etc." of the same publisher, which was issued by Möller in one part consisting of 6 signatures in large quarto, which appeared on p. 562 in the 66th issues of the 3rd of June 1775 of the same magazine, and where it further says on p. 568, "Herr N [= Niebuhr] promised an early issue of the "Plant Descriptions", so it becomes very probable that the date of issue for the zoological work was the then already distant traditional Eastermass, and for the botanical work more

interesting to us, was the Michaelmass = 1 October 1775. More exact dating is surely not possible. There would now come, of course, in question the Kielische Gelehrte Zeitung of 1771-1778 which up to the present I have not as yet been able to see. Perhaps Forskals Flora has already and earlier been mentioned there, and later I will give you a more exact report on this.

Müllerott's second letter : 1 May, 1957.

Even now I have in my hand the "Kielischen Gelehrten Zeitung 1775", 5th year, in which on pages 534-536 in the 67th issue, there is a mention of Forskal : Flora Aegyptiaco-Arabica 1775. The reviewer is apparently C. C. L. Hirschfeld, the garden editor and one of the two editors. Unfortunately the individual parts bear no date of issue, but they are separately printed, as the signature wrappers show. The individual volume which, contrary to the wish of the editor, as the advance notice indicated, would have been completed in April 1776, consists of at least 100 parts — but the one I have in hand lacks the final pages. There appeared then weekly — if the magazine was distributed weekly — about two issues, so that the 67th issue should have had a publication date between the last week of August and the second week of November, 1775. That agrees with the assumption that the work had already been issued by the Michaelmass 1775, so the reviewer must have already received it some weeks earlier, that is in September if not even in August 1775. In confirmation of the schedule of issue of the magazine is a letter from St. Petersburg dated 28.2.1775, printed in the 16th issue, page 128, and one can assign a length of transport of 3-4 weeks from St. Petersburg to Kiel, considering the known conditions at that time. Consequently the 16th issue could not have appeared before the beginning of April 1775. In further agreement with this, the 17th issue included the University Announcement for the summer semester, 1775. If one reckons a similar schedule for the publication of the issues, the earliest possible time of appearance of issue 67, would be the end of September or the beginning of October for the time of publication of the review. One may accept then, upon good grounds, that the review copy must have already reached the hands of the editor by the end of August or the beginning of September 1775.

It is then clear the *Maesa* Forsk., published Oct. 1, 1775, has priority over *Baeobotrys* J. R. & G. Forst., published in late Nov. or early December 1775.

Collation of the New Genera and Species Published by the Forsters in 1775¹

The names at present correct are printed in bold face.

1. *Mniarum Biflorum* = *Scleranthus biflorus* (J. R. & G. Forst.) Hook. f., Fl. N. Z. 1: 74, 1852. This is a native of New Zealand. For none of their new taxa did the Forsters give a locality, and for only one, (*Banksia*), did they imply a locality.

¹ The numerals in the left hand margin, preceeding each plant name of the Forsters', are page references to the 1775 edition.

2. *Ancistrum Anserinaefolium* = *Acaena anserinaefolium* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 1916(4) : 484, 1917. A synonym is *Acaena Sanguisorbae* Vahl, Enum. 1: 294, 1804. Australia.
3. *Cyrtandra Biflora* = *Cyrtandra biflora* J. R. & G. Forst., the generic lectotype. See St. John, Bishop Mus., Bull. 229 : 4-5, 1966. Tahiti.
3. *Cyrtandra Cymosa* = *C. cymosa* J. R. & G. Forst, 1775, a valid species. Tanna.
4. *Banksia Gnidia* = *Pimelia Gnidia* (J. R. & G. Forst.) Banks & Soland. ex Gaertn., Fruct. 1: 186, 1788. New Zealand. *Banksia* J. R. & G. Forst., 1776 (now 1775) is a nomen rejiciendum, versus *Banksia* L. f., Suppl. Pl. 15, 1781.
4. *Banksia tomentosa* = *Pimelia tomentosa* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 2nd. Suppl. 1916 : 693, 1917. New Zealand. A valid species.
4. *Banksia prostrata* = *Pimelia prostrata* (J. R. & G. Forst.) Willd., Sp. Pl. ed. 4, 1: 51, 1797. New Zealand. A valid species.
5. *Donatia Fascicularis* = *Donatia fascicularis* J. R. & G. Forst., 1775. Straits of Magellan. A valid genus and species.
6. *Blackburnia Pinnata* = *Zanthoxylum pinnatum* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 1916: 653, 1917. A synonym is *Zanthoxylum Blackburnia* Benth., Fl. Austral. 1: 363, 1863. The genus *Blackburnia* J. R. & G. Forst., 1775, is a synonym of *Zanthoxylum* [Colden] L., 1754. Australia.
7. *Euodia Hortensis* = *Euodia hortensis* J. R. & G. Forst., 1775. Tonga Tabu. A valid genus and species. Later generic homonyms are *Euodia* Gaertn., Fruct. 2 : pl. 103, f. 2, 1790 ; and *Euodia* Bailey ex Pritchard, Hist. Infusoria 852, 1861. This genus was published as *Euodia*, and where printed the name appeared five times and each time it was spelled with an "u". Also they gave the derivation as from "εμωδία", bene odorata. Later, in 1786, the younger joint author G. Forster, reduced the genus and changed the specific epithet to *Fagara Euodia*, and listed *Evodia hortensis* Forst. as a synonym, but in this he was accepting *F. Euodia* L. f., Suppl. Pl. 125, 1781. The generic name *Euodia* was of correct derivation. There is no justification for changing the spelling to *Evodia*.
8. *Embothrium Coccineum* = *Embothrium coccineum* J. R. & G. Forst., 1775, a valid genus and species. Magellan region.
8. *Embothrium Umbelliferum* = *Stenocarpus umbelliferum* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 2nd. Suppl. 1916 : 648,

1917. This is the correct name for the type species of the genus *Stenocarpus* R. Br., published as *S. Forsteri* R. Br., Linn. Soc. London, Trans. 10 : 201, 1810. Synonyms are *E. umbellatum* L. f., Suppl. Pl. 128, 1781, which was accepted by G. Forster in 1786 ; and *S. umbelliferus* (J. R. & G. Forst.) St. John, Not. Syst. 15 : 230-232, 1956 ; and *S. umbellatus* (L. f.) Schltr. var. *Forsteri* (R. Br.) Guillaumin, Fl. Nouv. Caled. Phanerog. 105, 1948. New Caledonia.
9. *Sheffieldia Repens* = *Samolus repens* (J. R. & G. Forst.) Pers., Syn. Pl. 1 : 171, 1805. New Zealand and Easter Island *Sheffieldia* J. R. & G. Forst., 1775, is a synonym of *Samolus* [Tourn.] L., Gen. Pl. 78, 1754. New Zealand.
10. *Epacris Longifolia* = *Dracophyllum longifolium* (J. R. & G. Forst.) R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl. 556, 1810. New Zealand. *Epacris* J. R. & G. Forst., 1776 (now 1775) is a nomen rejiciendum, versus *Epacris* Cav., 1797, a nomen conservandum.
10. *Epacris Juniperina* = *Cyathodes juniperina* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club. Brit. Is., Rept. 1916 : 618, 1917. Australia. Synonyms are *C. abietina* (Labill.) R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl. 540, 1810 ; *C. acerosa* (Gaertn.) Benth & F. Muell., Fl. Austral. 4 : 170, 1868 ; and *Styphelia abietina* Labill., Nov. Holl., 1 : 48, pl. 68, 1805.
10. *Epacris Pumila* = *Pentachondra pumila* (J. R. & G. Forst.) R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl. 549, 1810. Australia and New Zealand.
11. *Baeobotrys Nemoralis* = *Maesa nemoralis* (J. R. & G. Forst.) A. DC., Linn. Soc., Trans. 17 : 134, 1834. Tanna, New Hebrides. A synonym is *M. Baeobotrys* R. & S., Syst. 4 : 226, 1819. The genus *Baeobotrys* J. R. & G. Forst., Nov. 29 or early December 1775 is a synonym of *Maesa* Forsk., Fl. Aegyptiaco-Arabica, 66, Oct. 1, 1775.
12. *Geniostoma Rupestris* = *Geniostoma rupestris* J. R. & G. Forst., 1775. New Hebrides. A valid genus and species. In the Index Kewensis this is listed as *G. rupestre*, and our subsequent 1966 Int. Code Bot. Nomencl., Rec. 75A(2) recommends that names ending in the Greek *stoma* should be neuter. However, this is advice for botanists publishing names in the future, and has no application to Forsters' previously published genus. Hence, we continue the use of the masculine *G. rupestris*.
13. *Dentella Repens* = *Dentella repens* J. R. & G. Forst., 1775, a valid genus and species. Asia and tropical Australia.
14. *Lophanthus Tomentosus* = *Waltheria tomentosa* (J. R. & G. Forst.) comb. nov. Marquesas Islands. The basonym is *Lophanthus tomentosus* J. R. & G. Forst., Char. Gen. Pl. Ins. Mar. Austral. 14, 1775.

15. *Argophyllum Nitidum* = *Argophyllum nitidum* J. R. & G. Forst., 1775. New Caledonia. A valid genus and species.
16. *Corynocarpus Laevigata* = *Corynocarpus laevigata* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. A valid genus and species.
17. *Carpodetus Serratus* = *Carpodetus serratus* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. A valid genus and species.
18. *Gynopogon Stellatum* = *Alyxia stellata* (J. R. & G. Forst.) R. & S., Syst. Veg. 4 : 439, 1819. Society and Friendly Islands. The genus *Gynopogon* J. R. & G. Forst., 1776 (= 1775) is a nomen rejiciendum, vs. *Alyxia* Banks ex R. Br., Prodr. Fl. Nov. Hol. 469, 1810, a nomen conservandum.
18. *Gynopogon Scandens* = *Alyxia scandens* (J. R. & G. Forst.) R. & S., Syst. Veg. 4 : 440, 1819. Society Islands.
19. *Melodinus Scandens* = *Melodinus scandens* J. R. & G. Forst., 1775. New Caledonia. A valid genus and species.
20. *Dichondra Repens* = *Dichondra repens* J. R. & G. Forst., 1775. New Caledonia, New Zealand, etc. A valid genus and species.
21. *Gingidium Montanum* = *Angelica Forsteriana* nom. nov., based on *Gingidium montanum* J. R. & G. Forst., Char. Gen. Pl. Ins. Mar. Austral. 21, 1775, non *A. montana* Brot., Fl. Lusit. 1 : 426, 1804 = *A. Sylvestris* L. A synonym is *A. Gingidium* Hook. f., Hdb. N. Z. Fl. 97, 1867. The genus *Gingidium* J. R. & G. Forst. is a synonym of *Angelica* L., 1754.
22. *Commersonia Echinata* = *Commersonia echinata* J. R. & G. Forst., 1775. Malaya. A valid genus and species.
23. *Schefflera Digitata* = *Schefflera digitata* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The genus *Schefflera* J. R. & G. Forst. is a nomen conservandum, vs. the nomen rejiciendum, *Sciadaphyllum* P. Br., Hist. Jamaica 190, 1756.
24. *Phormium Tenax* = *Phormium tenax* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. This is a valid genus and species.
25. *Ripogonum Scandens* = *Ripogonum scandens* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. This generic name was altered to *Rhipogonum* by Hook. f. in Fl. N. Z. 1 : 253, 1853, without discussion. There is no doubt about the derivation of the name, as the Forsters stated that it was from $\rho\acute{\iota}\psi$ = vimen : $\gamma\omicron\nu\mu$ = genu, geniculum, articulus. In the original 1775 publication, the Forsters printed the generic name four times, each time as *Ripogonum*, so there was no obscurity or confusion

about it. They took the Greek aspirate and the rho, and Latinized them as the consonant R. At no later time did they "correct" this, so their chosen spelling *Ripogonum* must stand.

26. *Gahnia Procera* = *Gahnia procera* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The new genus and species are valid.
27. *Acronychia Laevis* = *Acronychia laevis*, J. R. & G. Forst., 1775. Australia. The new genus and species are valid.
28. *Melicope Ternata* = *Melicope ternata* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The new genus and species are valid.
29. *Skinnera Excorticata* = *Fuchsia excorticata* (J. R. & G. Forst.) L. f., Suppl. Pl. 217, 1781. New Zealand. The genus *Skinnera* J. R. & G. Forst., 1775, is a synonym of *Fuchsia* L., 1754.
30. *Codia Montana* = *Codia montana* J. R. & G. Forst., 1775. New Caledonia. The new genus and species are valid.
31. *Haloragis Prostrata* = *Haloragis prostrata* J. R. & G. Forst., 1775. New Caledonia. The new genus and species are valid. There is no justification for the variant spelling *Halorrhagis* used Schindler in Engler's *Pflanzenreich* IV, 225 : 19, 1905 ; and in Hutchinson's *Families of Flowering Plants* 1 : 448-9, 1959. The names *Haloragis* and *Haloragaceae* are correctly used in the 1966 International Code of Botanical Nomenclature.
32. *Polyscias Pinnata* = *Polyscias pinnata* J. R. & G. Forst., 1775. Pacific Islands (New Caledonia ; Tahiti, collected by Forster). The genus and species are valid.
33. *Inocarpus Edulis* = *Inocarpus fagifer* (Parkinson ex Z) Fosb. emend., Wash. Acad. Sci., Jour. 31(3) : 95, 1941. Pacific Islands, New Caledonia. *Inocarpus* J. R. & G. Forst., 1776 (= 1775) is a nomen conservandum, vs *Aniotum* Parkinson, Jour. Voy. Endeavour 39, 1773, a nomen rejiciendum. Synonyms are *I. fagifer* (as *fagiferus*) Fosb., Wash. Acad. Sci., Jour. 31(3) : 95, 1941 ; and the nominal *Aniotum-fagiferum* Parkinson, Jour. Voy. Endeavour 39, 1773 ; *Aniotum fagiferum* Parkinson ex Z, Naturforscher 4 : 230, 1774 (as *Anistum*).
34. *Pemphis Acidula* = *Pemphis acidula* J. R. & G. Forst., 1775. Pacific Islands. A valid genus and species.
35. *Tacca Pinnatifida* = *Tacca Leontopetaloides* (L.) Ktze., Rev. Gen. 2 : 704, 1891. Pacific Islands, Society Islands. The genus *Tacca* [Rumph.] J. R. & G. Forst. is valid. The species is a synonym of *Leontice Leontopetaloides* L., Sp. Pl. 313, 1753.

36. *Leptospermum Scandens* = *Metrosideros fulgens* Soland ex Gaertn., Fruct. Sem. Pl. 1 : 172, t. 34, fig. 7, (1788) = 1789. New Zealand. Synonyms are *M. florida* Sm., Linn. Soc., Trans. 3 : 269, 1797 ; *M. scandens* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 1916 : 635, 1917, non Soland. ex Gaertn., Fruct. Sem. Pl. 1 : 172, t. 34, fig. 7, 1788.
36. *Leptospermum Collinum* = *Metrosideros collina* (J. R. & G. Forst.) Gray, U. S. Expl. Exped., Bot. 15(1) : 558, 1854. Tahiti.
36. *Leptospermum Ciliatum* = *Metrosideros ciliata* (J. R. & G. Forst.) Sm., Linn. Soc., Trans. 3 : 271, 1797. A synonym is *Purpureostemon ciliatum* (J. R. & G. Forst.) Gugerli, Fedde Repert. 46 : 229, 1939. New Caledonia.
36. *Leptospermum Perforatum* = *Metrosideros perforata* (J. R. & G. Forst.) A. Rich., Ess. fl. N. Z., 334, 1832. New Zealand.
36. *Leptospermum Leucadendron* = *Melaleuca leucadendra* (Stickm.) L., Mant. Pl. 105, 1767. Synonyms are *Myrtus Leucadendra* Stickm., Herb. Amb. 9, 1754 ; *Myrtus leucadendra* L., Syst. Nat. ed. 10, 2 : 1,056, 1759.
36. *Leptospermum Scoparium* = *Leptospermum scoparium* J. R. & G. Forst., 1775, var *scoparium*. New Zealand. The genus and species are valid.
36. *Leptospermum Virgatum* = *Baeckea virgata* (J. R. & G. Forst.) Andr., Bot. Repos. pl. 598, [1810]. New Caledonia. *Baeckea* was published by Linnaeus in 1753, Sp. Pl. p. 358.
37. *Decaspermum Fruticosum* = *Decaspermum fruticosum* J. R. & G. Forst., 1775. Pacific Islands. It was collected on Tahiti by the Forsters. The genus and species are valid.
38. *Barringtonia Speciosa* = *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz., Asiat. Soc. Beng., Jour. 44(2) : 131, 1876. Tahiti. The genus is valid, but the species is a later synonym. A synonym is *Mammea asiatica* L., Sp. Pl. 512, 1753. Tropical Asia and Pacific.
39. *Malloccoca Crenata* = *Grewia crenata* (J. R. & G. Forst.) Schinz & Guillaumin in Sarasin & Roux, Nova Caledonia 1 : 179-180, 1921. Friendly Islands. A synonym is *Grewia Malloccoca* L. f., Suppl. Pl. 409, 1781. The new genus *Malloccoca* is valid.
40. *Dicera Dentata* = *Elaeocarpus dentatus* (J. R. & G. Forst.) Vahl, Symb. Bot. 3 : 66, 1794. New Zealand. The genus *Dicera* is a later synonym of *Elaeocarpus* L., Sp. Pl. 515, 1753.
40. *Dicera Serrata* = *Elaeocarpus dentatus* (J. R. & G. Forst.) Vahl, Symb. Bot. 3 : 66, 1794. New Zealand. Non *E. serratus* L., Sp. Pl. 515,

1753. Synonyms are : *Aristotelia serrata* W. R. B. Oliver, N. Z. Inst., Trans. 53 : 365, 1921 ; and *A. racemosa* Hook. f., Fl. N. Z. 1 : 33-34, 1852.
41. *Euryandra Scandens* = *Euryandra scandens* J. R. & G. Forst., 1775. Synonyms are : *Tetracera Euryandra* Vahl, Symb. Bot. 3 : 71, 1794 ; *Tetracera scandens* (J. R. & G. Forst.) Däniker, Naturf. Ges. Zürich, Vierteljahrschr. 78 : Beibl. 19 : 266, 1933, non (Stickm.) Merr., Interp. Herb. Rumph. 365, 1917 ; non *Tragia scandens* Stickm., Herb. Amb. 18, 1754. The new genus and species are valid. New Caledonia.
42. *Drimys Winteri* = *Drimys Winteri* J. R. & G. Forst., 1775. The genus and species are valid. A synonym is *Wintera axillaris* (J. R. & G. Forst.) Forst. f., Fl. Ins. Austral. Prodr. 42, 1786. New Zealand.
42. *Drimys axillaris* = *Pseudowintera axillaris* (J. R. & G. Forst.) Dandy, Journ. Bot. 71: 121, 1933. New Zealand.
43. *Plagianthus Divaricatus* = *Plagianthus divaricatus* J. R. & G. Forst., 1775. The genus and species are valid. New Zealand.
44. *Crossostylis Biflora* = *Crossostylis biflora* J. R. & G. Forst., 1775. The genus and species are valid. Society Islands.
45. *Adenostemma Viscosa* = *Adenostemma Lavenia* (L.) Ktze., Rev. Gen. Pl. 1: 304, 1891. A synonym is *Verbesina Lavenia* L., Sp. Pl. 902, 1753. The genus is valid, but the species is a later synonym. Society Islands.
46. *Brachyglottis Repanda* = *Brachyglottis repanda* J. R. & G. Forst., 1775. The genus and species are valid. New Zealand.
46. *Brachyglottis Rotundifolia* = *Senecio Reinoldii* Endl., K. K. Naturhist. Hofmus., Ann. 1: 169, 1836. New Zealand. A synonym is *S. rotundifolia* (J. R. & G. Forst.) Hook. f., Fl. N. Z. 1: 149, 1853, non Stokes, Bot. Mat. Med. 4: 215, 1812.
47. *Laxmannia Arborea* = *Petrobium arboreum* (J. R. & G. Forst.) R. Br. ex Hook., Hooker's Icones, pl. 1,053, 1870. This combination is usually attributed to R. Brown, in Linn. Soc., Trans. 12: 113, 1816, but at that place the generic name and the specific epithet are not juxtaposed. St. Helena Island. The new genus *Laxmannia* J. R. & G. Forst. is a nomen rejiciendum, versus *Laxmannia* R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl. 285, 1810, a nomen conservandum. A synonym is *Spilanthes arboreus* (J. R. & G. Forst.) Forst. f., Comm. Gotting. 9: 66, 1789.
48. *Shawia Paniculata* = *Olearia paniculata* (J. R. & G. Forst.) Druce, Bot. Exch. Club Brit. Is., Rept. 1916: 638, 1917. New Zealand. The new genus *Shawia*, 1775, is a nomen rejiciendum, versus *Olearia* Moench,

- Suppl. Meth. Pl. 254, 1802. A synonym is *O. Forsteri* Hook. f., Hdb. N. Z. Fl. 127, 1864.
49. *Thelymitra Longifolia* = *Thelymitra longifolia* J. R. & G. Forst., 1775. The new genus and species are valid. Australia.
50. *Balanophora Fungosa* = *Balanophora fungosa* J. R. & G. Forst., 1775. The new genus and species are valid. New Hebrides.
51. *Artocarpus Communis* = *Artocarpus atilis* (Parkinson ex Z) Fosb., Wash. Acad. Sci., Jour. 31 (3) : 95, 1939. Cultivated far and wide in the tropics. The new genus *Artocarpus* is a nomen conservandum, versus *Sitodium* Parkinson, Jour. Voy. S. Seas 45, 1773. The Combination is based on *Sitodium altile* Parkinson ex Z, Naturforscher 4 : 240, 1774. A synonym is *Radermachia incisa* Thunb., Vet. Akad. Stockholm, Handl. 254, 1776, Nov. 4.
52. *Casuarina equisetifolia* = *Casuarina equisetifolia* Stickm., Amoen. Acad. 4 : 143, 1759. Tropics from Africa to Polynesia.
53. *Elatostema Pedunculatum* = *Procris pedunculata* (J. R. & G. Forst.) Wedd. in DC., Prodr. 16 (1) : 191, 1869. Tahiti. A synonym is *Procris Cephalida* Comm. ex Poir, Encyc. 5 : 629, 1805. The new genus and species were valid.
53. *Elatostema Sessile* = *Elatostema sessile* J. R. & G. Forst., 1775. Tropical Asia and Africa.
54. *Epibaterium Pendulum* = *Cocculus pendulus* (J. R. & G. Forst.) Diels, in Engler's Pflanzenreich IV, 94 : 237, 1910. Cape Verde Islands. The new genus *Epibaterium* J. R. & G. Forst., 1775, is a nomen rejiciendum, versus *Cocculus* A. P. DC., Syst. 1 : 515, 1818. Synonyms are *C. Epibaterium* DC., 1 : 530, 1818 ; and *Cebatha pendula* (J. R. & Forst.) Ktze., Rev. Gen. Pl. 1 : 9, 1891.
55. *Pometia Pinnata* = *Pometia pinnata* J. R. & G. Forst., 1775. Pacific Islands. The new genus and species are valid.
56. *Aleurites triloba* = *Aleurites moluccana* (L.) Willd., Sp. Pl. 4 : 590, 1805. The basynym is *Jatropha moluccana* L., Sp. Pl. 1,006, 1753.
57. *Glochidion Ramiflorum* = *Glochidion ramiflorum* J. R. & G. Forst., 1775. Tanna, New Hebrides. The new genus and species are valid. A synonym is *Phyllanthus ramiflorus* (J. R. & G. Forst.) Muell. Arg., Flora 48 : 374, 1865.
58. *Phyllachne Uliginosa* = *Phyllachne uliginosa* J. R. & G. Forst., 1775. Straits of Magellan. A valid genus and species.

59. *Ascarina Polystachya* = *Ascarina polystachya* J. R. & G. Forst., 1775. Tahiti. The new genus and species are valid.
60. *Meryta Lanceolata* = *Meryta lanceolata* J. R. & G. Forst., 1775. Tahiti. The new genus and species are valid.
61. *Maba Elliptica* = *Diospyros ellipticifolia* (Stokes) Bakh. var. *elliptica* (J. R. & G. Forst.) Fosb., Bull. Torrey Bot. Club 65 : 611-612, 1938, non *D. elliptica* Hort. ex André, Rev. Hort. 59 : 349, 1887. Tonga, Friendly Islands. The basonym is *Ferreola ellipticifolia* Stokes, Mat. Med. 535, 1812.
62. *Melicytus Ramiflorus* = *Melicytus ramiflorus* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The new genus and species are valid.
63. *Myroxylon Suaveolens* = *Xylosma suaveolens* (J. R. & G. Forst.) Forst. f., Fl. Ins. Austr. Prodr. 72, 1786. Tahiti. The genus *Myroxylon* J. R. & G. Forst. is a nomen rejciendum, versus *Xylosma* Forst. f., Fl. Ins. Austr. Prodr. 72, 1786, and versus *Myroxylon* L. f., Suppl. Pl. 233, 1781.
63. *Myroxylon Orbiculatum* = *Xylosma orbiculatum* (J. R. & G. Forst.) Forst. f., Fl. Ins. Austr. Prodr. 72, 1786. Savage (= Niue) Island. This is the type species of the genus *Xylosma*.
64. *Hedycarya Arborea* = *Hedycarya arborea* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The new genus and species are valid.
65. *Thryocephalon Nemorale* = *Cyperus Kyllingia* Endl., Cat. Hort. Acad. Vindob. 1 : 94, 1842. A doubtful identity, according to Kükenthal, Engler's Pflanzenreich IV, 20 (31-42) : 606, 1936.
66. *Aporetica Ternata* = *Allophyllus ternatus* (J. R. & G. Forst.) Radlk., in Engler & Prantl, Pflanzenfamilien 3(5) : 313, 1896. New Caledonia. The genus *Aporetica* J. R. & G. Forst., 1775, is a synonym of *Allophyllus* L., Gen. Pl. 164, 1754.
67. *Pennantia Corymbosa* = *Pennantia corymbosa* J. R. & G. Forst., 1775. The new genus and species are valid. New Zealand.
68. *Aciphylla Squarrosa* = *Aciphylla squarrosa* J. R. & G. Forst., 1775. The new genus and species are valid. New Zealand.
69. *Coprosma Foetidissima* = *Coprosma foetidissima* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. This species was selected as the lectotype of the genus by W. R. B. Olivier, Bishop Mus., Bull. 132 : 27, 1935. The new genus and species are valid.
69. *Coprosma Lucida* = *Coprosma lucida* J. R. & G. Forst., 1775. New Zealand. The genus and species are valid.

70. *Scopolia Lucida* = *Griselinia lucida* (J. R. & G. Forst.) Forst. f., Fl. Ins. Austr. Prodr. 75, 1786. New Zealand. The genus *Scopolia* J. R. & G. Forst, 1776 (=1775), is a later homonym of *Scopolia* Adans., Fam. Pl. 2 : 419, 1763, a nomen rejiciendum, and of *Scopolia* Jacq., Obs. Bot. 1 : 32, 1764 (as *Scopola*, emend. Link, 1821), a nomen conservandum.
71. *Ceodes Umbellifera* = *Pisonia umbellifera* (J. R. & G. Forst.) Seem., Fl. Vitiensis 195, 1866. Tanna, New Hebrides. The new genus was valid, but it becomes a taxonomic synonym of *Pisonia* [Plum.] L., Gen. Pl. 451, 1754. *Ceodes umbellata* Forst. f., Fl. Ins. Austr. Prodr. 93, 1786. is a later orthographic variant of the earlier *C. umbellifera* J. R. & G. Forst., 1775.
72. *Melistaurum Distichum* = *Casearia disticha* (J. R. & G. Forst.) Gray, U. S. Expl. Exped. Bot. 15(1) : 81, 1854. New Caledonia. The new genus *Melistaurum* J. R. & G. Forst., 1775, is a later synonym of *Casearia* Jacq., Enum. Pl. Carib. 4, 1760.
73. *Breynia Disticha* = *Breynia disticha* J. R. & G. Forst., 1776 = (1775). New Caledonia. The new genus *Breynia* J. R. & G. Forst. is a nomen conservandum, versus *Breynia* L., Sp. Pl. 503, 1753.
74. *Aytonia Rupestris* = *Plagiochasma rupestre* (J. R. & G. Forst.) Stephani, Herb. Boiss., Bull. 6 : 786, 1898. The new genus *Aytonia* J. R. & G. Forst., Char. Gen. Pl. Ins. Mar. Austr., 1776 (=1775). Nov. 29), was dedicated to John Townsend Aiton, director of the Royal Garden, Windsor, England. It is a nomen rejiciendum, versus *Plagiochasma* Lehm. & Lindenb. in Lehm., Pug. 4 : 13, 1832. *Aytonia* of the Forsters is an earlier homonym of *Aitonia* Thunb., Lund. Act. 1 : 166, 1776, Nov. 4, a member of the Sapindaceae from South Africa ; and of *Aytonia* L. f., Suppl. Pl. 49-50, 303, 1781, an orthographic variant of the preceding genus.
75. *Athrodactylis Spinosa* = *Pandanus* sp. dubia. Locality? Since, under their new genus *Athrodactylis*, 1775, the Forsters cited the synonym *Keura* Forssk., an available name, their genus and species were invalid. The plant is omitted by G. Forster in his Prodr. of 1786. The species is a species dubia, lacking any specific characters by which it could be identified.

References

- BANKS, Joseph and Daniel SOLANDER, 1900-1905. *Illustrations of the Botany of Captain Cook's Voyage round the World in H. M. S. Endeavour, in 1768-71, with Determinations by James Britten, F. L. S., Senior Assistant, Department of Botany, British Museum.* British Museum, London. vol. 1: 1-31, pl. 1-100, 1900. 2: 35-75, pl. 101-243, 1901. 3 : 77-102, pl. 244-318, 2 maps, 1905.
- CATALOGUE OF THE LIBRARY OF THE LINNEAN SOCIETY, 1903-1905. I-V, especially vol. 2: 501-1,038, 1904. British Museum (Natural History), London.

- COOK, James, 1777. *A Voyage Towards the South Pole and Round the World Performed in his Majesty's Ship the Resolution and Adventure In The Years 1772, 1773, 1774, and 1775*. W. Strahan and T. Cadell, London. Folio, 1: i-xl, 1-378, 36 figs.; 2: 1-396, 27 figs.
1777. *Journal of the Resolution's Voyage in 1772 1773, 1774 and 1775, on Discovery to the Southern Hemisphere*. F. Newbery, London. XIV + 328, chart. 5 pl.
- FORSKAL, Pehr, 1775. *Flora Aegyptiaco-Arabica, sive descriptiones Plantarum, quas per Aegyptum inferiorem et Arabiam Felicem detexit, illustravit Petrus Forskal*. Post mortem edidit Carsten Niebuhr. Möller, Hauniae. 1-32, I-CXXXVI, 1-220, 1 map.
- FORSTER, Joannes Reinoldus et Georgius FORSTER, 1775. *Characteres Generum Plantarum quas in Itinere and Insulas Maris Australis Collegerunt, Descripserunt, Delinearunt, Annis MDCCLXXII-MDCCLXXV*. B. White, T. Cadell & P. Elmsly. Londini. pp. 1-75, 78 pl. Folio. The plates are consecutively numbered 1-75, and there are the additional ones, 38a, 38b, and 51a.
1776. *Second edition of Characteres Generum Plantarum quas in Itinere and Insulas Maris Australis Collegerunt, Descripserunt, Delinearunt Annis MDCCLXXII-MDCCLXXV*. B. White, T. Cadell, & P. Elmsly. Londini. pp. X [ii] viii, 1-150, [4], 78 pl. Quarto.
- 1776a. Folio ed. Listed in E. Pritzel, *Thesaurus literaturae botanicae*, 110, 1871.
1779. ed. by Kerner, Johann Simon. *Beschreibungen der Gattungen von Pflanzen auf einer Reise nach der Inseln der Sued=See*. Christoph Gottfried Meantler, Stuttgart. pp. 17 + 160 + fourteen, 18 pl.
- FORSTER, George [Johann Georg Adam], 1777. *A Voyage round the world in his britannic Majesty's Sloop Resolution, commanded by Capt. James Cook, during the years 1772, 3, 4, and 5*. 2 vols. B. White, J. Robson, P. Elmsly & G. Robinson, London. 1: i-xviii, 1-602, map, 2: 1-607.
1784. *Geschichte und Beschreibung des Brodbaums*. Hessische Beitr. Gelehrsamkeit und Kunst 1: 208-232, 384-400, pl. 1-2; republished as 1784. *Vom Broadbaum* 1-47, pl. 1-2.
1786. *Florulae Insularum Australium Prodromus*. Joann C. Dieterich, Gottingae. 1-103.
- HAWKESWORTH, J., 1773. *An Account of the voyage round the world in the years 1768, 1769, 1770 and 1771 by Lieutenant James Cook*. W. Strahan & T. Cadell, London. vol. 2: I-XVI, 1-410, 22 charts and plates; 3: i-vi, 411-710, 9 charts and plates.
- HUNT, Rachel McMaster Miller, 1961. *Catalogue of Botanical Books 2 (2)*, by Allan Stevenson. Hunt Botanical Library, Pittsburgh, Pennsylvania, i-ix, 1-655.
- INTERNATIONAL CODE OF BOTANICAL NOMENCLATURE, 1966. Tenth Congress at Edinburgh. International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature. Utrecht. 1-404.
- NIEBUHR, Carsten, 1776. *Icones rerum naturalium (Forsk.)*, 1-15, pl. 1-43. Hauniae.
- PRITZEL, G. A., 1872. *Thesaurus Literaturae Botanicae*, revised ed. F. A. Brockhaus, Lipsiae. 1-577.
- SPARRMAN, Anders, ed. by Kroepelien, Teriieroo Bjarne, 1939. *Un Compagnon Suédois du Capitaine James Cook*. La coquille qui chante, A. W. Broggers, Oslo. 1-91, 2 pl. A translation of Sparrman's *Resa till Goda Hopps-Udden* . . . 1783, 1802.
- SWANN, C. Kirke, 1956. *Natural History Books From A Bookseller's Point Of View*. *J. Soc. Bibliog. Nat. Hist.*, 3 (3): 117-126.
- VAHL, Martin, 1790-1794. *Symbolae botanicae, sive plantarum tam earum, quas in itinere imprimis orientali collegit Petrus Forskal, quam aliarum recentius detectarum exactiores descriptiones, nec non observationes circa quasdam plantas dudum cognitae*. Hauniae, 1: 1-85, pl. 1-25, 1790; 2: 1-105, pl. 26-50, 1791; 3: 1-104, pl. 51-55, 1794.

REVUE DES LIVRES

COOLEY, R.A., WANDEFORDE-SMITH, G., (éditeurs), 1970. *Congress and the Environment*. Univ. Washington Press, Seattle and London. xx + 277 p., 4 tab., 6 fig. 16.0 × 23.5 cm. Relié, U.S. \$8.95,

Malgré une croissance constante des biens matériels, au cours des 30 dernières années, l'environnement humain n'a pas cessé de se détériorer. Le problème est dû, dans une large mesure, au progrès technologique et scientifique qui a donné à l'homme une force et une maîtrise sans précédent, lui permettant de manipuler — et d'altérer — le milieu qui l'entoure. Cette maîtrise et cette force ont, sans doute, apporté à l'homme aussi les bienfaits d'une société moderne mais elles ont surtout contribué à l'augmentation de la production des fumées, des eaux polluées, des radiations atomiques, des autoroutes couvertes de déchets, des cimetières d'automobiles, des paysages éventrés par des mines à ciel ouvert et des myriades d'autres affronts à la qualité de la vie. Comme le signale R. A. Cooley dans l'introduction, cette altération du milieu humain est une chose suffisamment mauvaise en soi, mais, ce qui est plus grave encore, c'est qu'elle reflète une illusion dangereuse, à savoir, que l'homme technologique peut construire une société industrielle toujours plus puissante sans se soucier de l'impact de cette dernière sur l'environnement. Ce même auteur cite, à ce sujet, R. Revelle : « *Man is using his dominance of the earth to produce the most far-reaching, sudden and drastic upset of natural conditions the world has ever seen.* » Et il ajoute ce passage du Dr Barry Commoner : « *Like the sorcerer's apprentice, we are acting on dangerously incomplete knowledge. We are, in effect, conducting a huge experiment on ourselves.* » Bien que ces citations s'adressent surtout aux Américains, le problème n'est pas limité aux seuls États-Unis d'Amérique. L'éminent physicien soviétique Andreï Sokharov décrit, de son côté, la « *senseless despoilation of the Soviet Union caused by bureaucratic and egoistical interest and sometimes simply by questions of bureaucratic prestige.* »

Il ne faudrait cependant pas croire que cette prise de conscience, que ces appréhensions et les avertissements concernant une catastrophe possible de notre environnement, datent d'aujourd'hui. Ce qui est nouveau, c'est qu'à partir de 1960 un véritable mouvement pour la sauvegarde de l'environnement est né, un mouvement qui s'est reflété dans une avalanche de livres, d'articles de revues et de journaux et d'émissions radio-télédiffusées. Parallèlement, des biologistes, des économistes, des politologues, des géographes, des architectes et des urbanistes se sont mis à examiner, pour la première fois, les problèmes fondamentaux des relations de l'homme du 20^e siècle avec son environnement. Dans le domaine politique, cette vogue d'intérêt pour l'homme et son milieu a donné naissance à un mouvement en faveur d'un nouveau type de conservation, consacré par le discours du Président Johnson prononcé, en 1965, devant le Congrès des États-Unis.

« *Our conservation must not be* » a notamment déclaré le président, « *just the classic conservation of protection and development, but a creative conservation of restoration and innovation. Its concern is not with nature alone, but with the total relation between man and the world around him. Its object is not just man's welfare but the dignity of his spirit.* »

Au cours des années qui ont suivi, le Congrès des États-Unis a voté un nombre record de lois sur la conservation de l'environnement dont les suivantes, entre autres, *Wilderness Act* ; *Open Space and Green Space programs* ; *Federal Water Project Recrea-*

tion Act; *Water Resources Research Act*; *Water Resources Planning Act*; *Solid Waste Disposal Act*; *Multiple Use Sustained Yield Act*; *Highway Beautification Act* et les mesures législatives pour contrôler la pollution de l'air et de l'eau. Il a aussi établi un nouveau Bureau de récréation en plein air et mis en application la loi de la conservation des eaux et du territoire; il a créé la Commission de révision des terrains publics et pris des mesures concernant la conservation des poissons et de la vie sauvage; il a réglementé l'utilisation des pesticides, etc. De plus, 5 nouvelles réserves du littoral, 2 parcs nationaux, 1 système de rivières scéniques, 6 aires de récréation, 4 monuments nationaux, 5 lieux de souvenir, 4 parcs et 13 lieux historiques furent établis. En somme, le Congrès a préservé, au cours des 10 dernières années, plus de superficie pour les parcs, les refuges et la récréation qu'il n'en était consommé par l'asphalte, le béton et les bulldozers. Si l'on ajoute à cela le nombre des lois votées, il n'y a pas de doute que le Congrès des États-Unis a réagi aux problèmes de l'environnement promptement et avec vigueur.

Mais, cette législation, toute impressionnante qu'elle soit, est-elle vraiment adéquate face à l'immensité et à la complexité du problème? Et, aussi, avec quel succès les lois votées ont-elles été appliquées? De plus, ces lois vont-elles vraiment permettre au peuple des États-Unis d'augmenter la qualité de sa vie? Pourront-elles orienter la science et la technologie vers un avenir où l'homme protégera vraiment la vie au lieu de la détruire? En somme, le Congrès a-t-il voté une législation qui permettra au peuple américain de faire face aux problèmes économiques, esthétiques et moraux résultant de la détérioration constante de son environnement? Ce sont ces questions-là qui furent posées à quelques scientifiques à l'occasion d'un séminar à l'Université de Washington et auxquelles ces derniers ont répondu par une série d'articles réunis dans ce volume. En général, chaque texte examine une loi se rapportant à un problème précis. L'auteur expose d'abord la nature du problème, examine ensuite, la législation proposée ainsi que les modifications qu'elle a subies au cours des délibérations et étudie, enfin, le texte final. Des sujets plus généraux sont également abordés tel le problème du coût de la qualité de l'environnement et celui des conflits entre intérêts locaux et nationaux et entre les droits de la propriété privée et l'intérêt publique.

Un épilogue, par L. K. Caldwell, termine ce livre d'actualité qui intéressera une grande variété de lecteurs, tant au niveau des gouvernements que des universités, que du public en général. Tous y découvriront des perspectives nouvelles sur les obligations de notre société face à l'utilisation de l'environnement de façon à ne pas compromettre l'épanouissement physique et spirituel des générations futures.

Miroslav M. GRANDTNER

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

ROLLIN, P., 1970. **Phytochrome, photomorphogénèse et photopériodisme**. Masson, Paris. 136 p., 39 fig., 18 tab. 16.5 × 21.5 cm. Broché, 60 FF.

Il est maintenant bien établi qu'en plus de son action dans la photosynthèse, la lumière exerce de nombreux effets sur la croissance et le développement des plantes. L'induction et l'inhibition de la germination, la croissance des cotylédons et des jeunes feuilles l'élongation des tiges, la formation et la croissance des racines, la biosynthèse de nombreux produits chimiques (anthocyanes, flavones, chlorophylles, caroténoïdes), l'induction de la floraison d'une foule d'espèces, la dormance des bourgeons et la chute des feuilles sont parmi les nombreux phénomènes physiologiques contrôlés par la lumière. L'ensemble de ces phénomènes constitue la *photomorphogénèse*.

Pour que la lumière effectue une action photochimique résultant en un acte de morphogénèse, il faut qu'elle soit absorbée par une substance chimique. En 1959, un groupe de chercheurs américains parvint, à l'aide d'un spectrophotomètre spécial, à détecter la substance photoréceptrice dans des tissus végétaux. Ils la nommèrent *phytochrome*. Il s'agit d'une chromoprotéine dont le chromophore est constitué d'une chaîne tétrapyrrolique ouverte analogue à celle des pigments accessoires (phycobilines) chez certaines algues marines. Des études ont montré que le phytochrome est un pigment universel : on l'a retrouvé dans tous les organes des plantes, dans tout le règne végétal, exception faite, peut-être, des champignons. Le pigment existe sous deux formes photointerconvertibles : l'une, P_{660} , est inactive ; elle absorbe le rouge clair (660 nm) et se transforme en l'autre forme, P_{730} , physiologiquement active. Celle-ci, éclairée par du rouge foncé (730 nm) ou à l'obscurité, revient à la forme initiale, P_{660} . Le phytochrome, P_{730} , est donc à l'origine des actes de photomorphogénèses des plantes. Après avoir décrit les différents effets morphogènes dus au phytochrome dans l'ensemble du règne végétal (chapitre 2), l'auteur précise les méthodes d'étude du pigment et discute les résultats obtenus (chapitre 3). Au chapitre 4, il est question de la réaction à haute énergie dont le spectre d'action pour certaines photomorphoses présente des maxima dans le bleu et le rouge foncé. En ce qui concerne l'action du rouge foncé (730 nm), il est démontré que le phytochrome actif, P_{730} , bien qu'en faible concentration (3%), est le seul photorécepteur. Cependant, certains effets morphogènes de la lumière de longueurs d'onde comprises entre 400 et 600 nm laissent supposer la présence de photorécepteurs autres que le phytochrome. Le chapitre 5 est sans doute le plus intéressant de cette monographie. L'auteur y présente un exposé et une critique des théories sur le mode d'action du phytochrome. À l'heure actuelle, tout indique que l'action primaire du phytochrome se situe au niveau de la perméabilité des membranes. Möhr et ses collaborateurs ont proposé la théorie de l'activation (par P_{730}) des gènes et de la synthèse d'ARNm nouveaux. La caractérisation de ces derniers a été jusqu'ici un échec complet. Les recherches se sont donc orientées vers l'identification des enzymes dont la synthèse est induite par P_{730} . Les enzymes de la biosynthèse des composés phénoliques ont surtout fait l'objet des travaux les plus importants. Au chapitre 6, l'auteur rappelle brièvement (10 pages) quelques notions indispensables à la compréhension du photopériodisme, du rôle du phytochrome et des rythmes circadiens dans l'induction florale. Il réfère le lecteur aux excellentes discussions publiées, en anglais, par Lang, Salisbury, etc. Ce faisant, il oublie qu'il ne comble pas la lacune dont il est question dans la préface. La direction de la collection a-t-elle prévu la publication d'une monographie consacrée entièrement au photopériodisme ? Au dernier chapitre, l'auteur discute des travaux sur le rôle du phytochrome dans les conditions naturelles. Il mentionne quelques applications pratiques de la photomorphogénèse en agriculture : adaptation photopériodique des espèces, photosensibilité des graines, choix des sources artificielles de lumière et choix de filtres dans les serres.

L'ouvrage du Professeur Rollin de la Faculté des sciences de Rouen, dans l'ensemble, est une synthèse excellente des connaissances acquises sur le phytochrome et les phénomènes de photomorphogénèses végétatives et florales. Le texte est concis et bien ajouré ; on y rencontre de nombreux tableaux et figures provenant d'articles originaux. La bibliographie comprend plus de 500 références à des travaux réalisés pour la plupart au cours des dix dernières années. Les chercheurs et les étudiants gradués intéressés à la biologie végétale, et plus particulièrement, les phytophysiologistes, les biochimistes et les écologistes réserveront sans nul doute un accueil enthousiaste à ce livre qui leur propose des problèmes nombreux et très importants à résoudre dans ce domaine le plus nouvellement exploré et aussi le plus fondamental de la physiologie végétale.

Henri P. THERRIEN

Département de phytotechnie
Université Laval, Québec

LECHEVALIER, H.A. and PRAMER, D., 1971. *The Microbes*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia, Toronto. 507 p., 379 fig., 45 tab. 18 × 25 cm. Cartonné, prix non indiqué.

Destiné principalement aux étudiants en microbiologie, ce manuel d'enseignement se révélera aussi très utile pour diverses catégories de chercheurs spécialisés qui veulent obtenir une vue d'ensemble sur les microorganismes ou un guide pour situer certaines espèces. Il offre de multiples avantages sur les traités généraux que nous connaissons. Réunir en un seul volume les notions essentielles et récentes sur tous les êtres microscopiques, depuis les virus jusqu'aux algues parfois géantes en passant par les bactéries, les champignons et les protozoaires, constitue un véritable tour de force. Dans cet ouvrage, les auteurs ont tenu à présenter une image d'ensemble des caractéristiques vitales de tous les groupes de microorganismes dont on reconnaît de plus en plus le rôle primordial dans la biosphère et que l'on utilise à une grande échelle pour étudier toutes les phases de la vie. Afin de parcourir ce champ immense, sans s'égarer dans le labyrinthe de la systématique et dans le dédale de la biochimie et de la biophysique et autres facettes de la microbiologie actuelle, ils ont effectué un dosage équilibré de la somme des connaissances éparses pour présenter un mélange qui nous semble cohérent. Pour chacun des groupes considérés, ils résument l'histoire des découvertes, les traits morphologiques généraux, les grandes lignes de la classification, les divers modes de reproduction et les cycles vitaux, la nutrition et le métabolisme. En outre, ils soulignent le rôle de certaines entités bien connues en tant que pathogènes ou à divers autres titres.

En guise d'introduction, les auteurs condensent en quelques 50 pages les connaissances les plus au point sur l'origine de la vie, la taxonomie générale, le métabolisme, notamment la biosynthèse, la génétique à partir de l'ADN et du code génétique, et les diverses composantes de l'immunologie. Suivent les chapitres sur chacun des groupes dont ils ont très bien choisi et illustré les traits morphologiques, et les exemples de reproduction et de la physiologie. Ils ont en outre distribué aux endroits appropriés des considérations sur l'autotrophie et l'hétérotrophie, le parasitisme animal ou végétal, la photosynthèse, le cycle vital. Les huit chapitres consacrés aux virus présentent le très grand intérêt de résumer un domaine immense tout en considérant, avec assez de détails, les notions acquises et les grandes découvertes récentes sur ces particules ultra-microscopiques et depuis les bactériophages jusqu'aux parasites des plantes et des animaux. Signalons que l'on a confié à des spécialistes la rédaction du chapitre sur les levures (J. D. Macmillan), celui sur l'avenir de la microbiologie (A.F. Langlukke), et l'introduction (S.A. Waksman, prix Nobel, découvreur de la streptomycine et maître des deux auteurs de cet ouvrage). Bien à propos, on a ajouté un glossaire de la terminologie microbiologique et des tableaux des poids et mesures usités dans ce domaine.

Le professeur H. A. Lechevalier, qui a poursuivi ses études jusqu'à la maîtrise à Québec et ses études supérieures à l'Université Rutgers sous la direction du Dr Waksman, a isolé la néomycine et la candidine et est l'auteur de plusieurs livres dont une remarquable histoire de la microbiologie. Le professeur D. Pramer, directeur des Sciences biologiques à l'Université Rutgers a écrit des manuels sur la microbiologie du sol.

René POMERLEAU

1395, Parc Champoux,
Sillery, Qué.

DOMMERGUES, Y. et MANGENOT, F., 1970. *Écologie microbienne du sol*. Masson, Paris. 796 p., 180 fig., 101 tab. 25 × 19 cm. Relié, \$45.00.

En écologie des milieux terrestres, on tient toujours compte des facteurs climatiques, des données physico-chimiques du sol et de la végétation. On décrit les strates arborescentes, arbustives, herbacées et muscinales mais le plus souvent on ignore la présence d'une dernière strate vivante, la strate microbienne. Si on voulait, à ce niveau, continuer l'étude du milieu sur une base systématique par genres et par espèces, on aurait tôt fait de s'engager dans un labyrinthe. Aussi est-il nécessaire d'étudier cette partie de la végétation de façon fonctionnelle. C'est exactement ce que Dommergues et Mangenot ont réalisé dans *Écologie microbienne du sol*. Cette façon de voir, fait ressortir le rôle prépondérant que jouent les microorganismes dans la dégradation des produits de la photosynthèse. « Trop souvent a-t-on tendance à attribuer cette fonction aux animaux qui ne sont responsables en fait que de 10 à 20% de l'oxydation biologique totale ».

Écologie microbienne du sol décrit et explicite les fonctions du sol non seulement en insistant sur les transformations énergétiques et biochimiques que les microorganismes effectuent mais aussi en faisant ressortir comment les différents facteurs du milieu affectent les populations microbiennes responsables de ces transformations. Les cycles écologiques du carbone, de l'azote et des autres éléments minéraux sont traités dans une perspective très large de sorte que les principes mis de l'avant sont applicables aux milieux les plus variés. Cette même remarque tient pour les chapitres traitant des facteurs physiques du sol.

Les auteurs ont accordé quelque 130 pages à la rhizosphère et aux associations symbiotiques racinaires. Leur présentation est concise et témoigne d'une parfaite mise à jour de la littérature. Les références ont été choisies judicieusement parmi la littérature récente et elles sont aussi abondantes qu'on puisse le souhaiter. *Écologie microbienne du sol* est un excellent travail non seulement en microbiologie du sol mais aussi en écologie générale. En effet, le lecteur perspicace y trouvera un certain sens du dynamisme des écosystèmes que seul l'étude des microorganismes peut apporter à cause du rythme d'activité particulièrement exhubérant de ces organismes.

J. André FORTIN

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

REYES-CASTILLO, P., 1970. *Coleoptera, Passalidae: Morphologia y Division en Grandes Grupos; Generos Americanos*. *Folia Entomologia Mexicana*, nos 20-22. Sociedad Mexicana de Entomologia, Mexico. 240 p., 86 ill. 17.0 × 24.5 cm. Broché, prix non-indiqué.

Grâce à la Société entomologique du Mexique, vient de paraître une autre contribution intéressante sur les coléoptères Scaraboidea. Ce travail de Pedro Reyes-Castillo, qui porte sur les Passalidae américains, sera sûrement apprécié par les spécialistes de ce groupe. L'auteur se base sur l'examen de plus de 5,000 spécimens de cette famille et, bien entendu, d'une grande partie du matériel type. L'étude comprend, dans une première section, la morphologie des Passalidae et l'examen des caractères morphologiques vis-à-vis leur utilisation pour la détermination des espèces. La deuxième section du travail traite de la systématique des Passalidae américains, avec synonymie, diagnostique, distribution écologique et discussion de chaque genre.

Les conclusions de l'auteur ne seront peut-être pas acceptées d'emblée par tous les coléoptéristes; cependant, à la lumière des arguments présentés, les simplifications sug-

gérées semblent très à propos. L'auteur divise la famille Passalidae en deux sous-familles, au lieu des sept connues précédemment, en se basant sur de bons critères morphologiques internes et externes. La première sous-famille (Aulacocyclinae), plus homogène, ne renferme que 5 genres de distribution orientale. La deuxième sous-famille (Passalinae), beaucoup plus complexe, renferme 52 genres de distribution néotropicale et pantropicale. Il va sans dire que cette nouvelle prise de position représente un bouleversement considérable de certains genres acceptés jusqu'ici. Pour les coléoptéristes canadiens, par contre, les changements sont très simples puisque nous n'avons qu'un seul genre de cette famille dans notre faune. Désormais l'ancien *Passalus*, devenu *Popilius* par la suite, portera le nom de *Odontotaenius*.

Nous n'avons qu'à remercier l'auteur de cet intéressant travail.

René BÉRIQUE

Département de biologie
Université Laval, Québec

ANONYME, 1970. *Remote Sensing*. With special reference to agriculture and forestry. National Academy of Sciences, Washington, D.C. XIII + 424 p., 25 color plates. 16 × 23.5 cm. Clothbound, US \$12.95.

The Agricultural Board of the U.S. National Research Council has got a merit of being the first to pioneer the non-military application of remote sensing. In 1960 it recommended formation of a special Committee on Remote Sensing for Agricultural Purposes at the National Research Council in order to facilitate introduction of new, more effective methods for control, mapping and management of agricultural and forestry resources. This book is a report by the Committee on Remote Sensing at the end of the first decade of its activity.

Remote sensing is divided into nine, self contained chapters written by ten editing and eighteen contributing authors. In the first chapter some of the basic terms are defined and the needs for remote sensing in agriculture and forestry outlined. The potential applications are worked out in detail in chapter four, which will be the most rewarding one for those readers who would like to find out the capability of remote sensing in the solution of their specific problems in the field of earth resource inventories. Chapters two and three contain state-of-the-art review of photographic and non-photographic sensors applicable to remote sensing. Chapters five, six and seven are the « ground truth » chapters dealing with the interactions of plant, soil and water surfaces with electro-magnetic radiation. Notably chapter seven, on field spectroscopy, will be of a special interest to agriculturists and foresters using remote sensing techniques. It describes the methodology and instrumentation for measurement of reflectance, emittance and radiance spectra of vegetation and soils in their natural environment thus enabling the construction of spectral signatures unique to a given surface feature. The utilization of these in situ spectral signatures for the reduction of remotely sensed data and for classification procedures is elaborated in chapter nine. The basic statistical problems involved in data processing are explained in chapter eight. This chapter is documented with examples of current programs of agricultural statistics which are indicative for the extent to which data obtained by remote sensing may be applied in areas of different stages of development.

The content is well balanced between physical theory, instrumentation, data handling and applications of remote sensing to the earth resource fields. It should provide adequate inside knowledge of principles and capabilities of remote sensing systems both for the actual and would-be nontechnical users.

The book suffers by a number of omissions and inaccuracies which, nevertheless, do not seriously harm its value. Stricter editorial policy would be advantageous for a book written by twentyeight authors in order to avoid overlapping discussions. An index would assist the user and is really essential in any reference-type publication. The intentional exclusion of television systems is regrettable because a vidicon camera will be included in the remote sensing module of the Earth Resources Technology Satellite ERTS scheduled for launching in 1972. Applications of TV imagery from TIROS and ITOS satellites for weather forecasting would itself have justified its inclusion. Another notable omission is data preprocessing which is inevitable, considering the amount of data generated by the remote sensing systems, for the successful interpretation of more complex object scenes. Furthermore, in chapter two, the values 5 : 1 to 10 : 1 cited as characteristic for the object contrast ratio in high and very high altitude aerial photography are rather high. Generally accepted object contrast ratio for aerial photography is 1.6 : 1. Consequently, the film resolution values for the latter ratio are less than half of those in table I, chapter two. A direct relation between the photographic resolution and the object size, as in page 69, is non-existent and should be avoided. The criticism of color negative film page 50 is outdated and the new Kodak Aerocolour Negative Film 2445 is especially suited for the earth resources aerial surveys.

Undoubtedly, this timely book will help to bridge the communication gaps between system engineers, image analysts and potential users and as such it has been long overdue. It will serve and can be recommended as an excellent introduction to the fast growing field of remote sensing and its potential applications to agriculture and forestry.

Zdenek KALENSKY

*Département de photogrammétrie
Université Laval, Québec*

WRIGHT, H. J., (éditeur), 1969. **Quaternary geology and climate**. National Academy of Science, Washington. Publ. No. 1701, 162 p., 88 fig., 14 tab. 21.6 x 27.8 cm. Broché, prix non indiqué.

Sous ce titre sont réunies 23 communications présentées au VII^e congrès de l'Association internationale pour l'étude du quaternaire (INQUA), tenu à Boulder (Colorado), en 1965. Il s'agit du seizième volume des comptes rendus des séances du congrès. À ceux qui se laisseraient séduire par le titre, nous signalons qu'il ne s'agit pas d'un manuel de type classique centré sur une idée directrice ni d'une synthèse de nos connaissances sur le sujet, mais d'un recueil de textes relatifs à la géologie du quaternaire et au climat, les sujets abordés allant des climats de l'Europe au cours du Quaternaire, à l'utilisation des satellites pourvus de radar pour étudier les conditions glaciologiques de l'Antarctique, en passant par les rapports entre la composition lithologique du till et celle du substrat, ceux entre les facteurs tectoniques et structuraux et les principaux éléments du relief des zones alpines de l'URSS, les conséquences de l'isostasie sur les variations du niveau de la mer, le bilan hydrologique d'un kettle des prairies, etc.

L'éditeur a groupé certaines communications présentées au congrès sous quatre thèmes principaux: changements climatiques (7), géologie glaciaire (9), géologie non glaciaire (4) et géologie littorale (3). La plupart des textes sont courts: 70% ont 5 pages ou moins; 80%, 7 pages ou moins; 20% seulement ont plus de 10 pages. La qualité varie également beaucoup d'un texte à l'autre. De courts exposés voisinent avec des études fouillées et bien documentées; certaines études sont très spécialisées, d'autres très générales. Chaque article est précédé de deux résumés; l'un en anglais et l'autre en allemand (63,5%)

ou en français (36,5%). Plusieurs résumés en français ont l'insigne qualité d'être farcis de fautes et d'être mal rédigés. Les sujets abordés se rapportent aux régions suivantes : 30% respectivement à l'Europe et à l'URSS, 15% au Canada, 10% aux U.S.A., 5% respectivement à l'Afrique, à l'Antarctique et à l'Australie.

L'étude de Kaiser sur le climat de l'Europe au cours du Quaternaire constitue une belle synthèse qu'il vaut la peine de connaître. Le texte de Colquhoun sur les terrasses côtières de la Georgie et des Carolines, celui de Leontyev sur la transgression flandrienne et la genèse des flèches littorales d'avant-côte, celui de Higgins sur les effets isostatiques des changements du niveau de la mer et celui de Temple sur les anciennes lignes de rivage du lac Nabugabo (Uganda), constituent de bonnes études qui méritent au moins une lecture attentive. Le texte de Temple (p. 119-129) aurait dû, à notre avis, apparaître dans la section géologique littorale.

Les ouvrages de cette nature ont un caractère dichotomique qui rend difficile une appréciation juste de leur valeur réelle. D'une part, ils ont l'avantage de réunir sous une même couverture des textes qui seraient dispersés dans de nombreux périodiques et probablement publiés en plusieurs langues, ce qui en réduirait considérablement la diffusion; de l'autre, ils souffrent d'un manque évident d'unité et présentent des inégalités trop marquées. Le lecteur non averti qui se laisse séduire par le titre de l'ouvrage constate avec déception la disparité des sujets abordés et le manque de lien logique entre les différents textes, surtout quand l'éditeur néglige de tisser la toile de fond sur laquelle pourraient se greffer les divers éléments contenus dans le recueil. Ces quelques réserves faites, il paraît évident que cet ouvrage rendra certains services aux chercheurs et aux étudiants en leur permettant de mieux comprendre certains aspects de l'environnement.

JEAN-CLAUDE DIONNE

*Laboratoire de recherches forestières,
Ministère des pêches et forêts, Québec.*

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

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

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

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

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

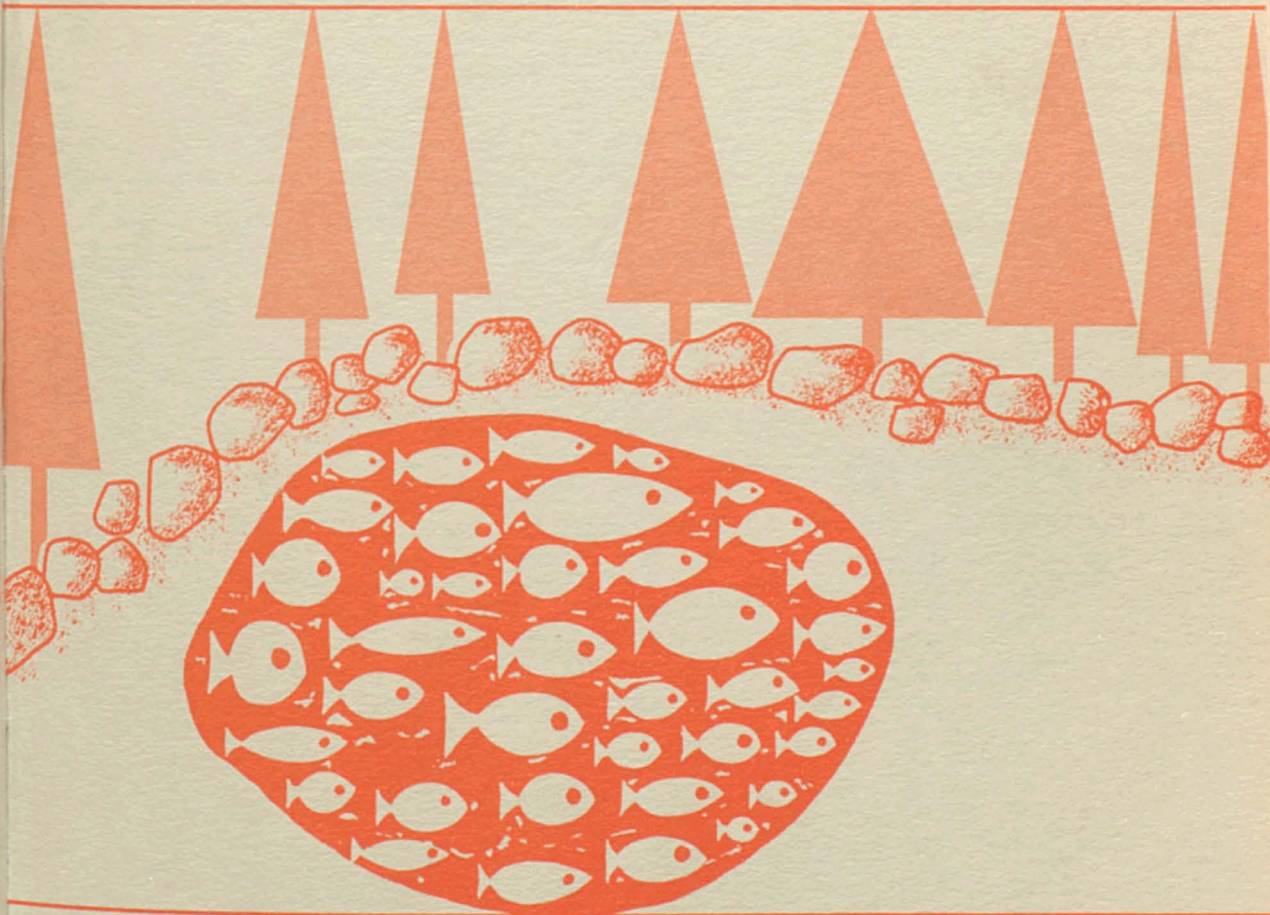
Sommaire

Jacques Rousseau 1905-1970	RENÉ POMERLEAU	215
Anatomical studies in cotton-thorn, <i>Tetradymia axillaris</i> A. Nels	TYGE W. BÖCHER	225
<i>Silva ad silenologiam</i> . 3. Données cytologiques sur les <i>Silene</i> L. sect. <i>Physolychnis</i> (Bentham) Bocquet (Caryophyllaceae)	GILBERT BOCQUET et CLAUDE FAVARGER	251
Observations sur la flore et la végétation des environs de Puvirnituaq (Nouveau-Québec)	MARCEL BOURNÉRIAS	261
Etudes sur la flore du Saguenay. IV. Notes sur quelques ptéridophytes	RICHARD CAYOUILLE	319
Le genre amélanchier au Québec	LIONEL CINQ-MARS	329
Influence de l'ozone et de l'anhydride sulfureux sur la régénération des feuilles de <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw	GILBERTE COMEAU et FABIOUS LEBLANC	347
The variety of coenotypes in vascular plants and the spectrum of their distribution in several communities. I. Definition and test	PIERRE DANSEREAU	359
Canada Onion : its method of spread into Canada	WILLIAM G. DORE	385
Contribution à la régionalisation du St-Laurent	BENOIT GAUTHIER	401
A propos des propriétés hallucinogènes du <i>Psilocybe semilanceata</i>	ROGER HEIM	415
The introduced flora element in central Québec-Labrador peninsula	ILMARI HUSTICH	425
Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans	ESTÈLE LACOURCIÈRE et MIROSLAV M. GRANDTNER	443
Variations mineures et extensions d'aires dans la flore du Québec	ERNEST LEPAGE	461
Polyploidie et géobotanique	ASKELL LÖVE et DORIS LÖVE	469
Relations sol-végétation en basse Péribonka. I. Les groupements végétaux	SERGE PAYETTE et VICTORIN LAVOIE	495
Vegetation and the animal habitat	NICOLAS POLUNIN	515
Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. I. Caractères généraux	CAMILLE ROUSSEAU	529
Co-ordinated studies of parasitic fungi and flowering plants	D. B. O. SAVILLE	535
The date of publication of Forsters' <i>Characteres generum plantarum</i> and its relation to contemporary works	HAROLD ST. JOHN	561
Palisot de Beauvois' <i>Agrostographie</i> and Paris herbaria	FRANS A. STAFLEU	553
REVUE DES LIVRES		583

Volume 98,
n° 4,
juillet-août 1971

PROPRIÉTÉ DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Université Laval*

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

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

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

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

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

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

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Service de la faune
du Québec*

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

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

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

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

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

Abonnement annuel

au Canada : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

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

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Juillet-Août

No 4

INVENTAIRE DES FOURMIS DE LA STATION DE BIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, ST-HIPPOLYTE, QUÉBEC (HYMENOPTERA : FORMICIDAE) ¹

M. LETENDRE ², A. FRANCOEUR ³, R. BÉIQUE ⁴ et J.-G. PILON ⁵

Résumé

En guise d'introduction à une étude écologique détaillée des fourmis de la Station de biologie de l'Université de Montréal, les auteurs ont effectué un inventaire qualitatif de la faune myrmécologique de ce territoire. Vingt-neuf espèces de fourmis, appartenant à quatre sous-familles, y ont été recensées ; pour certaines, il s'agissait-là d'une extension significative de leur aire de distribution. Nous énumérons ces espèces selon leur position systématique, en indiquant pour chacune : le nombre de colonies récoltées, l'habitat, le ou les micromilieus de nidification utilisés, de même qu'un certain nombre de notes écologiques et éthologiques.

Abstract

As an introduction to a detailed ecological study on the ants of the Station de biologie de l'Université de Montréal, at St-Hippolyte, Québec, the authors carried out a qualitative survey of the myrmecological fauna of this territory. Twenty-nine species, belonging to four sub-families, have been found ; in some cases this represent a significant increase in the distribution range of these species. For each of the taxa mentioned we give: the number of collections, the habitat(s), the nesting site(s), and a number of ecological and behavioral notes.

Introduction

Alors que dans plusieurs autres pays du monde, notamment en Europe et aux États-Unis, les fourmis étaient l'objet d'un intérêt croissant de la part

¹ Travail effectué dans le cadre du Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal.

² Département de biologie, Université Laval, Québec 10^e.

³ Section de biologie, Université du Québec à Chicoutimi.

⁴ Musée du Québec, Département de biologie, Université Laval.

⁵ Département des sciences biologiques, Université de Montréal.

des chercheurs et des économistes, presque rien — exception faite des travaux de Provancher (1881, 1889) — n'était connu, jusqu'à tout récemment, sur la faune myrmécologique des principales régions du Québec. Pendant près de 80 ans en effet, toutes les connaissances nouvelles apportées sur le sujet se résumaient essentiellement à quelques résultats d'infestations ou d'inventaires généraux et aux données contenues dans le volume de Creighton (1950) et dans le catalogue de Muesebeck *et al.* (1951).

Toutefois, les derniers travaux de Francoeur (1965, 1966a, 1966b, 1966c et 1968), de Francoeur et Béique (1966 et 1968), Béique et Francoeur (1966 et 1968), et de Finnegan (1966) sur la systématique, l'écologie et la distribution des fourmis du Québec visent maintenant à combler cette lacune. Un certain nombre de régions ont déjà fait l'objet d'un inventaire qualitatif et parfois même quantitatif, de la part de ces chercheurs. Le présent recensement se veut un pas de plus vers un inventaire exhaustif de la faune myrmécologique de notre territoire.

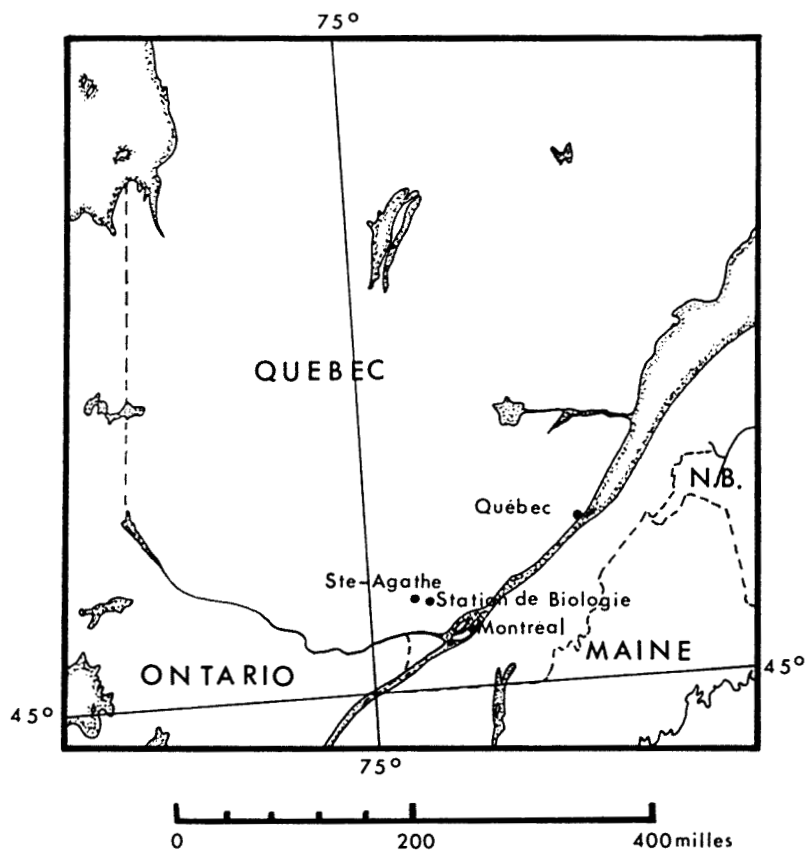


FIGURE 1. Carte du Québec, indiquant la position relative de la région d'étude (Station de biologie).

LA STATION DE BIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

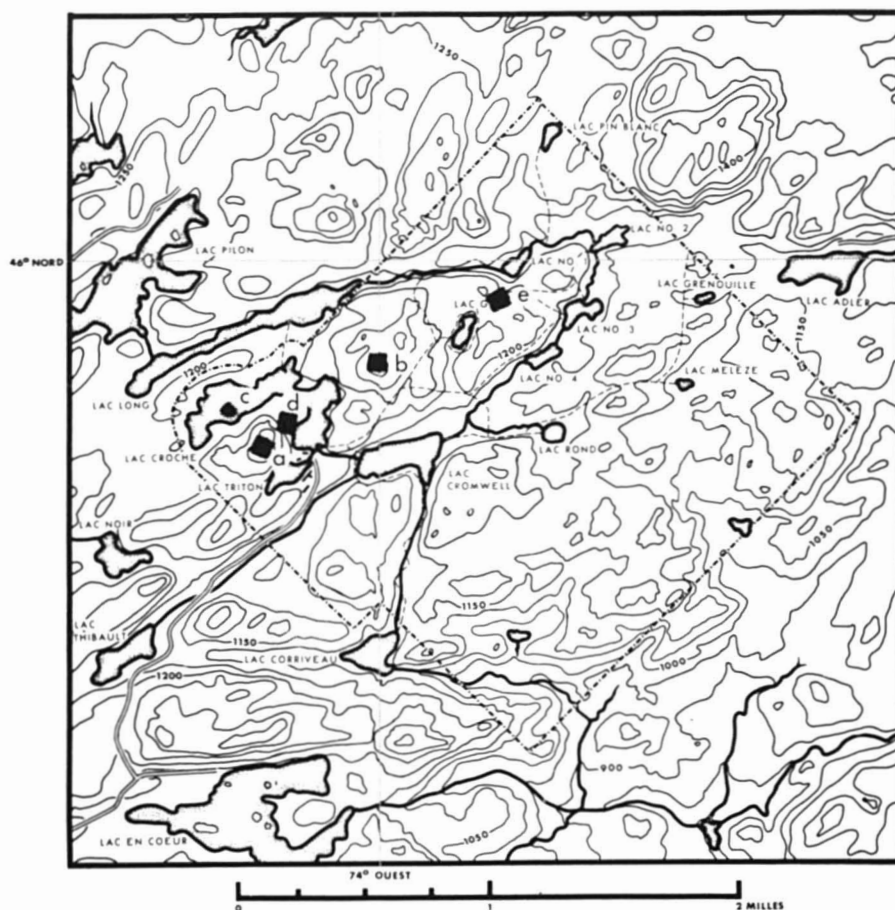


FIGURE 2. La Station de biologie de l'Université de Montréal: géomorphologie et position relative des principaux milieux inventoriés; a - Érablière à sucre, b - peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables, c - peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins, d - peuplement de Bouleaux, e - peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables.

Description de la région inventoriée

La région inventoriée est une zone rectangulaire d'environ 9 kilomètres carrés (3.5 milles carrés), située au croisement du 46° de latitude nord et du 74° de longitude ouest, soit à quelques 80 kilomètres (50 milles) au nord-ouest de Montréal et quelques 32 kilomètres (20 milles) au nord de Saint-Jérôme, dans le comté de Terrebonne, Québec (figures 1 et 2).

Ce territoire appartient à la région laurentienne, telle que définie par Dansereau (1943). Il s'agit toutefois d'un ensemble jeune, en pleine voie de développement, qui diffère sensiblement, au point de vue de sa constitution, du reste de la région laurentienne par suite d'un immense feu de forêt qui ravagea

son territoire, de même qu'une bonne partie de la région environnante, vers les années 1920-1922. Le sol et la végétation furent, semble-t-il, les éléments les plus affectés, car ils montrent le plus de modifications par rapport au milieu original.

Au point de vue structural, le territoire occupe la limite sud de ce qu'on appelle le Bouclier canadien et son altitude moyenne se situe aux environs de 350 à 365 mètres (1,150 à 1,200 pieds) au-dessus du niveau de la mer. Le sol, avec son horizon A₂ fortement délavé, possède les caractéristiques typiques des podzols; l'humus de surface, pour sa part, est presque exclusivement un humus de type mor, plus ou moins développé selon les différents habitats dans lesquels on le rencontre. Tout comme la majeure partie du Québec, la région est soumise à un climat rigoureux, en l'occurrence des hivers très froids et des étés très chauds entrecoupés de saisons plus stables et plus courtes, caractérisant un climat tempéré-continentale.

La végétation appartient selon toute évidence à la zone des forêts mixtes. Ceci est démontré notamment par la présence de nombreuses essences caducifoliées croissant à l'intérieur des peuplements conifériens typiques, là où le milieu original semble avoir été conservé. Le feu n'a laissé que très peu d'endroits intacts toutefois, et dans son ensemble, la région présente l'image de peuplements éphémères et en perpétuels changements. Les principales essences végétales qu'on y rencontre sont le Bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.), le Peuplier (*Poepulus* sp.), l'Érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), l'Érable rouge (*A. rubrum* L.), le Sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), le Thuya de l'Est (*Thuja occidentalis* L.) et l'Épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.).

Inventaire préliminaire

Durant l'automne de 1966 et au début de l'été de 1967, Béique et Francoeur ont effectué un inventaire préliminaire de la faune myrmécologique de la Station de biologie. Ils ont trouvé à cette époque 22 espèces de fourmis, ce qui représente un nombre relativement élevé pour un territoire aussi restreint. Cette liste s'est depuis allongée par suite des visites subséquentes faites par ces derniers dans la région, de même que par les recherches du premier auteur et elle comprend maintenant un total de 29 espèces disséminées un peu partout sur le territoire d'étude. Nous énumérons ici ces espèces selon leur position systématique, en indiquant pour chacune: l'ouvrage de référence pour l'identification, le nombre de colonies récoltées, l'habitat, les micromilieus de nidification utilisés, de même qu'un certain nombre de notes écologiques et éthologiques.

Les ouvrages de Creighton (1950) et de Wheeler et Wheeler (1963) ont servi de base à l'identification de près de la moitié des espèces. Nous

avons utilisé pour les autres soit des révisions récentes, soit des révisions actuellement en cours ; ces dernières ont été employées dans les cas strictement inévitables. Les micromilieus de nidification reconnus suivent la classification mise au point par Francoeur et Maldague (1966).

Liste des espèces

Ponerinae

1. *Ponera pennsylvanica* Buckley

Taylor, R. W., 1967. Pacific Insect Monogr. 13: 1-112.

Nombre de collections : 8

Habitats : lieux semi-ouverts et ouverts. Peuplement de Bouleaux ; peuplement de Pins blancs et de Peupliers ; bord de lac.

Micromilieus de nidification : sol organique sous mousses et lichens, reposant le plus souvent sur un socle rocheux.

Myrmicinae

2. *Myrmica discontinua* Weber

Béique, R. Revision taxonomique des espèces néarctiques du genre *Myrmica*. En préparation. Cette espèce a le statut de sous-espèce dans Creighton (1950). Elle ne peut être identifiée à l'aide de la table d'identification de ce dernier.

Nombre de collections : 3.

Habitats : lieux complètement ouverts et humides. Amas de sphaigne, de *Kalmia* et de *Ledum* sur lac et en bordure de lac.

Micromilieu de nidification : sphaigne.

M. discontinua est une espèce qui habite, au Québec, les lieux humides ou très humides ; il n'est donc pas surprenant de l'avoir rencontrée dans de tels endroits, au niveau de la région d'étude. La base des nids récoltés était presque toujours imbibée d'eau. Soulignons ici que *M. brevispinosa* Wheeler, à laquelle on associait auparavant la forme *M. discontinua*, se rencontre pour sa part dans des lieux beaucoup plus secs, par exemple dans les biotopes sablonneux à végétation herbacée ou arbustive discontinue.

3. *Myrmica emeryana* Forel

Béique, R. Ibidem. En préparation. Le concept actuel de *M. emeryana* (Creighton, 1950 et Wheeler et Wheeler, 1963) s'applique à deux espèces distinctes. Une première correspondant à la série des types est demeurée méconnue, alors que la deuxième, qui devra porter un autre nom qu'*emeryana*, correspond à la forme que les auteurs désignent sous ce dernier nom.

Nombre de collections : 4.

Habitats : lieux semi-ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables-Thuyas ; peuplement de Bouleaux ; pente arbustive.

Micromilieux de nidification : sol organique et minéral sous mousses.

M. emeryana est une espèce fréquente dans les forêts du nord et du centre des États-Unis, mais elle semble atteindre ici la limite nord de son aire de distribution ; ceci pourrait expliquer, en partie, sa très faible abondance dans les différents peuplements forestiers étudiés.

4. *Myrmica* sp. (= *emeryana* des auteurs)

Béique, R. Ibidem. En préparation. Voir *M. emeryana*.

Nombre de collections : 27.

Habitats : lieux semi-ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Bouleaux ; peuplement humide de Thuyas. Elle se rencontre à l'occasion dans des lieux ouverts (bord de route ; îlot) ou fermés (peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables).

Micromilieux de nidification : branche morte (sèche ou en décomposition) ; tronc mort ; souche ; sol sous bois mort ; bois pourri enfoui.

Myrmica sp. est l'une des formes les plus caractéristiques de la région étudiée et, selon Béique (étude en cours), sa limite sud se situerait vers le nord des États-Unis avec quelques extensions plus méridionales dans les régions montagneuses de l'ouest de l'Amérique. Malgré sa grande abondance toutefois, cette espèce est presque exclusivement limitée aux lieux semi-ouverts. Une colonie fut trouvée à la base d'un vieux sapin en compagnie de pucerons du genre *Cinara*⁶.

5. *Myrmica kuschei* Wheeler

Béique, R. Ibidem. En préparation. Cette espèce a le statut de sous-espèce dans Creighton (1950).

Nombre de collections : 6.

Habitats : lieux semi-ouverts. Peuplements de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables et peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables.

Micromilieux de nidification : branche morte ; tronc mort.

Il s'agit ici d'une fourmi typiquement boréale qui affectionne d'une façon particulière les peuplements conifériens ouverts. *M. kuschei* a été rencontrée à une occasion sous forme de colonie polygyne et il semble qu'un tel phénomène soit assez fréquent chez cette espèce.

⁶ Identifié par Luc Jobin, Service de la recherche, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec.

6. *Aphaenogaster rudis* Emery

Creighton, W. S., 1950. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard 104 : 147-148.

Nombre de collections : 4.

Habitats : lieux semi-ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Pins-Peupliers et peuplement de Sapins-Thuyas-Peupliers.

Micromilieu de nidification : sol sous litière, avec une partie dans bois pourri enfoui ; sol sous roche.

7. *Crematogaster cerasi* Fitch

Buren, W. F., 1968, J. Georgia Entomol. Soc. 3(3): 91-121.

Nombre de collections : butineuses seulement.

Habitat : lieu ouvert. Pente arbustive et rocheuse avec Peupliers et Sapins.

Micromilieu de nidification : inconnu.

Cette mention constitue une extension de l'aire de distribution de cette espèce vers le nord.

8. *Stenamamma diecki* Emery

Smith, M. R., 1957. Amer. Midl. Natur. 57(1): 133-174.

Nombre de collections : 72.

Habitats : lieux fermés ou relativement fermés. Peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; Érablière à sucre ; peuplement de Bouleaux. Elle se rencontre assez fréquemment aussi dans des lieux semi-ouverts (peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; sentier dans peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins) et même dans des lieux ouverts (orée d'un peuplement de Bouleaux ; zone déboisée).

Micromilieu de nidification : bois pourri enfoui ; sol sous roche ; sol sous mousses et lichens ; branche morte et brindille ; sol minéral sans couverture immédiate ; tronc mort ; souche ; noeud pourri et carbonisé.

S. diecki est certainement, de toutes les espèces récoltées, celle qui montre la plus grande adaptation aux habitats sylvoles dans la région d'étude ; non seulement constitue-t-elle la forme dominante par le nombre de ses colonies dans tous les peuplements inventoriés, mais c'est également celle qui possède la répartition la plus uniforme à l'intérieur de ces peuplements. La distribution de cette espèce au Québec a été révisée récemment par Francoeur (1966c).

9. *Stenamamma schmitti* Wheeler

Smith, M.R., 1957. Ibidem.

Nombre de collection : 1.

Habitat : lieu semi-ouvert. Peuplement de Bouleaux.

Micromilieu de nidification : sol sous roche.

Il s'agit de la deuxième mention de cette espèce pour le Québec, Francoeur (1966a et 1966b) l'ayant rencontrée précédemment à cinq reprises dans les Érablières à sucre de la région de Québec.

10. *Leptothorax ambiguus* Emery

Creighton, W. S. 1950. Ibidem, p. 261-263.

Nombre de collections : 2.

Habitats : lieux semi-ouverts et ouverts. Peuplement de Bouleaux ; îlot tourbeux.

Micromilieu de nidification : branche morte.

11. *Leptothorax longispinosus* Roger

Creighton, W. S., 1950. Ibidem, p. 264.

Nombre de collections : 6.

Habitats : lieux ouverts. Surfaces rocheuses exposées dans peuplement de Bouleaux et dans peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables-Sapins.

Micromilieus de nidification : espace aménagé entre deux roches superposées ; sol sous roche ; sol sous mousses.

La distribution restreinte et le comportement nidificateur très particulier de *L. longispinosus* dans les milieux étudiés semblent indiquer que cette espèce aurait atteint, ici, la limite nord de son aire de distribution. Cette fourmi serait absente dans la région de Québec, qui n'est située qu'à quelques degrés de latitude plus au nord.

12. *Leptothorax muscorum* (Nylander)

Brown, W. L., 1955. Ent. News 66: 43-50.

Nombre de collections : 19.

Habitats : lieux ouverts ou semi-ouverts. Surfaces rocheuses dénudées ; îlot tourbeux ; peuplement de Thuyas-Épinette-Sapins ; peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplements de Bouleaux. Il arrive parfois de rencontrer cette fourmi dans des endroits beaucoup plus fermés comme les peuplements de Sapins-Bouleaux-Érables.

Micromilieus de nidification : branche morte et brindille surtout ; souche ; tronc mort ; noeud pourri et carbonisé ; sol sous mousse.

L. muscorum est une fourmi très bien adaptée à la région d'étude, comme en témoigne sa présence dans des milieux aussi variés qu'une forêt de conifères boréale ou un îlot rocheux exposé. Deux colonies polygynes de cette espèce, renfermant respectivement 14 et 12 femelles aptères, ont été récoltées.

*Dolichoderinae*13. *Dolichoderus plagiatus* (Mayr)

Creighton, W. S., 1950. *Ibidem*, p. 335.

Nombre de collections : butineuses seulement.

Habitat : lieu ouvert. Pente arbustive et rocheuse avec Peupliers-Sapins-Pins.

Micromilieu de nidification : inconnu.

Provancher (1889) avait signalé la présence de cette espèce au Lac Sergeant, Comté de Portneuf, à une trentaine de milles au nord-ouest de la ville de Québec.

14. *Dolichoderus taschenbergi* (Mayr)

Creighton, W. S., 1950. *Ibidem*, p. 336.

Nombre de collections : 4.

Habitats : lieux ouverts et semi-ouverts. Brûlé avec repousses en Bouleaux ; peuplement de Bouleaux-Peupliers-Saules et orée d'un peuplement de Bouleaux-Sapins-Érables.

Micromilieu de nidification : sol sous-monticule de chaume.

Cette fourmi fut rencontrée à plusieurs reprises en compagnie de pucerons, sur des jeunes plants de Saules et de Bouleaux. Le début de ce qui semblait être un vol nuptial fut de plus observé durant l'avant-midi du 17 juin 1969, alors que de nombreux mâles et ouvrières s'affairaient sur le sol et sur des feuilles basses situées près du nid ; aucune femelle n'a été entrevue à ce moment toutefois.

15. *Tapinoma sessile* (Say)

Creighton, W. S., 1950. *Ibidem*, p. 353.

Nombre de collections : 9.

Habitats : lieux semi-ouverts et ouverts. Peuplement de Bouleaux ; peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Bouleaux-Thuyas-Sapins ; orée d'un peuplement de Bouleaux.

Micromilieus de nidification : sol organique surtout (dans et sous litière) ; sol sous roche ; sphaigne ; branche morte.

Malgré sa très grande tolérance et sa très grande activité, cette petite fourmi ne semble pas tout à fait à son aise au niveau de la région d'étude ; en effet, seuls les lieux relativement ouverts et exposés paraissent propices à

son établissement. La latitude ne constituerait pas un facteur limitant dans ce cas-ci.

Formicinae

16. *Brachymyrmex depilis* Emery

Creighton, W. S., 1950. Ibidem, p. 359.

Nombre de collections : 5.

Habitats : lieux ouverts. Affleurement rocheux exposé dans peuplement de Bouleaux et dans peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; zone arbustive sur socle rocheux.

Micromilieu de nidification : sol sous mousses.

17. *Camponotus herculeanus* (Linné)

Creighton, W. S., 1950. Ibidem, p. 366-367.

Nombre de collections : 4.

Habitats : lieux semi-ouverts et habitations humaines. Peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables ; peuplement de Bouleaux.

Micromilieus de nidification : souche ; sol minéral ; bois de charpente.

Cette fourmi prédomine dans les milieux conifériens. C'est aussi l'une des espèces que l'on rencontre le plus fréquemment à l'intérieur des habitations humaines, dans les charpentes desquelles elle établit ses colonies.

18. *Camponotus noveboracensis* (Fitch)

Creighton, W. S., 1950. Ibidem, p. 369-370.

Nombre de collections : 6.

Habitats : lieux semi-ouverts ou relativement fermés ; lieux ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Bouleaux ; peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables ; orée d'une Érablière à sucre. Affleurement rocheux dans peuplement de Bouleaux.

Micromilieus de nidification : troncs morts surtout ; sol minéral ; sol organique sous mousses.

Contrairement à *C. herculeanus*, *C. noveboracensis* se limite ici presque exclusivement aux peuplements de feuillus ; il se peut que l'aire de distribution plus méridionale de cette dernière, de même qu'une certaine forme de compétition possible entre *C. herculeanus* et *C. noveboracensis* soient à l'origine d'une telle limitation. Cette fourmi, tout comme *C. herculeanus*, peut causer d'import-

tants dommages aux peuplements forestiers, en rongant l'intérieur de troncs encore vivant pour y établir son nid. Lorsqu'une femelle fondatrice ne parvient pas à se loger dans une structure ligneuse, elle peut, comme c'est le cas ici, nicher dans le sol.

19. *Camponotus pennsylvanicus* (De Geer)

Creighton, W. S., 1950. *Ibidem*, p. 367-368.

Nombre de collection : butineuse seulement.

Habitat : lieu semi-fermé. Peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables.

Micromilieu de nidification : inconnu.

Cette espèce, qui constitue pourtant la forme la plus abondante du genre *Camponotus* dans le nord-est des États-Unis (Wheeler et Wheeler, 1963), n'est représentée, dans notre inventaire, que par une seule butineuse.

20. *Camponotus nearcticus* Emery

Creighton, W. S., 1950. *Ibidem*, p. 388.

Nombre de collections : butineuses seulement.

Habitats : lieux semi-ouverts. Peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Bouleaux.

Micromilieu de nidification : inconnu.

C. nearcticus est une fourmi relativement rare au Québec. Elle n'y a été rencontrée de fait qu'à dix ou douze reprises, et ce, toujours sous une forme très peu apparente. Son nid s'avère particulièrement difficile à localiser ; il semble se situer de préférence dans les branches mortes ou les petits troncs morts encore solides.

21. *Lasius alienus* (Foerster)

Wilson, E. O., 1955. *Bull. Bus. Comp. Zool. Harvard* 133 (1) : 1-199.

Nombre de collections : 57.

Habitats : lieux semi-ouverts surtout. Peuplement de Bouleaux ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables. Cette espèce se rencontre également dans des milieux plus ouverts (affleurements rocheux ; orée d'un peuplement de Bouleaux et d'une Érablière à sucre) et dans certains biotopes fermés (peuplement de Sapins-Bouleaux-Érables ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; Érablière à sucre).

Micromilieus de nidification : branche morte surtout ; sol sous roche ; tronc mort ; bois pourri enfoui ; souche ; sol minéral ; sol organique sous mousses ou sous litière.

L. alienus constitue, après *Stenamamma diecki*, la fourmi la plus abondante dans la région d'étude. C'est de plus celle qui occupe le plus grand nombre de biotopes, démontrant ainsi sa très grande adaptation pour les conditions écologiques qui prévalent au niveau de cette région. La tolérance marquée de cette espèce lui permet également de se disperser uniformément à l'intérieur des biotopes et d'y occuper une foule de micromilieus de nidification différents. *L. alienus* ne serait donc pas aussi limitée que le pensait Wilson (1955) aux seules forêts ombragées, mais elle semble néanmoins montrer une certaine prédilection pour les milieux boisés en général.

22. *Lasius umbratus* (Nylander)

Wilson, E. O., 1955. Ibidem.

Nombre de collections : 12.

Habitats : lieux semi-ouverts et ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; peuplement de Bouleaux ; zone arbustive dans peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; affleurement rocheux dans peuplement de Bouleaux et dans peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables.

Micromilieus de nidification : sol organique et minéral ; sol sous roche.

La distribution de *L. umbratus* à l'intérieur de la Station de biologie s'apparente dans ses grandes lignes à celle de *L. alienus*, mais le nombre de biotopes occupés est plus faible. Une femelle de *L. umbratus* fut trouvée à deux reprises en association très étroite avec des individus de *L. alienus*, témoignant ainsi de l'existence possible d'une relation interspécifique plus ou moins développée entre ces deux espèces.

23. *Formica lasioides* (Emery)

Creighton, W. S., 1950: Ibidem, p. 457-458.

Nombre de collection : 1.

Habitat : lieu ouvert. Bûché avec Bouleaux.

Micromilieu de nidification : litière.

24. *Formica neogagates* Emery

Creighton, W. S., 1950. Ibidem, p. 459.

Nombre de collection : 1.

Habitat : lieu semi-ouvert. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables.

Micromilieu de nidification : sol organique.

25. *Formica subnuda* Emery

Buren, W. F., 1968. *J. Georgia Entomol. Soc.* 3 (2): 25-40.

Nombre de collections : 9.

Habitats : lieux ouverts. Affleurement rocheux dans peuplement de Bouleaux et dans peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; zone arbustive dans peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; brûlé avec repousse de Bouleaux ; bord de lac.

Micromilieu de nidification : sol sous litière ; sol sous roche ou dans fente de rocher ; souche ; tronc mort pourri.

Encore ici, on a affaire à une fourmi bien adaptée au climat froid et la présence d'une telle espèce dans la région d'étude est tout à fait caractéristique. *F. subnuda* se retrouve en général, au Québec, dans des lieux ouverts non boisés ; elle peut toutefois envahir aussi des lieux boisés semi-ouverts. Il semble que la transformation des milieux naturels, par l'homme, favorise son établissement.

26. *Formica fusca* Linné

Francoeur, A. Revision taxonomique des espèces néarctiques du groupe *fusca*, genre *Formica*. En préparation. L'espèce désignée ici est l'une des nombreuses formes incluses dans le concept nord-américain de *F. fusca* et réunies en une seule entité par Creighton (1950).

Nombre de collections : 10.

Habitats : lieux semi-ouverts ou ouverts. Peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables ; peuplement de Bouleaux ; sentier dans peuplement de Thuyas-Épinettes-Sapins ; orée d'un peuplement de Bouleaux.

Micromilieu de nidification : branche morte ; souche ; tronc mort ; bois pourri enfoui ; sol sous morceau de bois mort ; sol sous litière.

Cette espèce timide préfère nettement nidifier dans le bois mort. Elle se rencontre dans toutes les régions du Québec méridional, et y devient souvent la victime des fourmis esclavagistes comme *F. subnuda*.

27. *Formica neorufigarbis* Emery

Francoeur, A. Ibidem. En préparation.

Nombre de collection : 1.

Habitat : lieu ouvert. Orée d'un peuplement de Sapins-Épinettes.

Micromilieu d'identification : sol organique, sous mousses.

F. neorufigarbis, typique des régions boréales et alpines, ne semble pas à son aise à l'intérieur des biotopes étudiés. On peut rapprocher ce fait de la

destruction par le feu de presque tous les peuplements conifériens de la région. Cette espèce niche en général dans le bois mort ou dans le sol organique.

28. *Formica subsericea* (Say)

Francoeur, A. Ibidem. En préparation. Cette espèce est considérée comme un synonyme de *F. fusca* par Creighton (1950).

Nombre de collections : 2.

Habitats : lieux ouverts ou semi-ouverts. Zones arbustives et rocheuses ; peuplement de Bouleaux-Peupliers-Érables-Thuyas.

Micromilieus de nidification : sol organique sous mousses ou sous roche, reposant généralement sur socle rocheux.

Il s'agit ici d'une espèce de la forêt tempérée à feuilles caduques de l'est de l'Amérique du Nord. Elle a envahi également la zone de transition entre ce biome et celui de la forêt boréale coniférienne. Elle niche dans le sol et non pas dans le bois mort.

29. *Formica* (groupe *fusca*) sp.

Francoeur, A. Ibidem. En préparation.

Nombre de collections : 3.

Habitats : lieux ouverts et semi-ouverts. Ilot tourbeux ; zone arbustive avec Bouleaux-Épinettes-Thuyas.

Micromilieus de nidification : sol organique et minéral, sous roche ou sous mousses.

Cette espèce, incluse jusqu'ici dans le concept nord-américain de *F. fusca*, niche habituellement dans les bois sablonneux en édifiant des plages ou des monticules de sable en surface. La présence d'affleurements rocheux ou encore la nature tourbeuse du substrat dans les biotopes où elle fut recueillie, forcent cette fourmi à nidifier dans des micromilieus différents. Ce fait permettrait entre autre d'expliquer sa faible abondance dans les milieux inventoriés. Cette espèce a déjà été signalée dans certains biotopes particuliers, à l'intérieur desquels elle maintient des populations très imposantes (Béique et Francoeur, 1968 ; Francoeur et Jobin, 1967-68 ; Francoeur, 1968-69).

Conclusion

La faune myrmécologique de la Station de biologie appartient à une faune typiquement nordique, comme en témoigne la prédominance marquée des espèces caractéristiques de cette zone. À ce groupe se rattachent notamment : *Myrmica kuschei*, *Myrmica* sp., *Stenammina diecki*, *Leptothorax muscorum*, *Camponotus herculeanus*, *C. noveboracensis*, *Lasius alienus*, *L. umbratus* et *Formica fusca*.

Un certain nombre de fourmis, limitées de façon générale à des régions situées beaucoup plus au sud, sont également présentes dans les biotopes de la Station : *Ponera pennylvanica*, *Myrmica emeryana*, *Aphaenogaster rudis*, *Crematogaster cerasi*, *Stenamamma schmitti*, *Leptothorax ambiguus*, *L. longispinosus*, *Dolichoderus taschenbergi*, *D. plagiatus*, *Brachymyrmex depilis*, *Camponotus nearcticus*, *Formica neogagates* et *F. subsericea*. Pour certaines de ces fourmis, il s'agit même d'une première mention relativement à cette partie du Québec.

Par contre, d'autres espèces comme : *Camponotus pennsylvanicus*, *Lasius pallitarsis* Provancher, *L. nearcticus* Wheeler, *Formica lasioides*, *F. hewitti* Wheeler, *F. neorufibarbis* et *Formica* (groupe *fusca*) sp., que l'on devrait normalement rencontrer dans cette région, ne parviennent pas, pour une raison ou pour une autre, à s'y établir de façon déterminante ou semblent totalement absentes.

Mentionnons finalement la présence d'une espèce ubiquiste, *Tapinoma sessile*, dont la valence écologique lui permet de s'adapter à presque tous les milieux habitables.

Références

- BÉIQUE, R. et A. FRANCOEUR, 1966. Les fourmis d'une Pessière à *Cladonia*. *Naturaliste can.*, **93**(2): 99-106.
- BÉIQUE, R. et A. FRANCOEUR, 1968. Les fourmis de la Pessière à *Cladonia*. II. Étude quantitative d'une Pessière naturelle. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **3**: 523-531.
- CREIGHTON, W. S., 1950. The Ants of North America. *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.* **104**: 1-168.
- DANSEREAU, P., 1943. L'Érablière laurentienne. I. Valeur d'indice des espèces. *Contrib. Inst. bot. Univ. Montréal*, **45**: 66-93.
- FINNEGAN, R. J., 1966. Une fourmi rare dans le Québec: *Formica fossiceps*. *Rev. bimestr. Rech.*, **22**(6).
- FRANCOEUR, A., 1965. Écologie des populations de fourmis dans un bois de Chênes rouges et d'Érables rouges. *Naturaliste can.*, **92**(10-11): 263-276.
- FRANCOEUR, A., 1966a. La faune myrmécologique de l'Érablière à sucre de la région de Québec. Thèse de Maîtrise. Faculté de Foresterie, Univ. Laval. 78pp.
- FRANCOEUR, A., 1966b. La faune myrmécologique de l'Érablière à sucre (*Aceretum saccharophori* Dansereau) de la région de Québec. *Naturaliste can.*, **93**(5): 443-472.
- FRANCOEUR, A., 1966c. Le genre *Stenamamma* (Formicidae, Hymenoptera) au Québec. *Annls Soc. ent. Québec*, **11**(2): 115-119.
- FRANCOEUR, A., 1968. Une nouvelle espèce du genre *Myrmica* au Québec (Formicidae, Hymenoptera). *Naturaliste can.*, **95**(3): 727-730.
- FRANCOEUR, A., 1968-69. Étude de la macrofaune du sol. La recherche sur le bleuët: Rapport de travail 1968-69. Faculté d'agriculture, Univ. Laval, 40-43.
- FRANCOEUR, A. et R. BÉIQUE, 1966. Un genre de Formicidae (Hymenoptera) nouveau pour le Québec. *Naturaliste can.*, **93**(4): 439.
- FRANCOEUR, A. et R. BÉIQUE, 1968. Additions à la faune myrmécologique du Québec. *Naturaliste can.*, **95**(1): 227-229.

- FRANCOEUR, A. et L. JOBIN, 1967-68. Étude préliminaire sur les Formicidae (Hymenoptera) des bleuetières de la région du Lac St-Jean. La recherche sur le bleuet. Rapport de travail 1967-68. Faculté d'agriculture, Univ. Laval, 36-53.
- FRANCOEUR, A. et M. MALDAGUE, 1966. Classification des micromilieus de nidification des Fourmis. *Naturaliste can.*, **93**(5): 473-478.
- MUESEBECK, C.F.W. *et al.*, 1951. Hymenoptera of America North of Mexico. Synoptic Catalog. Monogr. U.S. Dept. Agric., **2**: 778-875.
- PROVANCHER, L., 1881. Faune Canadienne. 2^e division des Hyménoptères. Les porte-aiguillons-Aculeata. Famille X. Formicidés. *Naturaliste can.*, **12**(143): 321-333 et **12**(144): 353-360.
- PROVANCHER, L., 1889. Additions et corrections au Vol. II de la Faune entomologique du Canada. C. Darveau. Québec. 447 pp.
- WHEELER, G. C. et J. WHEELER, 1963. *The Ants of North Dakota*. Univ. North Dakota Press. Grand Forks. VIII + 326 pp.
- WILSON, E. O., 1955. A monographic revision of the Ant genus *Lasius*. *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.* **113**: 1-205.

QUELQUES NOUVEAUX *GLOSSOSOMA* ORIENTAUX
(TRICHOPTERA : GLOSSOSOMATIDAE)

F. SCHMID

Institut de la recherche entomologique, Ministère de l'agriculture du Canada, Ottawa

Résumé

Ce travail contient les descriptions de quinze nouveaux *Glossosoma* de la région orientale et quelques commentaires systématiques et écologiques sur certaines espèces himalayennes déjà connues.

Abstract

This paper contains the descriptions of fifteen new, oriental *Glossosoma* and a few taxonomic and ecological comments on some species already described from the Himalayas.

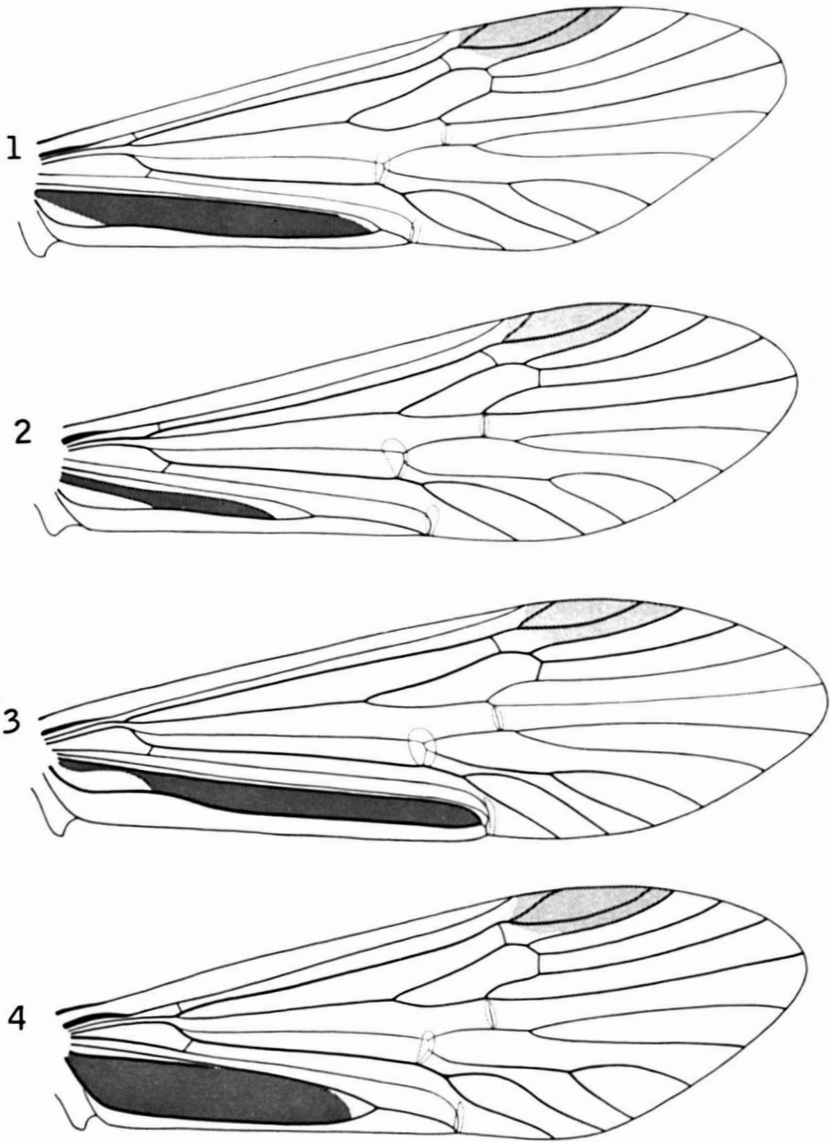
Introduction

Dans les pages qui suivent, je présente les descriptions de quinze espèces de *Glossosoma* nouvelles, provenant respectivement de l'Inde, de Chine et du Japon. J'ai ajouté quelques commentaires taxonomiques et écologiques sur la plupart des formes himalayennes déjà connues.

Le genre *Glossosoma* Curtis a été récemment divisé en 10 sous-genres par Ross (1956: 152-157). A mon avis, ce nombre est nettement trop élevé et seuls *Lipoglossa*, *Synafophora*, *Muroglossa*, *Glossosoma* s. str., *Anseriglossa*, et *Ripaeglossa* devront être retenus. Tous sont représentés dans la région orientale, sauf les deux derniers qui se révèlent exclusivement néarctiques.

Des quinze espèces nouvelles décrites ci-après, douze ont été capturées en Inde par l'auteur. Dans ce pays, les *Glossosoma* peuplent l'Himalaya sur toute sa longueur, de même que les montagnes para-himalayennes de Manipour et des Khasi Hills. Aucune espèce n'a franchi la trouée du Garo-Raj-Mahal et n'a peuplé les Ghâts occidentales. Les espèces ont les mêmes caractères écologiques que les *Rhyacophila*. C'est dire qu'elles peuplent tous les types d'eau courante entre 300 et 13,000 pieds. Les imagos volent durant toute l'année, sauf aux altitudes élevées où la température hivernale est évidemment trop basse.

Dans les descriptions qui suivent, seuls l'holotype et s'il y a lieu l'allotype ont été désignés, mais il est entendu que tous les exemplaires examinés ont été étiquetés comme paratypes. Ils sont déposés dans la Collection nationale canadienne des Insectes.



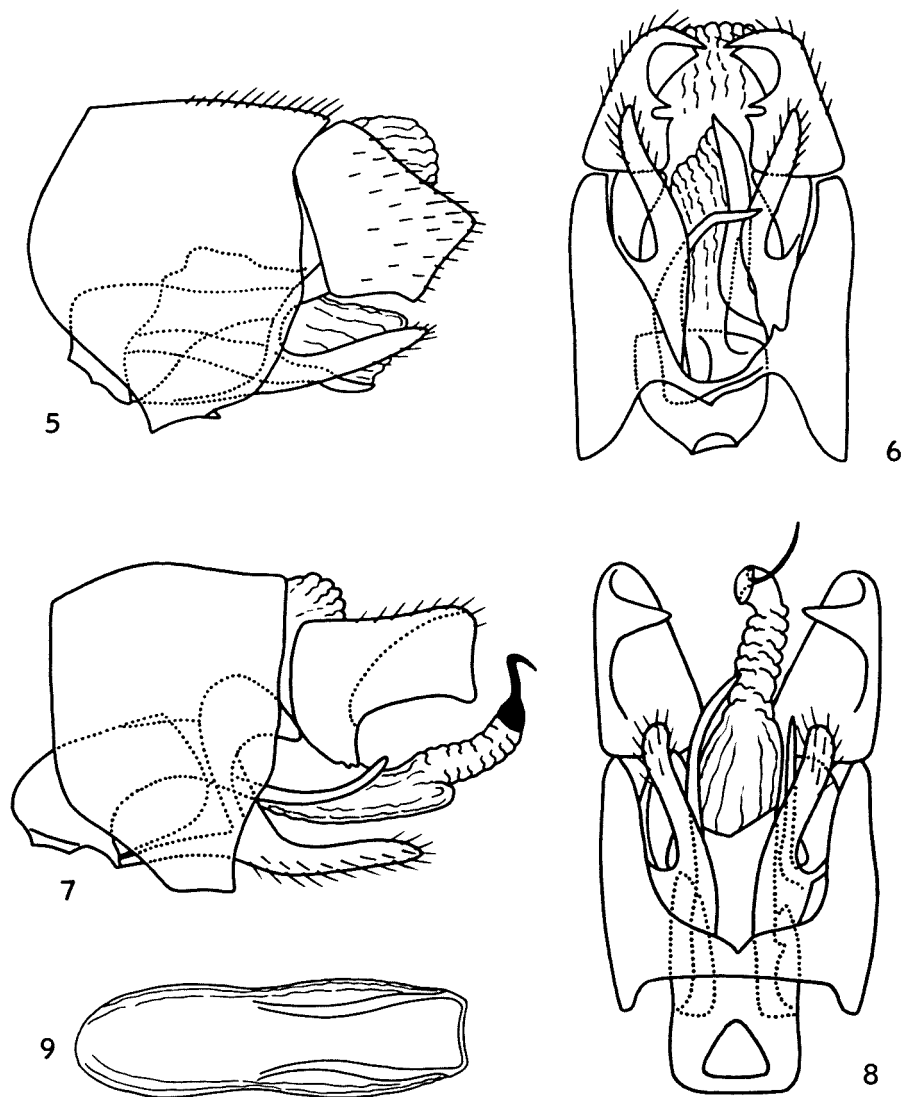
FIGURES 1-4. Aile antérieure droite du ♂ de quelques *Lipoglossa* — FIG. 1, *atchintitam* — FIG. 2, *nigroroseum* — FIG. 3, *krichnarunam* — FIG. 4, *dirghakantakam*.

Taxonomie et écologie

Glossosoma (Lipoglossa) abhikara Schmid

(fig. 5-6)

En Inde, je n'ai rencontré *G. abhikara* que dans les districts du Pauri Garhwal et d'Almora, où il fréquente les sources, ruisselets, torrents et les rivières principales. Il vole de mai à septembre, entre 7,500 et 12,000 pieds ; il



FIGURES 5-6. Armature génitale du ♂ de *L. abhikara* — FIG. 5, vue de profil — FIG. 6, vue dessous — FIG. 7-8. Armature génitale du ♂ de *L. abhisares* — FIG. 7, vue de profil — FIG. 8, vue de dessous — FIG. 9. Bourse copulatrice de la ♀ du même, vue de dessus.

est commun en mai et juin mais nettement plus rare durant les mois qui suivent ; on le capture au filet aussi bien qu'à la lumière.

Les spécimens indiens sont un peu différents des insectes pakistanais et sont eux-mêmes variables. Les appendices praeanaux, en particulier, sont toujours obtus et leur pointe apicale est rarement visible de profil, comme

c'est le cas du reste pour les spécimens du Karakoram, chose que je n'ai pas signalée en 1959 (p. 242). L'angle subapical inférieur est variablement accusé et le plus souvent très obtus. Vus de dessous, les appendices praeaux montrent un relief interne également variable ; l'ailette subapicale supérieure est plus ou moins distante de la pointe apicale et en position plus ou moins oblique dans la concavité de l'appendice ; le bord externe porte tantôt une pointe, tantôt deux. L'endothèque enfin, est parfois armée d'une très petite pointe terminale. Les figures 5 et 6 illustrent un spécimen indien montrant ces particularités au maximum de développement.

G. abhikhara (rajah adversaire d'Alexandre) est néanmoins toujours reconnaissable sans équivoque à l'aédéage étroit à sa base et à la robustesse des deux épines qui l'encadrent.

Glossosoma (Lipoglossa) abhisares n. sp. (fig. 7-9)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ courte, étroite et semblable à celle d'*ambhi*.

Envergure ♂ ♀ : 12-14 mm.

Génitalia ♂ (fig. 7-8) : appendices praeaux très fortement sclérotisés ; en vue latérale, ils apparaissent subrectangulaires, avec les angles basaux inférieurs et apicaux inférieurs fortement proéminents. Appendices inférieurs en batonnets simples, allongés et légèrement asymétriques : l'appendice gauche est nettement plus large à sa base que le droit ; ce dernier porte à sa base une grêle épine faiblement sclérotisée et difficile à observer. Les parois de la phallocrypte sont également légèrement asymétriques ; elles forment deux écailles latérales inégales, celle de gauche étant nettement la plus grande. La phallothèque porte une très longue épine insérée sur le côté gauche et la base de l'endothèque une très petite proéminence située du côté droit. Épine terminale de l'endothèque longue, grêle et sinueuse.

Génitalia ♀ avec la bourse copulatrice de petite taille, en mince cadre chitineux rectangulaire, un peu arqué vers le bas et dont le centre et la base sont membraneuses (fig. 9).

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Inde, Pauri Garhwal, Kedarnath 13-15-V-1958 (CNC N° 11 109).

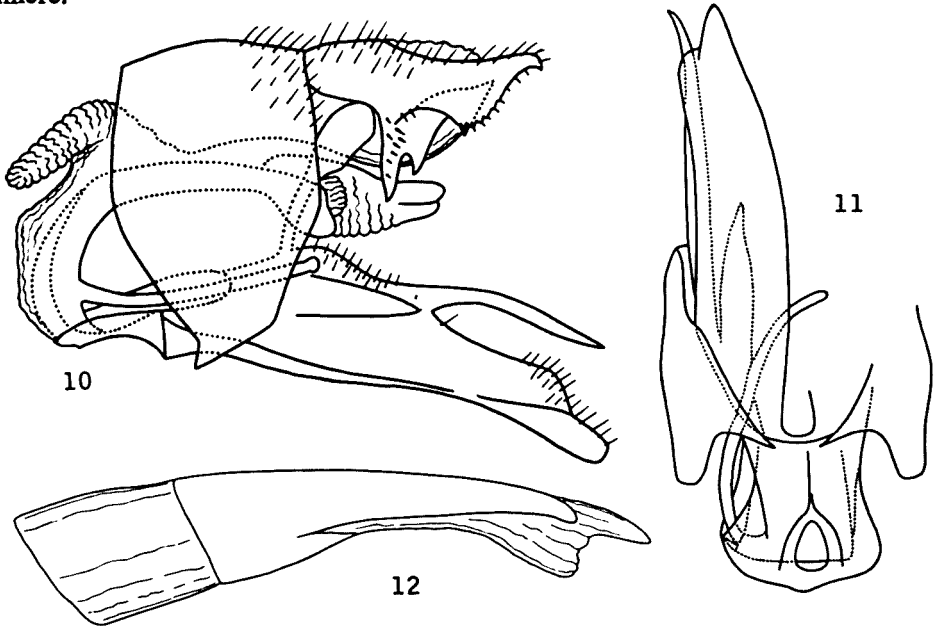
Cette espèce est facile à reconnaître à la forme des appendices praeaux. C'est d'*himalayanum* qu'elle se rapproche le plus, par la conformation de ces mêmes appendices.

G. abhisares (rajah adversaire d'Alexandre) ne m'est connu que de deux localités du Pauri Garhwal où je l'ai trouvé, en très petit nombre, le long de petits ruisseaux d'alpage, sous les pierres et au filet, à 9,000 et 12,000 pieds.

Glossosoma (Lipoglossa) ambhi Schmid

Les spécimens indiens que j'ai sous les yeux correspondent bien aux insectes décrits du Pakistan, sauf que le bord inférieur des appendices praeanaux est presque rectiligne et concave, un peu comme sur la figure originale 9 (Schmid, 1959, pl. 29). Mais l'espèce est facile à identifier par la longueur des appendices inférieurs et l'épine gauche de la phallothèque un peu frisée à son extrémité.

J'ai capturé *G. ambhi* (rajah adverse d'Alexandre) au Pauri Garhwal seulement, à deux localités très voisines, à 7,000 et 8,000 pieds, en juin et juillet, près d'assez gros torrents, en très faibles nombres, au filet et à la lumière.



FIGURES 10-11. Armature génitale du ♂ de *L. atchintitam* — FIG. 10, vue de profil — FIG. 11, appendice inférieur et base de la phallosome, vus de dessous — FIG. 12. Bourse copulatrice de la ♀ du même, vue de profil.

Glossosoma (Lipoglossa) atchintitam n. sp.

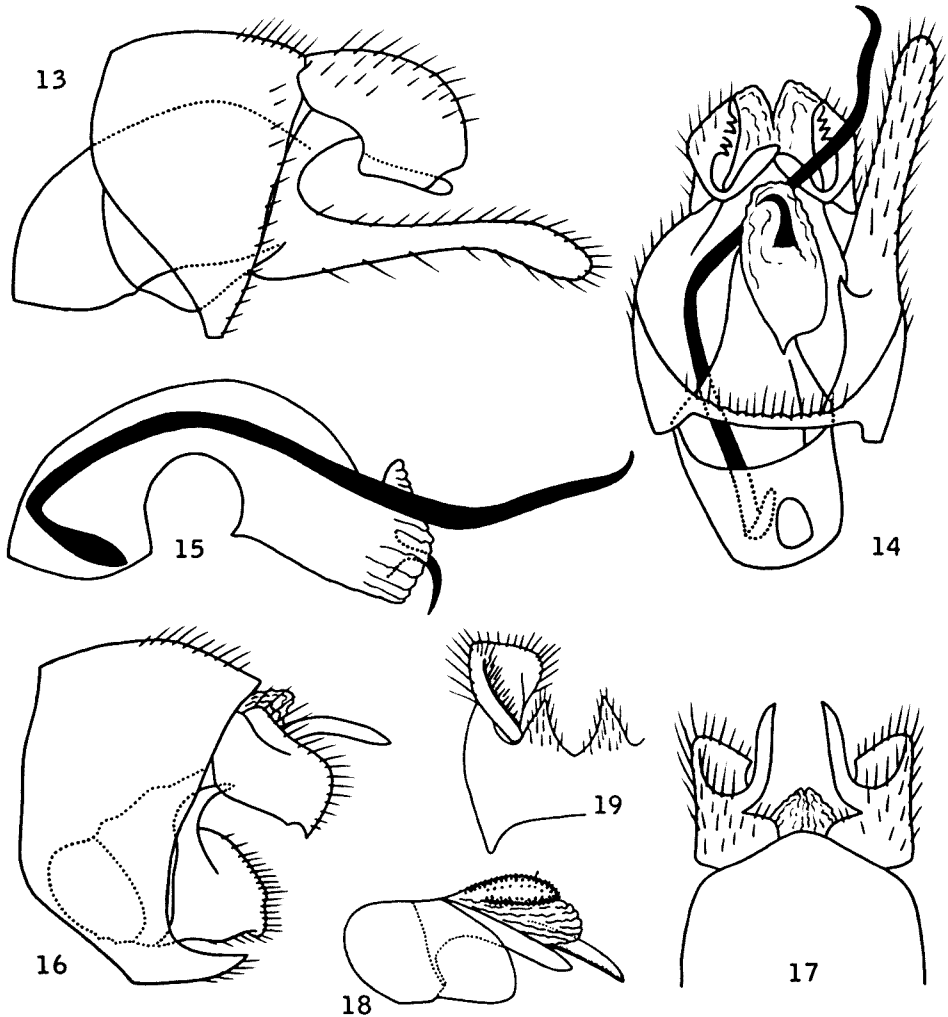
(fig. 1, 10-12)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ en bande assez large, extrêmement allongée et atteignant presque l'arculus qui occupe sa position normale, au niveau du premier tiers de la cellule discoïdale (fig. 1).

Envergure ♂ ♀ : 13-14 mm.

Génitalia ♂ (fig. 10-11) : IXe segment robuste dorsalement et latéralement, mais interrompu ventralement où il forme deux pointes effilées. Appen-

dices praeaux de taille moyenne, accolés l'un à l'autre sur leur moitié basale et de forme très complexe ; leurs faces latérales forment deux fortes pointes verticales dirigées vers le bas ; l'extrémité des appendices est aiguë et étalée latéralement en ailette denticulée. Appendices inférieurs grands, symétriques et également de forme complexe ; ils se composent d'une pointe supérieure spini-forme, d'une branche inférieure obtuse et concave vers l'intérieur et d'un lobe basal interne longuement ogival. Branche basale supérieure des appendices inférieurs bien développée et élargie à son extrémité. Phallocrypte formant un diverticule supérieur, membraneux et plissé. Appareil phallique asymétrique et



FIGURES 13-15. Armature génitale du δ de *L. dirghakantakam* — FIG. 13, vue de profil — FIG. 14, vue de dessous — FIG. 15, appareil phallique, vu de profil — FIG. 16-19. Armature génitale du δ de *L. kchinam* — FIG. 16, vue de profil — FIG. 17, vue de dessus — FIG. 18, appareil phallique, vu de profil — FIG. 19, IXe segment et appendice inférieur, vus de dessous.

de disposition particulière ; la phallothèque n'est plus distincte de l'endothèque : à elles deux, ces parties forment une pièce membraneuse dorsalement, fortement sclérotisée ventralement, largement arquée dans l'abdomen et concave vers l'arrière et le bas. La base de la phallothèque est fortement reliée aux appendices inférieurs et porte un lobe très grêle, inséré à gauche ; l'extrémité de l'endothèque constitue une volumineuse masse membraneuse, de structure complexe.

Génitalia ♀ (fig. 12) : VIIIe segment en tube fortement sclérotisé et portant des échancrures antérieures, postérieures et ventrales très profondes. Bourse copulatrice de taille considérable, avec sa base membraneuse, sa partie médiane en tube sclérotisé et se prolongeant en deux lobes latéraux grêles et avec son extrémité membraneuse.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Chug 14-IV-1961 ; *allotype* ♀ : Ibid., Nyukmadong 22-IV-1961 (NC No 11 112).

Cette espèce est très voisine de *vaneyam* et s'en distingue par ses caractères plus accusés et ses appendices inférieurs symétriques.

G. atchintitam (sanskrit, inattendu) ne m'est connu que par de rares exemplaires capturés en avril au Kameng central, entre 5,300 et 7,500 pieds, près de moyens torrents très agités, au filet et à la lumière. J'en possède aussi 1 ♀ du Sikkim central.

Glossosoma (Lipoglossa) dirghakantakam n. sp. (fig. 4, 13-15)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ semblable à celle de *heliakreya*, mais nettement plus grande et atteignant presque le niveau du début de la cellule discoïdale (fig. 4).

Envergure ♂ ♀ : 11-13 mm.

Génitalia ♂ (fig. 13-15) : IXe segment bien développé latéralement et dorsalement, mais réduit ventralement à une bande étroite. Appendices praeaux apparaissant massifs vus latéralement ; vus de dessous, leur bord apical montre une série de courtes pointes dirigées vers l'intérieur et surplombant un lobe horizontal très allongé, inséré à l'angle basal inférieur des appendices. Appendices inférieurs symétriques, de forme simple, longs et robustes ; leur branche basale supérieure est large, forte et en position externe. Appareil phallique très grand et asymétrique. Phallothèque volumineuse et pourvue d'une très longue épine tordue asymétriquement et insérée du côté gauche. Endothèque mince à sa base, puis considérablement épaissie ; elle forme un volumineux talon inférieur armé d'une pointe conique ; lorsque son extrémité est évaginée, elle se développe en plusieurs lobes membraneux, entourant un grand sclérite phallotrémal concave et asymétrique ; le lobe apical est pourvu d'une épine terminale.

Génitalia ♀ : bourse copulatrice membraneuse et formant un grand sclérite médian en forme de U, dont la courbure est très épaisse.

Holotype ♂ : Inde, Assam, Kameng, Frontier Division, Dirang Dzong 11-IV-1961 ; allotype ♀ : Sikkim, Chumtang 30-VII-1959 (CNC No 11 113).

Cette espèce paraît assez isolée dans le cadre du sous-genre par la forme des appendices inférieurs et la forte asymétrie de l'appareil phallique. Elle se rapproche surtout de *burmanum* Kimmins mais aussi d'*heliakreya*.

G. dirghakantakam (sanskrit, à la longue épine) est une espèce rare, localisée dans l'Himalaya oriental. Elle m'est connue du Sikkim où je l'ai capturée de mai à août, entre 3,600 et 6,500 pieds, près de petits ruisseaux et moyens torrents et plus fréquemment près de gros torrents ou de cours d'eau principaux. En Kameng, je ne l'ai trouvée qu'à une seule localité.

Glossosoma (Lipoglossa) heliakreya Schmid

G. heliakreya (nom sanscrit d'Hélioclès, roi indo-grec) n'est pas rare au Garhwal, où je l'ai capturé de mai à août, près de petits et moyens torrents, entre 5,700 et 8,600 pieds, en général à la lumière, mais aussi parfois au filet. Je l'ai trouvé également à une localité du Bengale occidental, en mars, à 5,000 pieds.

Ces insectes correspondent bien à la description originale à laquelle j'ajouterai ceci : les spécimens du Bengale possèdent des appendices inférieurs plus courts et plus robustes que les exemplaires pakistanais et garhwalis et armés de deux pointes subapicales supérieures.

Glossosoma (Lipoglossa) himalayanum Martnov

Un ♂ népalais, étiqueté "Imja Khola, nahe Pangpoche-Yaral, 3,900 m, 31-V-1961, H. Janetscheck", possède une armature génitale symétrique, sauf la base de la phallothèque et les parois de la phallocrypte ; en vue ventrale, l'écaille droite paraît plus développée que la gauche. Appendices inférieurs symétriques, le droit sans épine basale.

Glossosoma (Lipoglossa) kchinam n. sp.

(fig. 16-19)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ aussi longue que celle de *nigroroseum*, mais plus étroite.

Envergure ♂ ♀ : 12-13 mm.

Génitalia ♂ (fig. 16-19) : IXe segment très robuste et assez allongé ventralement où il forme deux pointes apicales triangulaires. Appendices praeaux courts et assez petits ; leur bord inférieur interne forme deux dents triangulaires, alors que vers la base du bord supérieur interne se trouve une

longue épine arquée. Appendices inférieurs symétriques, obtus, hauts et très courts et avec leur branche basale supérieure un peu réduite. Parois de la phallocrypte sclérotisées. Appareil phallique fortement réduit mais symétrique, si l'on excepte une courte épine aplatie, insérée du côté gauche de la phalothèque, très peu sclérotisée et fort difficile à voir. Endothèque de structure complexe ; elle est constituée de deux lobes supérieurs pairs, ovales et recouverts de fins tubercules, d'une masse médiane supérieure membraneuse, d'un lobe médian inférieur impair et légèrement sclérotisé à sa face inférieure et d'un lobe inférieur garni de petits tubercules.

Génitalia ♀ : VIIIe segment fortement sclérotisé, pas très long, avec une courte et étroite incision dorsale apicale et une large échancrure ventrale terminale. Bourse copulatrice entièrement membraneuse et apparaissant informe ; toutefois, son extrémité est nette, échancrée semi-circulairement et surmontée d'un petit lobe.

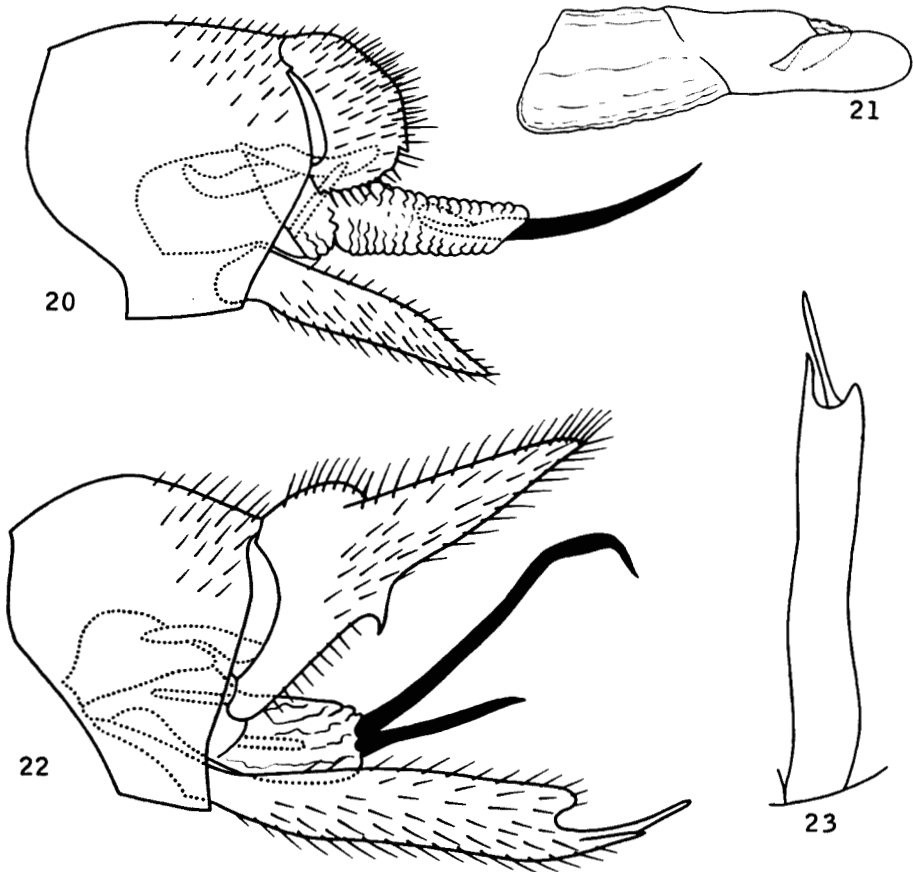


FIGURE 20. Armature génitale du ♂ de *L. krichnarunam*, vue de profil — FIG. 21. Bourse copulatrice de la ♀ du même, vue de profil — FIG. 22-23. Armature génitale du ♂ de *L. nigroroseum* — FIG. 22, vue de profil — FIG. 23, appendice inférieur, vu de dessous.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Sikkim, Tangshing 15-IV-1959 (CNC N° 11115).

Cette espèce est remarquable par la réduction de la taille de tous les appendices du ♂. Elle est voisine de *taeniatum* Ross, mais moins spécialisée par la forme plus simple des appendices praeaux, la rétention de la branche basale supérieure des appendices inférieurs et la moindre réduction de l'appareil phallique.

G. kchinam (sanskrit, réduit, diminué) ne m'est connu que d'un alpage du Sikkim occidental, où je l'ai découvert en avril, dans la zone des Rhododendrons buissonnants, entre 12,200 et 12,800 pieds, sous les pierres de petits ruisseaux de jour et aussi de nuit, lors de promenades à la lampe, sur les rocs bordant le *Prek Chu*, gros torrent glaciaire.

Glossosoma (Lipoglossa) krichnarunam n. sp. (fig. 3, 20-21)

Tête, thorax, antennes et pattes noir profond. Ailes antérieures uniformément noires, sauf à l'extrémité de l'aire apicale où la membrane alaire est décolorée et la pilosité rare, sur une zone en croissant aux contours peu nets et au travers de laquelle les nervures restent sombres. Abdomen jaune orange vif, y compris les pièces génitales. Les aires costale et sous-costale des ailes antérieures du seul ♂ connu sont repliées sous l'aile ; je crois cette disposition accidentelle et j'ai rétabli la position normale sur la figure 3.

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ extrêmement allongée, en bande très étroite à sa base, puis de largeur régulière et atteignant l'arcus qui est déplacé apicalement jusqu'au niveau du milieu de la cellule discoïdale (fig. 3).

Envergure ♂ ♀ : 16.5 — 17.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 20) : IXe segment très allongé sur tout son pourtour, mais rétréci ventralement. Appendices praeaux apparaissant en demi-cercles réguliers et obtus, vus de profil et montrant quelques courtes dents internes, vus de face. Appendices inférieures en simples lobes aplatis dorso-ventralement et trois fois plus longs que larges ; leur branche basale supérieure est présente sous la forme d'une large plaque horizontale située très haut dans la phallosome et servant de tendons unissant les appendices praeaux à la phallosome. Appareil phallique symétrique. Phallosome très chitineuse. Endothèque en très long tube membraneux et érectile dans laquelle est invaginée une très longue épine terminale canelée et presque rectiligne ; la base de l'endothèque montre une structure complexe qui n'est bien visible que de dessous ; il y a un manchon basal prolongé par deux lobes latéraux ovoïdes ; au centre, est visible l'extrémité d'un canal spermatique très chitineux.

Génitalia ♀ (fig. 21) : VIIIe segment en tube régulièrement sclérotisé. Bourse copulatrice de grande taille, apparaissant légèrement asymétrique chez le seul spécimen connu, aplatie latéralement, membraneuse sur sa moitié basale

et terminée en deux lobes sclérotisés n'atteignant pas l'extrémité de la pièce qui est elle-même membraneuse.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Jhum La 24-25-III-1961 (CNC N° 11 116).

Cette espèce est voisine de *nigroroseum* n. sp. en commun avec laquelle elle montre la branche basale supérieure des appendices inférieurs transformée en tendon, la longueur de l'épine terminale de l'endothèque, le canal spermatique sclérotisé et la grandeur de la bourse copulatrice de la ♀.

G. krichnarunam (sanskrit, noir et couleur d'aurore) ne m'est connu que par le couple typique, capturé à 7,800 pieds, près d'un petit ruisseau torrentueux.

Glossosoma (Lipoglossa) nigroroseum n. sp. (fig. 2, 22-23)

Tête, thorax, antennes et pattes noir franc. Ailes antérieures généralement uniformément noires et sans aire décolorée, mais parfois avec quelques lignes dorées peu distinctes. Callosité anale des ailes antérieures du ♂ étroite et atteignant le niveau du milieu de la cellule thyridiale (fig. 2).

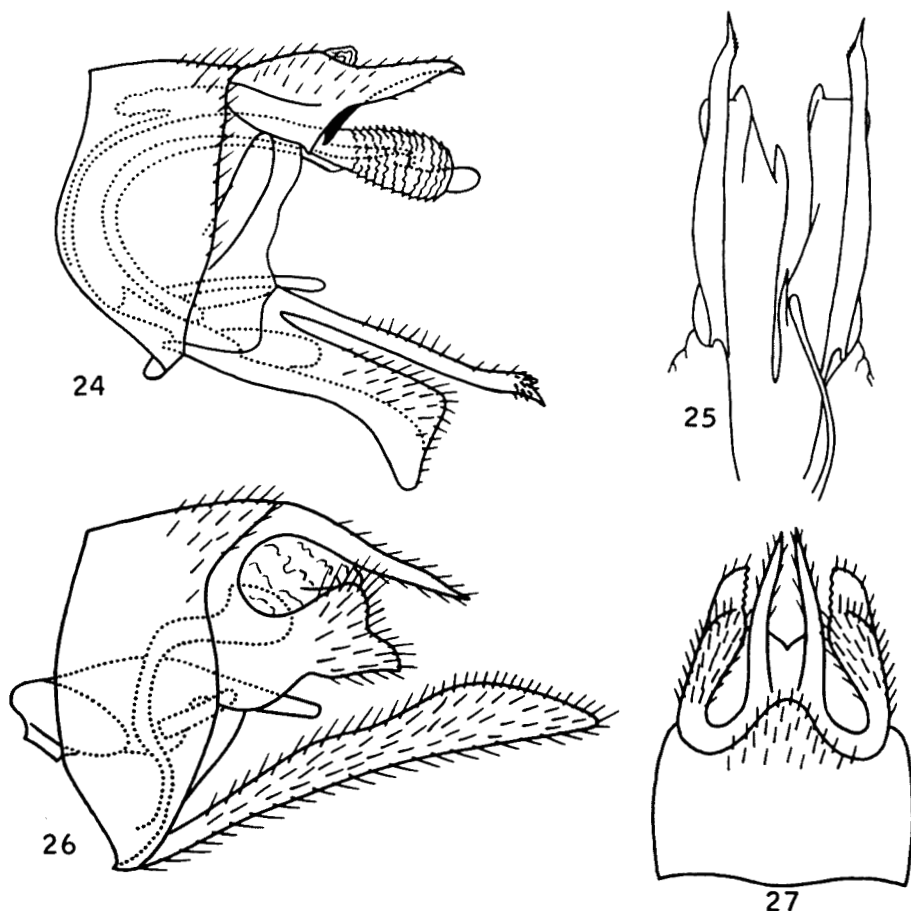
Envergure ♂ ♀ : 10-14 mm.

Génitalia ♂ (fig. 22-23) : IXe segment bien allongé sur tout son pourtour, mais rétréci ventralement. Appendices praeaux de taille considérable et apparaissant en triangles de forme élancée, vus latéralement ; dorsalement, ils sont accolés l'un à l'autre à leur base ; leur angle inférieur est arrondi et densément recouvert de tubercules coniques et le bord apical inférieur est armé d'une petite pointe. Appendices inférieurs étroits, de longueur considérable et terminés en trois pointes de longueurs et d'épaisseurs diverses. La branche basale supérieure est transformée en large tendon ovale, unissant les appendices praeaux à la phallothèque. Endothèque en long tube membraneux, mais un peu sclérotisée au milieu de sa longueur et armée de deux épines terminales très longues, tordues et asymétriques ; le canal spermatique est sclérotisé et bien visible au milieu de la longueur de l'endothèque.

Génitalia ♀ : VIIIe segment en cône régulier et uniformément chitineux. Bourse copulatrice très grande, cylindrique et sclérotisée, sauf sur ses faces latérales.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Sikkim, Yabuk 27-V-1959 (CNC N° 11 117).

Cette espèce est voisine de la précédente par sa coloration mimétique, la conformation de l'endothèque et la branche basale supérieure des appendices inférieurs transformée en tendon. Elle est très caractéristique par la taille des appendices.



FIGURES 24-25. Armature génitale du ♂ de *L. vaneyam* — FIG. 24, vue de profil — FIG. 25, appendices inférieurs, vus de dessus — FIG. 26-27. Armature génitale du ♂ de *S. nichinkata* — FIG. 26, vue de profil — FIG. 27, vue de dessus.

G. nigroroseum semble localisé dans les zones tempérée froide et sub-alpine du haut Sikkim (8,900-13,100 pieds) où il peuple les petits ruisseaux plus ou moins marécageux. Je l'ai capturé de mai à juillet, au filet et à la lumière.

Glossosoma (Lipoglossa) vaneyam n. sp.

(fig. 24-25)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ semblable à celle d'*atchintitam*.

Envergure ♂ : 13 mm.

Génitalia ♂ (fig. 24-25) très voisins de ceux d'*atchintitam* et s'en distinguant par les caractères suivants : le IXe segment est moins allongé latéra-

lement et dorsalement. Les appendices praeaux sont plus petits et avec des formes semblables, mais moins accusées. Les appendices inférieurs sont également plus petits et de forme semblable, mais les proportions des lobes sont différentes ; la pointe supérieure est nettement plus longue que l'inférieur qui est plus obtuse. La branche basale supérieure est en voie de disparition ; quoique encore externe, elle n'est plus en liaison avec les appendices inférieurs. Ces derniers ont leurs contours symétriques, mais leur relief interne ne l'est pas. L'appareil phallique est moins profondément invaginé dans l'abdomen, sa courbure est plus large et l'extrémité de l'endothèque légèrement asymétrique. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Nyukmadong 19-20-IV-1961 (CNC 11 118).

G. vaneyam (sanskrit, sylvestre) ne m'est connu que par un spécimen frais éclos, trouvé à la lumière près d'un torrent de jungle dense, à 8,000 pieds.

Glossosoma (Synafophora) nichinkata n. sp. (fig. 26-27)

Callosité anale des ailes antérieures du ♂ assez bien développée : la moitié apicale de la deuxième cellule anale est sclérotisée, alors que la membrane de l'angle inférieur de la première, qui est également coriacée, est soulevée en une poche et surplombe partiellement A2. Eperon postérieur externe du ♂ de taille un peu réduite, simple, recourbé en faux et très courtement frangé.

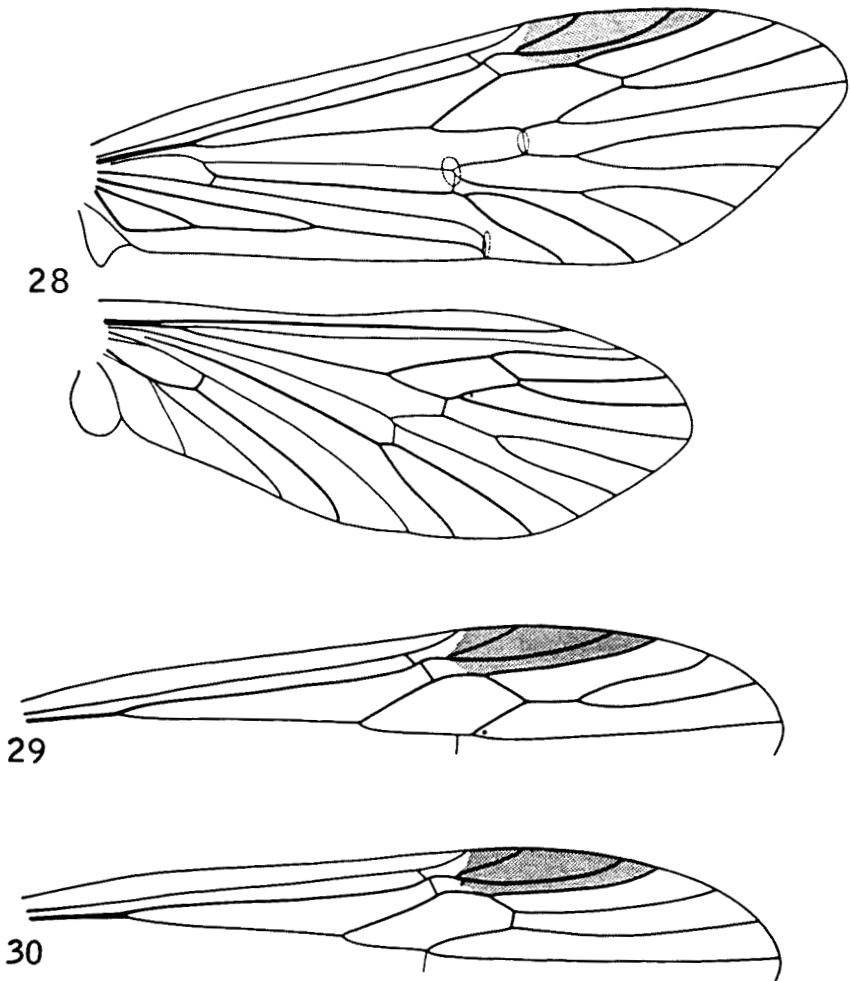
Envergure ♂ ♀ : 15-16.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 26-27) : appendices praeaux composés de deux branches largement séparées : une supérieure, spiniforme, subhorizontale et très longue et une inférieure, en gros lobe obtus et bilobé. Appendices inférieurs simples, très longs, grêles, s'épaississant graduellement jusque un peu avant leur extrémité qui est ovale. Aedéage court et nettement aminci sur sa moitié apicale. Lobe oral de la phallocrypte grêle, recourbé vers l'arrière et élargi en une palette denticulée à son extrémité.

Génitalia ♀ : Ve tergite avec un fort bombement médian transversal boursoufflé, portant une rangée de longues et fortes soies arquées. VIII^e segment bien sclérotisé, avec ses angles latéraux supérieurs largement arrondis et une étroite échancrure latérale.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Japon, Honshu, Karuizawa 28-VIII-1958, R. Ishikawa. (CNC 11 119).

G. nichinkata (japonais, bifurqué) est le plus proche parent connu d'*altaicum* Martynov dont il se distingue par ses appendices praeaux de forme plus complexe et plus profondément bifurqués et ses appendices inférieurs plus courts.



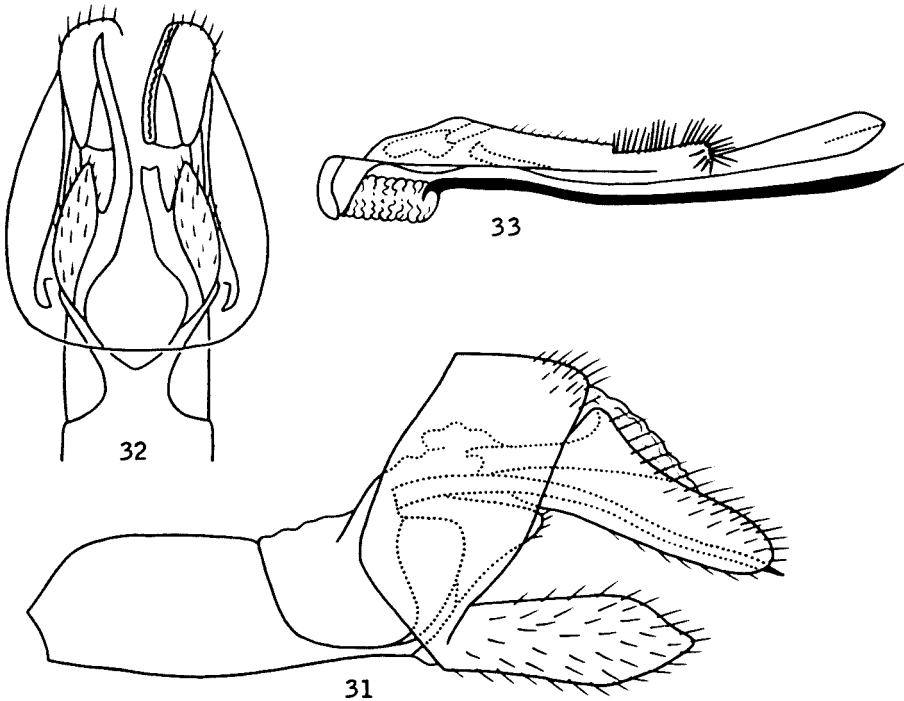
FIGURES 28-30. Nervulation du ♂ de quelques *Muroglossa* — FIG. 28, *hemantajam* — FIG. 29, *varjakantakam* — FIG. 30, *bahukantakam*.

Glossosoma (Muroglossa) bahukantakam n. sp. (fig. 30, 31-33)

Ailes antérieures brun foncé avec des macules claires nombreuses et indistinctes. Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est assez longue et étroite, avec la base de R2+3 légèrement concave ; R3 et R4 sont unis par une transversale assez longue. (fig. 30).

Envergure ♂ ♀ : 13-18 mm.

Génitalia ♂ (fig. 31-33) : IXe segment assez court. Appendices praeanaux en lobes simples, longuement ovales, avec leur bord interne courtement denticulé et se prolongeant quelque peu dans la phallocrypte. Tendon supérieur étroit et visible de face seulement. Le lobe oral de la phallosèque est une



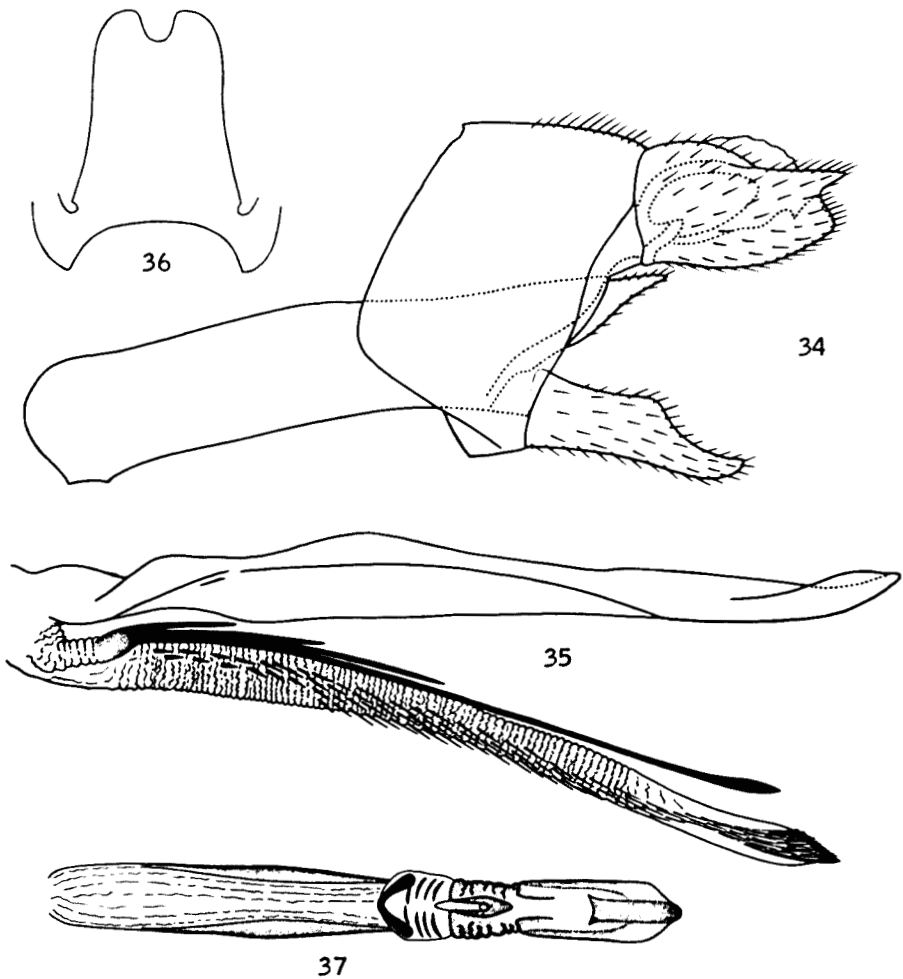
FIGURES 31-33. Armature génitale du ♂ de *M. bahukantakam* — FIG. 31, vue de profil — FIG. 32, vue de dessous — FIG. 33, appareil phallique, vue de profil.

grande pièce triangulaire, aux angles arrondis et de l'angle basal supérieur duquel se détache une épine sinueuse presque aussi longue que les appendices praeanaux. Appendices inférieurs formant un grand lobe obtus, échancré à son extrémité et avec ses angles basaux un peu proéminents. Phallocrypte très grande. Aedéage long, grêle, de forme complexe et armé de nombreuses épines médianes supérieures. Paramères très longs, grêles et insérés sur une base membraneuse érectile.

Génitalia ♀ : VIIIe segment en cône régulier et fendu ventralement. Bourse copulatrice épaisse, pas très longue, avec deux concavités médianes supérieures paires et une profonde cavité basale supérieure.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Nyukmading 18-IV-1961 ; allotype ♀ : Ibid., Jhum La 15-22-IX-1961. (CNC No 11 120).

Cette espèce est très caractéristique par la longue épine interne du lobe oral de la phallocrypte et l'armature épineuse de l'endothèque. Elle est voisine de *hemantajam* par la structure de l'aedéage et R3 et R4 unis par une transversale.



FIGURES 34-36. Armature génitale du δ de *M. hemantajam* — FIG. 34, vue de profil — FIG. 35, appareil phallique, vu de profil — FIG. 36, appendice inférieur, vu de dessous — FIG. 37. Bourse copulatrice de la ♀ du même, vue de dessus.

G. bahukantakam (sanskrit, pourvu de nombreuses épines) m'a paru localisé au Kameng central où il est fort rare et semble voler d'avril à octobre, entre 7,000 et 8,000 pieds, le long de petits et gros torrents.

Glossosoma (Muroglossa) confluens Kimmins

À l'état frais, les insectes ont le corps brun et les ailes antérieures uniformément noires. Les hanches et fémurs postérieurs sont orange clair, de même que les sternites abdominaux ; les tergites sont brun gris.

L'armature génitale du δ des spécimens indiens correspond bien aux figures originales, sauf que le tiers basal des paramères est bulbeux et mou. Le

VIIIe segment de la ♀ est simple et peu sclérotisé. La bourse copulatrice est longue, membraneuse et à tête complexe et lourdement sclérotisée.

Cette espèce se reconnaît facilement à ses appendices praeaux triangulaires, un peu arqués vers le haut et tronqués à leur extrémité.

G. confluens ne m'est connu que par un petit nombre de spécimens capturés au Kameng central en avril, juillet et août, entre 4,500 et 7,300 pieds, près de ruisseaux torrentueux, au filet et à la lumière. J'en connais aussi un ♂ du Sirohi Kashong, à Manipour.

Glossosoma (Muroglossa) hemantajam n. sp. (fig. 28, 34-37)

Tête et thorax brun orangé, recouverts d'une pilosité jaune doré. Ailes antérieures brun foncé, parsemées de poils dorés, isolés à la base et au centre de l'aile et réunis en petites taches dans l'aire apicale. Aux deux ailes, R3 et R4 sont en général réunis par une courte transversale, mais ont parfois un point commun. Le VIe sternite du ♂ porte une pointe conique prolongée par une fine épine, alors que le VIIe est pourvu d'un lobe obtus et vertical (fig. 28).

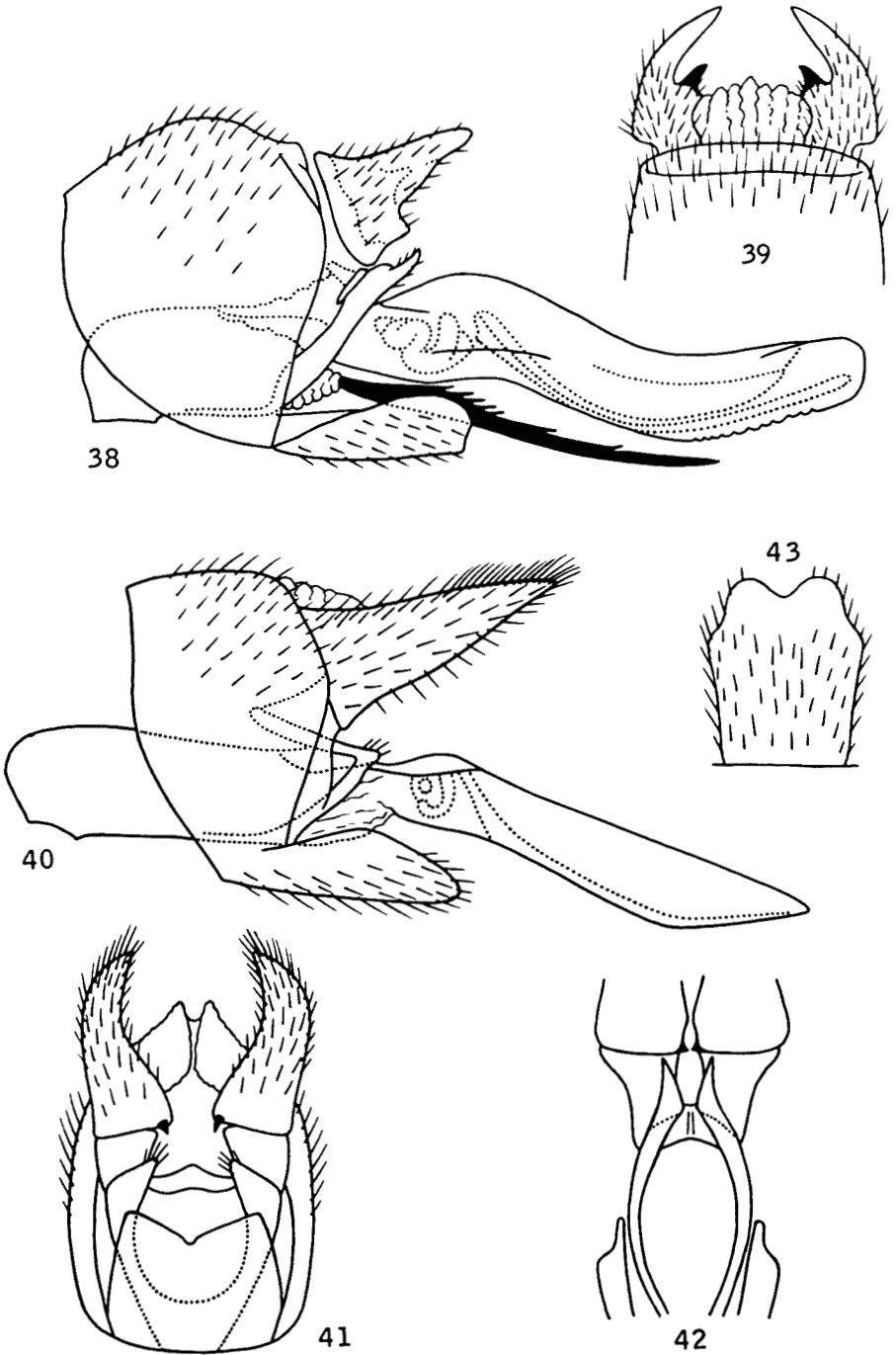
Envergure ♂ ♀ : 12-18 mm.

Génitalia ♂ (fig. 34-36) : appendices praeaux massifs, un peu plus longs que hauts, tronqués droit à leur extrémité dont l'angle supérieur est étiré en pointe ; il y a également une minuscule dent subapicale interne. Lobe oral de la phallosome en petite pointe aiguë. Appendices inférieurs formant une plaque bilobée à son extrémité. L'appareil phallique atteint une longueur considérable et une assez grande complexité. L'aedéage est moyennement chitineux, avec son bord supérieur étalé horizontalement, ce qui donne à l'organe une section en T, et un peu concave vers le haut à son extrémité. Paramères composés d'un bouquet de quatre épines très grêles et de taille très inégale ; ils sont accompagnés d'un lobe membraneux et érectile, presque aussi long que l'aedéage à l'état de non turgescence ; la face interne de ces lobes porte une rangée d'épines courtes et épaisses à la base et devenant d'autant plus longues et fines qu'elles sont insérées près de l'extrémité de la pièce, où elles sont groupées en un pinceau ovale.

Génitalia ♀ (fig. 37) : VIIIe segment en tube conique, ouvert ventralement et largement désclérotisé antérieurement sur ses faces latérales. Bourse copulatrice forte, très longue, bien sclérotisée et de structure complexe.

Holotype ♂ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Borghat 2-3-I-1960 ; *allotype* ♀ : Ibid., 21-22-XII-1959. (CNC No 11 121).

Cette espèce est apparentée à *bahukantakam* par la robustesse des appendices praeaux et la très grande taille de l'appareil phallique. Les propriétés érectiles des lobes annexes des paramères et leur pompon apical de denses épines sont une néoformation intéressante et parallèle à celle des *Glossosoma* s. str. et des *Rhyacophila* (des groupes de *castenea* et *carolina*).



FIGURES 38-39. Armature génitale du ♂ de *M. kamarasikam* — FIG. 38, vue de profil — FIG. 39, vue de dessus — FIG. 40-43. Armature génitale du ♂ de *M. varjakantakam* — FIG. 40, vue de profil — FIG. 41, vue de face — FIG. 42, lobes oraux de la phallosome, vus de face — FIG. 43, appendice inférieur, vu de dessous.

G. hemantajam (sanskrit, hiémal) semble relativement commun en Assam. Je l'ai capturé dans les Khasi Hills de décembre à avril, entre 200 et 900 pieds, et dans les deux chaînes de l'État de Manipour, de juin à août, entre 3,800 et 5,000 pieds. Il fréquente les grands et petits ruisseaux plus ou moins agités.

Glossosoma (Muroglossa) kamarasikam sn. sp. (fig. 38-39)

Corps brun, avec les hanches et fémurs postérieurs et les sternites abdominaux orangé clair ; tergites brun gris. Ailes antérieures le plus souvent uniformément noires, mais parfois avec quelques taches claires indistinctes. Cellule discoïdale des ailes antérieures trois fois plus longue que large et avec sa limite supérieure peu bombée ; la F2 débute bien avant la F1 ; R3 et R4 sont unis par une courte transversale, comme chez *hemantajam*.

Envergure ♂ ♀ : 11-16 mm.

Génitalia ♂ (fig. 38-39) : IXe segment très fort et bombé de façon subsphérique. Appendices praeaux petits, triangulaires, effilés à leur extrémité et pourvus d'une forte dent interne. Appendices inférieurs constituant un lobe simple et peu concave. Lobe oral de la phallocrypte en bande régulièrement forte et terminé en un petit ergot. Phallothèque pas très profonde. Aedéage de taille considérable, obtus à son extrémité et concave à sa face supérieure. Paramères plus courts que le précédent, en épines grêles et barbelées et insérées sur un bulbe érectile.

Génitalia ♀ : VIIIe segment simple, court et peu sclérotisé. Bourse copulatrice petite, semi-membraneuse et avec un anneau apical sclérotisé et complexe.

Holotype ♂ : Sikkim, Zomphuk 1-X-1959 ; allotype ♀ : Ibid., Lathong 26-VII-1959. (CNC No 11 122).

Cette espèce est proche parente de *confluens* dont elle a la coloration mimétique, par la forme de tous les appendices, mais s'en distingue par ses appendices praeaux en triangles aigus et la grande taille de l'aedéage.

G. kamarasikam (sanskrit, libidineux) semble être commun et largement répandu au Sikkim, où je l'ai capturé en mai et de juillet à octobre, entre 4,500 et 8,600 pieds, le plus souvent près de petits et moyens ruisseaux torrentueux et occasionnellement au voisinage de gros torrents. Je le connais aussi d'une localité du Kameng central.

Glossosoma (Muroglossa) varjakantakam n. sp. (fig. 29, 40-43)

Corps brun, avec les hanches et fémurs postérieurs orangé clair ; les sternites abdominaux sont en général orangés aussi, mais occasionnellement brun clair ; les tergites sont toujours brun gris. Ailes antérieures brun foncé, en général unies, mais parfois indistinctement tachetées de clair. Cellule discoïdale

des ailes antérieures très large ; F2 débute légèrement avant F1 ; R3 et R4 ont un parcours commun assez long (fig. 29).

Envergure ♂ ♀ : 10-17 mm.

Génitalia ♂ (fig. 40-43) : IXe segment assez bombé et moyennement long. Appendices praeaux en triangles simples, très robustes, effilés et fortement velus à leur bord apical supérieur. Appendices inférieurs formant un simple lobe non échancré à son extrémité. Lobe oral de la phallocrypte en triangle assez large. Tendon supérieur large. Phallocrypte moyennement profonde. Aedéage simple, concave à sa face supérieure. Paramères disparus.

Génitalia ♀ : VIIIe segment assez long et désclérotisé à sa partie basale inférieure. Bourse copulatrice semblable à celle de *confluens*, mais avec sa tête moins accusée et moins sclérotisée.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Nongrim 28-III-1960 (CNC No 11 123).

Cette espèce est voisine de *confluens* par sa nervulation et les génitalia des deux sexes. Elle s'en distingue principalement par ses appendices praeaux beaucoup plus forts ; à cause de la perte des paramères, elle est nettement plus spécialisée.

G. varjakantakam (sanskrit, dépourvu d'épines) est largement réparti en Inde septentrionale : Garhwal, Sikkim, Kameng, Khasi Hills et Manipour. Commun au Garhwal, il est abondant au Sikkim et dans les Khasi Hills, mais rare en Kameng et à Manipour. Il a les mêmes caractères écologiques dans toutes ces régions ; prédominant dans les petits ruisseaux torrentueux et les petits et moyens torrents, on le trouve occasionnellement aussi près des cours d'eau principaux et des ruisseaux calmes et algueux. Il est plus commun pendant et après la mousson, c'est-à-dire à partir de la mi-août, contrairement à la majorité des Trichoptères et se capture plus souvent à la lumière qu'au filet. Au Garhwal, je l'ai trouvé d'avril à septembre, entre 4,000 et 7,500 pieds ; au Sikkim, de mars à septembre, entre 3,200 et 6,600 pieds ; dans les Khasi Hills, de décembre à octobre, entre 1,800 et 5,400 pieds ; à Manipour de juin à août, entre 3,000 et 5,400 pieds et au Kameng en juillet et octobre. Dans l'Himalaya, sa zone de distribution en altitude est nettement inférieure à celle de *kamarasikam* et elle s'avance moins loin à l'intérieur de la chaîne.

Glossosoma (Glossosoma) caudatum Martynov et *fissum* Martynov

G. caudatum a été décrit de Chine et *fissum* de l'Inde et le second ensuite relégué au rang de sous-espèce du premier. Les génitalia de mes spécimens indiens correspondent bien à ceux des paratypes chinois que j'ai vus, sauf pour un détail : les lobes oraux de la phallocrypte sont légèrement dissemblables chez les premiers, alors qu'ils sont symétriques chez les seconds. Je conserve donc

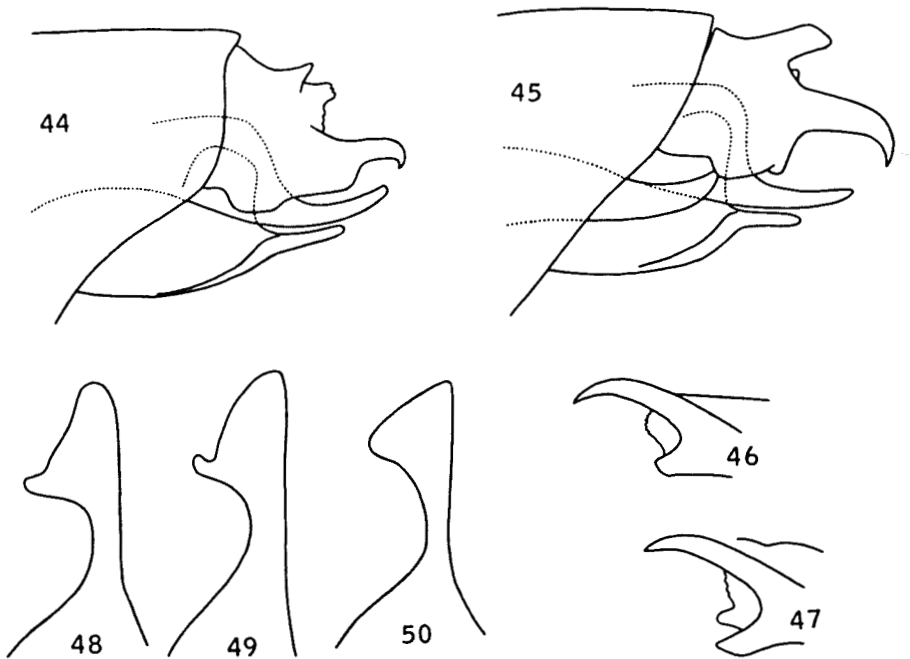


FIGURE 44. Xe segment et lobes oraux de la phallocrypte de *Gl. dentatum dentatum*, vus de profil — FIG. 45. Les mêmes chez *G. dentatum akhandam* — FIG. 46-47. Les mêmes pièces de la même sous-espèce, vues obliquement — FIG. 48-50. Lobe ventral du IXe segment du même, vu de dessous.

ici à *fissum* son statut subsppécifique. La bourse copulatrice de la ♀ est tordue de 180° sur elle-même.

En Inde, *G. fissum* est largement répandu dans les basses altitudes himalayennes. Il est localement abondant dans les rivières principales à leur sortie des montagnes et s'avance quelque peu aussi dans les Préalpes, où il reste lié aux cours d'eau principaux. On ne le rencontre qu'exceptionnellement dans le coeur de la chaîne où il est remplacé par *dentatum akhandam*. Au Garhwal, je l'ai capturé assez communément de mars à août, entre 1,200 et 6,400 pieds. Au Sikkim, il paraît rare, car je ne l'ai rencontré qu'à trois localités. En Kameng, j'ai constaté qu'il est abondant dans la basse vallée de la *Bhairabkunda Chu*, de mars à mai, entre 700 et 3,100 pieds. J'en ai aussi capturé une unique ♀ dans l'État de Manipour en juin, à 3,900 pieds.

Glossosoma (Glossosoma) dentatum McLachlan

Cette espèce a une très large répartition géographique en Asie : Turquestan russe, Indou-Kouch, Karakoram et tout le long de l'Himalaya jusqu'en Kameng au moins. Les spécimens indiens que j'ai capturés étant assez diffé-

rents de ceux du Pakistan et de l'Afghanistan, je crois devoir les isoler dans une sous-espèce particulière.

Glossosoma (Glossosoma) dentatum dentatum McLachlan (fig. 44)

Les insectes afghans et pakistanais que j'ai étudiés (1959 : 240 ; 1963 : 436) ont les ailes antérieures brun gris, moyennement foncées. La pointe apicale supérieure des appendices praeaux est réduite de taille et dédoublée en deux courts lobes coniques, l'inférieur étant un peu denticulé. Ce caractère se trouve clairement indiqué dans la description et sur les figures originales de McLachlan, effectuées d'après le type capturé au Turquestan russe. Il définit donc la forme typique (fig. 44). L'aedéage porte une longue rangée de minuscules épines en position inférieure.

Glossosoma (Glossosoma) dentatum akhandam n. ssp. (fig. 45-50)

Ailes antérieures gris noir, avec la lèvre recouvrante de la callosité anale des ailes antérieures du ♂ jaune clair et formant un vif contraste avec le reste de l'aile. La pointe apicale supérieure des appendices praeaux est assez grande, simple, en forme de parallélogramme obtus et 1.5 fois plus long que large. La pointe apicale inférieure est en fort crochet recourbé vers le bas, comme chez la forme typique. Entre ces deux pointes se trouve un petit lobe médian, denticulé et de taille variable (fig. 45-47). Garniture épineuse de l'aedéage semblable à celle de la forme typique. Le lobe médian ventral du IXe segment est aussi semblable à celui de cette dernière, mais peut-être un peu plus large à l'apex ; sa forme n'est pas très stable et j'illustre ici trois de ses variations (fig. 48-50).

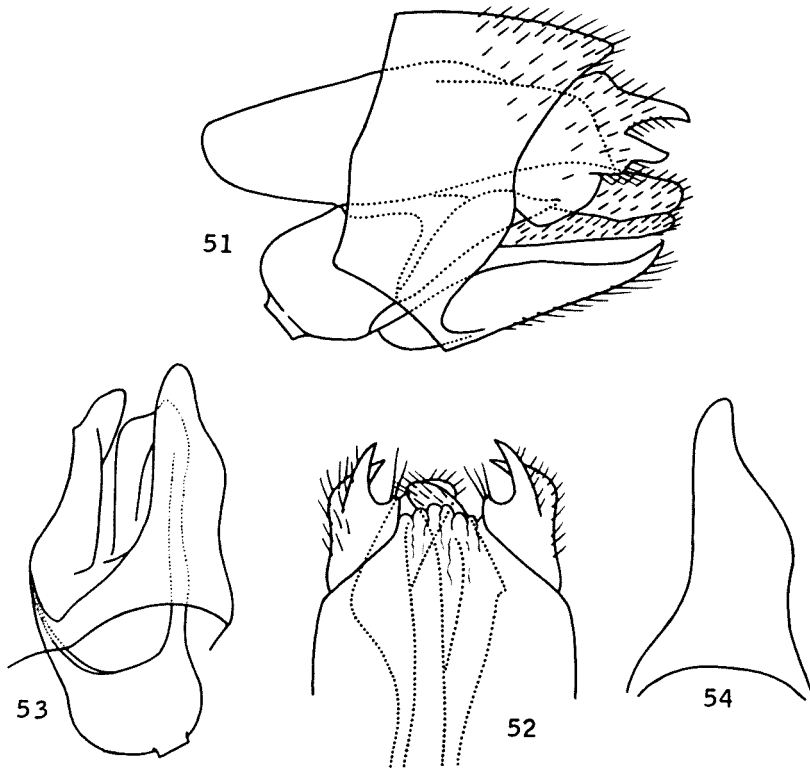
Envergure ♂ ♀ : 15-27 mm.

Holotype ♂ et *allotype* ♀ : Inde, Assam, Kameng Frontier Division, Talung Dzong 26-III-1961 (CNC No 11 124).

La taille et la forme de la pointe apicale supérieure des appendices praeaux est assez constante et caractérise fort bien cette sous-espèce. C'est d'ailleurs un caractère fort utile, car, avec le petit lobe médian interne, il montre que *dentatum* appartient au groupe de *orientale*. Si nous ne connaissions pas cette variation, la forme typique apparaîtrait isolée et inclassable dans cadre du genre. La duplication de la pointe apicale supérieure chez cette dernière est visiblement une spécialisation et une simple variation géographique apparue dans la partie nord-orientale de l'aire de l'espèce.

G. dentatum akhandam (sanskrit, non divisé, intègre) est l'espèce du genre la plus commune dans les montagnes de l'Inde septentrionale, où elle peuple tous les types de cours d'eau des zones subtropicale, tempérée chaude et le bas de la zone tempérée froide. Il semble toutefois prédominer dans les grands cours d'eau torrentueux. On le capture presque toujours à la lumière et très

occasionnellement au filet. Il est souvent abondant localement. Les ♀♀ sont toujours trois ou quatre fois plus nombreuses que les ♂♂ et sont souvent seules à venir à la lampe. Au Garhwal, j'ai capturé *G. dentatum akhandam* de mai à août, entre 4,200 et 9,200 pieds ; au Sikkim, de mars à septembre, entre 2,800 et 7,000 pieds et en Kameng, de mars à octobre, entre 2,100 et 7,800 pieds. Je le connais également d'une localité népalaise et en possède deux ♀♀ isolées des Khasi Hills et de Manipour.



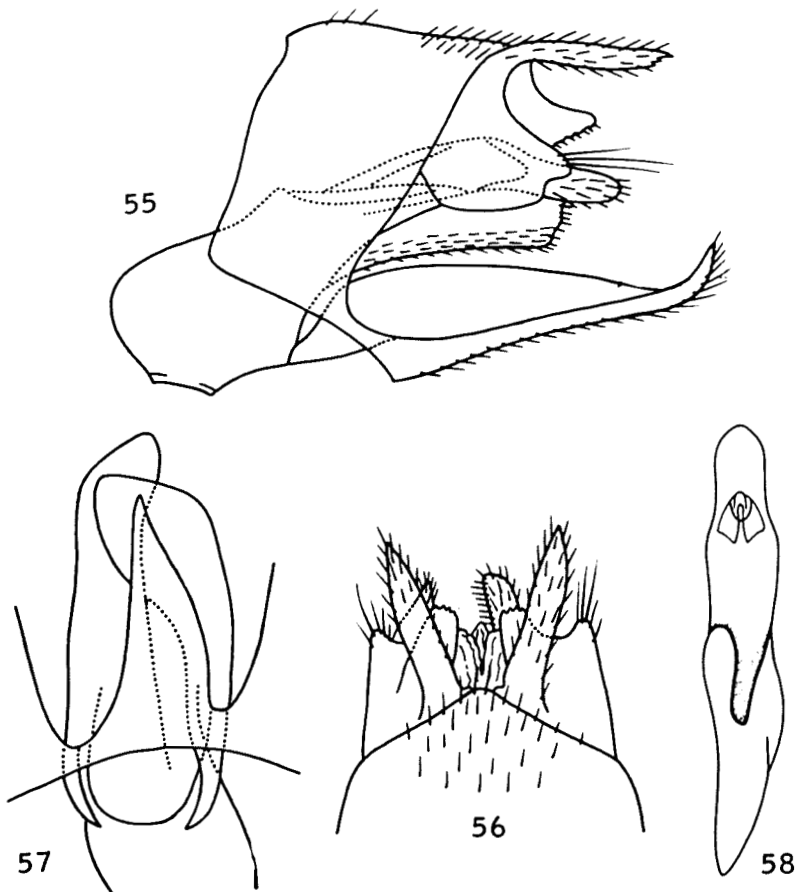
FIGURES 51-54. Armature génitale du ♂ de *G. suborientale* — FIG. 51, vue de profil — FIG. 52, vue de dessus. — FIG. 53, lobes oraux de la phallosomite et appendice ventral du IX^e segment, vus obliquement par dessous — FIG. 54, lobe ventral du IX^e segment, vu de dessous.

Glossosoma (Glossosoma) subaequale n. sp.

(fig. 51-54)

Ailes antérieures uniformément brunes. Callosité anale du ♂ semblable à celle d'*aequale* Banks, c'est-à-dire en assez grand ovale régulier et sans lèvre recouvrante.

Génitalia ♂ (fig. 51-54) voisins de ceux d'*aequale* et s'en distinguant par les caractères suivants : appendices praeanaux avec un talon basal supérieur plus arrondi, la pointe apicale supérieure plus longue, la pointe apicale infé-



FIGURES 55-57. Armature génitale du δ de *G. tripartitum* — FIG. 55, vue de profil — FIG. 56, vue de dessus — FIG. 57, lobes oraux de la phallosome, vus de dessous. — FIG. 58, bourse copulatrice de la ♀ du même, vue de dessus.

rieure de même forme que la précédente mais du tiers plus petite et un talon basal inférieur plus large et plus obtus. Les deux lobes oraux de la phallosome sont de longueur et de largeur égales. ♀ inconnue.

Holotype δ et 2 $\delta\delta$ *paratypes* : Chine, « Tapaishan im Tsiling, Sued Shensi 21-22-VI-1935, H. Hoene » (CNC No 11 125).

Glossosoma (Glossosoma) tripartitum n. sp.

(fig. 55-58)

Ailes antérieures uniformément brun foncé. Callosité anale du δ très fortement développée, comme chez *orientale* Kimmins, mais avec la lèvre recouvrante un peu moins large.

Envergure $\delta\text{♀}$: 22-26 mm.

Génitalia ♂ (fig. 55-57) : appendices praeanaux très semblables à ceux d'*orientale*, mais avec la pointe supérieure sensiblement plus grande, le lobe médian est haut mais plus proéminent et la pointe inférieure à peine indiquée. L'apex du lobe oral gauche de la phallocrypte est ovoïde et nettement plus long que la précédente ; le lobe oral droit est tronqué à son extrémité.

Génitalia ♀ (fig. 58) : bourse copulatrice en tube asymétrique mais non tordu sur lui-même. Le bord apical de sa face supérieure est profondément et irrégulièrement découpé, alors que l'extrémité de la face inférieure est régulièrement ogivale.

Holotype ♂ : Chine, « Kuatun, Fukien (2300 m.) 27,40 n.Br. 117,40 ö, 3-IV-1938 » ; *allotype* ♀ : Id., 19-III-1938, L. J. Klapperich (CNC No 11 126).

Cette espèce est la plus proche parente connue d'*orientale* dont elle se distingue par les caractères cités ci-dessus.

Références

- ROSS, H. H., 1956. *Evolution and classification of the mountain Caddis-flies*. University of Illinois Press, Urbana, 213 pp.
- SCHMID, F., 1959. Trichoptères du Pakistan II. *Tijdschr. Ent.*, **102**: 231-253.
- SCHMID, F., 1963. Trichoptères d'Afghanistan. *Annls hist-nat. Mus. natn. hung.*, **55**: 435-445.

VALEUR DE L'ANALYSE CHIMIQUE DU SOL
POUR L'ÉTUDE DE LA DISPONIBILITÉ DU
MOLYBDÈNE POUR LA FLÉOLE ET LA LUZERNE¹

B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE
Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Après avoir déterminé le contenu en molybdène des sols du Québec, on a étudié les effets d'une fertilisation molybdénique sur un certain nombre d'entre eux. Il y a une influence bienfaisante entre la chaux et le molybdène dans les sols utilisés pour la culture de la luzerne (*Medicago sativa*). Toutefois, pour la fléole, (*Phleum pratense*) le même effet combiné est non-significatif. Les concentrations molybdéniques des tissus végétaux n'ont jamais atteint le seuil toxique de 7 ppm en dépit de l'addition au sol de 2 kg/ha de molybdate de sodium; il y avait cependant parallélisme entre les teneurs des sols en molybdène et les rendements. D'ailleurs, l'extraction selon la méthode Tamm ne donne pas une idée exacte de la disponibilité du molybdène pour les végétaux, ce qui semble indiquer que la fraction non extraite par cette méthode contribue également à l'alimentation végétale.

Abstract

Experiments related to the molybdenum fertilization of Québec soils were conducted in the greenhouse. A significant relation between the amount of lime in the soil and the molybdenum absorption by Alfalfa (*Medicago sativa*) was noted but with Timothy (*Phleum pratense*) no such interaction was found. In spite of adding the equivalent of 2 kg/ha of sodium molybdate, the toxic level of molybdenum (approximately 7 ppm) was not reached. In any case, the concentration of extractable molybdenum in the soil is not an accurate measure of the amount available to the plant; in fact, total molybdenum appears to have more importance than it is usually believed.

Introduction

Malgré l'importance du molybdène pour la production végétale, il y a eu peu d'études sur la détermination du molybdène assimilable aux plantes d'où la nécessité de vérifier les résultats analytiques en rapport avec la disponibilité

1. Contribution N° 113 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

de l'élément-trace dans le milieu de croissance. Le rôle du molybdène ne se limite pas à la réduction des nitrates et à la fixation de l'azote atmosphérique. En effet, Agarwala (1956) observa clairement les symptômes de déficience molybdénique (whiptail ou suppression du limbe) chez le chou-fleur, ainsi que la réduction de la concentration en acide ascorbique des tissus végétaux. On croit généralement que l'augmentation de l'activité de la phosphatase résultant de la déficience molybdénique diminue l'action des métabolites phosphorylés ainsi que la synthèse de l'acide ascorbique (Possingham, 1954). En outre, les molybdates sont des inhibiteurs compétitifs de l'activation des sulfates durant leur réduction (Wilson, 1958).

Matériel et méthodes

Pour cette expérience en serre, on a utilisé les 5 types de sols suivants : le loam sablo-graveleux St-André, l'argile Kamouraska, le sol organique moyennement décomposé Lemieux, le loam argileux De l'Anse et le sable moyen Morin. La luzerne (*Medicago sativa*), variété Vernal, et la fléole (*Phleum pratense*), variété Climax, ont été ensemencées dans des pots de grès de 10 litres remplis de sol et dont l'orifice inférieur a été bouché avec de la laine minérale pour permettre un drainage convenable. Comme le pH des sols variait entre 4.1 et 6.1, on a appliqué suffisamment de chaux pour le ramener à 6.8 pour la luzerne et 6.5 pour la fléole. Le molybdate de sodium a été ajouté aux sols au taux de 2000 g/ha. La fertilisation de base était de 600 kg/ha de 4-24-20 pour la luzerne et 600 kg/ha de 10-10-10 pour la fléole. Les plantes étaient arrosées à l'eau de robinet chaque fois que l'état du sol en indiquait le besoin. La température de la serre a été maintenue à 72° F (22.2° C) et l'humidité relative aux environs de 67%. De plus, on a utilisé un éclairage complémentaire durant 16 heures par jour avec des lampes fluorescentes d'intensité lumineuse de 750 pieds chandelle. Pour le semis, on a utilisé 25 graines par pot pour la luzerne et 45 graines par pot pour la fléole. On a fait 4 coupes et la récolte de chaque pot a été séchée à l'étuve à 105°C et pesée séparément. C'est ce poids qui nous a servi de base de comparaison pour apprécier les effets de la fertilisation molybdénique et du chaulage.

La méthode de Bingley pour le dosage du molybdène dans les tissus végétaux, fut utilisée (Bingley, 1959), avec les modifications proposées par Gupta (1965). En effet, en milieu acide, le dithiol (4-méthyl 1,2-dimercaptobenzène) forme, en présence du molybdène, un complexe vert foncé très stable dont l'absorbance peut être mesurée à 680 m μ . Le molybdène échangeable a été dosé par polarographie après son extraction avec la solution Tamm et son isolation avec l' α -benzoïnoxime. On a monté l'expérience en factorielles, afin de pouvoir étudier l'action des facteurs chaux et molybdène soit séparément, soit en combinaison.

TABLEAU I

Effet de la chaux et du molybdène sur les rendements et les teneurs en molybdène de la luzerne (*Medicago sativa*) et de la fléole (*Phleum pratense*) cultivées sur 5 sols différents.

(Moyenne de 3 répétitions et 3 coupes consécutives)

Séries de sols Traitements	Sols				
	Lemieux	Kamouraska	De l'Anse	Morin	St-André
	Luzerne (g / pot)				
T.	5.90	6.92	2.62	2.06	0.68
Ch.	5.90	7.33	5.81	3.19	4.64
Mo.	6.20	7.20	3.76	2.31	1.08
Ch. + Mo.	6.10	7.88	6.33	3.68	5.32
	Luzerne (concentration / ppm)				
T.	0.05	0.09	0.04	0.05	0.50
Ch.	0.04	0.29	0.03	0.02	0.06
Mo.	0.27	0.10	0.18	0.26	0.23
Ch. + Mo.	0.31	0.35	0.40	0.72	0.62
	Fléole (g / pot)				
T.	6.47	4.66	5.43	4.31	4.94
Ch.	6.35	4.68	8.56	4.08	5.39
Mo.	7.03	4.13	5.52	4.52	3.79
Ch. + Mo.	6.40	4.33	8.31	4.03	5.55
	Fléole (concentration / ppm)				
T.	0.07	0.06	0.03	0.12	0.03
Ch.	0.04	0.28	0.05	0.06	0.07
Mo.	0.18	0.19	0.05	0.07	0.16
Ch. + Mo.	0.27	0.22	0.19	0.07	0.85
T. Témoin	Mo.	Molybdène			
Ch. Chaux	Ch. + Mo.	Chaux et Molybdène			

Résultats et discussion

On a remarqué une influence bienfaisante entre la chaux et le molybdène dans les sols utilisés pour la culture de la luzerne. En effet, le mélange chaux et molybdène a permis l'obtention de rendements supérieurs à ceux obtenus à la suite du chaulage seul (tableau I). Cependant, la luzerne cultivée sur le sol Lemieux a fait exception, car les traitements s'y sont avérés nuls. Pour la fléole l'effet combiné de la chaux et du molybdène a été non-significatif ; en effet, le chaulage a été aussi efficace que l'application du mélange chaux et molybdène. Toutefois, les concentrations molybdéniques des tissus végétaux

n'ont jamais atteint le seuil toxique d'environ 7 ppm, et cela en dépit de l'addition au sol de l'équivalent de 2 kg/ha de molybdate de sodium.

Les concentrations molybdéniques des sols traités avec l'oligoélément seul et utilisés pour la culture de la fléole et de la luzerne sont plus élevées que celles des récoltes qui ont été traitées avec le mélange chaux et molybdène (tableau II). Il faut mentionner qu'à des niveaux égaux de fertilisation molybdénique les quantités de molybdène dans les récoltes ont varié du double au quintuple (tableau I). Pourtant, malgré les augmentations dans les rendements et les teneurs en molybdène des récoltes de fléole et de luzerne, les concentrations molybdéniques des sols utilisés ne varient pas de façon significative. On pourrait donc se passer d'applications annuelles de molybdène au sol. Il y a un certain parallélisme entre le contenu en molybdène assimilable des sols et les rendements de la luzerne. Par contre, il a été difficile de trouver un tel rapport pour la fléole.

TABLEAU II

Concentration en molybdène assimilable (ppm) des sols traités et non-traités utilisés pour la culture de la luzerne (*Medicago sativa*) et de la fléole (*Phleum pratense*).

Séries de sols	Témoins		Fin de l'expérience		
	Début de l'expérience	Fin	Sol et Chaux	Sol et Molybdène	Sol et Chaux + Molybdène
	Luzerne (ppm)				
Lemieux	0.06	0.08	0.03	0.15	0.10
Kamouraska	0.10	0.09	0.01	0.18	0.14
De l'Anse	0.08	0.08	0.10	0.27	0.11
Morin	0.07	0.10	0.14	0.29	0.01
St-André	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
	Fléole (ppm)				
Lemieux	0.06	0.04	0.05	0.15	0.09
Kamouraska	0.10	0.10	0.10	0.15	0.01
De l'Anse	0.08	0.07	0.01	0.15	0.14
Morin	0.07	0.04	0.04	0.07	0.06
St-André	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05

Cependant, pour conclure, on peut dire que le molybdène assimilable ne donne généralement pas une idée exacte de sa disponibilité par rapport à l'alimentation végétale. Il est vrai que le comportement de cet élément dans le sol n'est pas encore tellement bien connu (Gupta, 1969). On est d'ailleurs de plus en plus persuadé de l'existence d'une relation entre le molybdène total et les

besoins des végétaux. Il serait opportun pour compléter ce travail de faire la détermination des niveaux critiques du molybdène dans nos sols. On pourrait de la sorte, établir la relation qui existe entre le molybdène du sol, de la plante et dans les animaux.

Remerciements

Les auteurs se plaisent à remercier le professeur Roger Baril pour ses conseils judicieux et le Conseil national des Recherches pour la subvention accordée.

Références

- AGARWALA, S. C., 1952. Relation of nitrogen supply to the molybdenum requirement of Cauliflower grown in sand culture. *Nature*, **169**, 1099.
- BINGLEY, J. B., 1959. Simplified determination of molybdenum in plant material by 4 methyl 1,2-dimercaptobenzene, Dithiol. *J. agric. Fd Chem.*, **7**: 269-270.
- GUPTA, U. C., 1965. Determination of molybdenum in plant materials using Dithiol. *Soil sci.*, **99**: 414-415.
- GUPTA, U.C., 1969. Effect and interaction of molybdenum and limestone on growth and molybdenum content of Cauliflower, Alfalfa, and Brome Grass on acids soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **33**: 929-932.
- POSSINGHAM, J. V., 1954. The effect of molybdenum on the organic and inorganic phosphorus of plants. *Aust. J. biol. Sci.*, **7**: 221-224.
- WILSON, L. G., 1958. Enzymatic reaction involving sulfate, sulfite, selenate and molybdate. *J. biol. Chem.*, **233**: 975-981.

CONTENU EN MOLYBDENE TOTAL ET ASSIMILABLE DES SOLS DU QUÉBEC ¹

B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Pour entreprendre ce travail, nous avons prélevé 400 échantillons de sols représentant les 5 zones géographiques et les principaux grands groupes du Québec. Les concentrations en molybdène total dans la couche arable (0-20 cm) varient de 0.25 à 2.32 ppm, tandis que le molybdène assimilable varie de 0.01 à 0.29 ppm. Les sols appartenant au grand groupe des luvisols gris sont les plus déficients en molybdène. Par contre, les gleysols humiques sont les mieux pourvus en molybdène. L'analyse statistique n'a révélé aucune corrélation significative entre le molybdène total et le molybdène assimilable.

Abstract

In order to determine the molybdenum content of Québec soils, 400 soil samples were taken throughout the 5 principal geographic areas of the province. The total molybdenum content in the plow layer (0-20 cm.) ranges from 0.25 to 2.32 ppm, while the extractable molybdenum varies from 0.01 ppm to 0.29 ppm. The molybdenum concentrations are the lowest in the gray luvisols soils and the highest in the humic gleysols. No correlation was found between total and extractable molybdenum in the soil.

Introduction

Ce n'est qu'en 1930, que les travaux de Bortels ont permis la découverte du rôle fondamental du molybdène dans la fixation de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des bactéries du type *Azotobacter*. D'après Robinson et Alexander (1953), le contenu moyen en molybdène de la lithosphère varie entre 0.6 et 3.5 ppm, tandis que les sols de l'U.R.S.S. ont une teneur de 2 à 4 ppm (Vinogradov et Vinogradova, 1948). En 1954, Kuroda et Sandell ont remarqué l'uniformité de la distribution de l'oligoélément due à sa capacité de remplacer plusieurs autres éléments dont les rayons ioniques à l'intérieur des cristaux des minéraux secondaires sont similaires. Le molybdène dans le sol est présent sous forme d'anions (M_6O_4)⁻² fortement adsorbés sur les minéraux et les colloïdes argileux à pH inférieur à 6.0 (Jones, 1957). L'oligoélément se

1. Contribution n° 112, Faculté d'agriculture, Université Laval.

trouve aussi sous forme de molybdates solubles à l'eau, de trioxydes M_2O_3 , bioxydes M_2O_2 et en combinaison avec la matière organique. Aucune relation distincte entre la teneur en molybdène du sol et le matériel original n'a pu être observée. On peut donc dire que la déficience en molybdène est due aux autres facteurs de formation des sols (Davies, 1956).

À la lumière de ces résultats, et considérant le fait que la majorité des sols du Québec sont acides, il nous a semblé utile d'en déterminer la teneur en molybdène total et assimilable.

Matériel et méthodes

Pour réaliser ce travail, nous avons prélevé en terrain cultivé des échantillons de 40 séries de sols représentant les 5 grandes zones géographiques du Québec et appartenant à 9 grands groupes de sols. Il y avait 14 podzols humo-ferriques, 1 brunisol dystrique, 2 brunisols mélaniques, 8 gleysols, 7 gleysols humiques, 1 luvisol brun-gris, 3 luvisols gris, 3 mésisols, 1 fibrisol (Système Canadien de classification des sols, 1970). Chaque série était représentée par 10 échantillons dont 5 pour la couche de surface (0-20 cm) et 5 pour le sous-sol (20-40 cm). Chaque échantillon était composé de 8 à 10 prélèvements et provenaient d'endroits différents d'une même zone géographique. Les principales caractéristiques de ces séries ont été énumérées en détail par Bitton et Ouellette (1968).

Le dosage du molybdène total a été fait par spectrophotométrie d'absorption atomique, après modification de la méthode de Hoover et Duren (1967) pour la détermination du molybdène dans les engrais chimiques. Il s'agit essentiellement de complexer l'oligoélément avec le thiocyanate de potassium et de l'extraire dans une fraction d'alcool isoamylique après sa séparation des autres matières solubles dans l'eau. Le molybdène assimilable a été dosé par polarographie, après son extraction avec la solution Tamm et son isolation avec l' α -benzoïnoxime.

Résultats et discussions

MOLYBDÈNE TOTAL

L'examen des tableaux I et II nous montre que les mésisols sont les plus riches en molybdène total (1.43 ppm et 2.04 ppm), tandis que les luvisols gris (0.45 ppm et 0.53 ppm) sont parmi les plus pauvres. Pour les podzols humo-ferriques (0.85 ppm et 0.86 ppm) et les gleysols (0.97 ppm et 0.96 ppm), les concentrations en molybdène total aux 2 niveaux de prélèvements sont presque identiques. Les teneurs en molybdène total des couches de surface (0-20 cm) du brunisol dystrique (0.87 ppm), des brunisols mélaniques

TABLEAU I

Distribution du molybdène total et assimilable dans les sols agricoles du Québec.

Grand groupe de sol	Zone géographique	Série	Molybdène total ppm		Molybdène assimilable ppm		
			0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	
Podzol humo-ferrique	Appalaches	Arago	0.71	0.80	0.05	0.23	
		Chapais	1.00	0.84	0.14	0.19	
		Greensboro	0.59	0.59	0.22	0.26	
		Roxton	0.96	1.08	0.21	0.25	
		St-Onésime	0.98	0.97	0.28	0.24	
	Lac St-Jean	Bourget	0.79	0.82	0.00	0.00	
		Parent	0.41	0.43	0.09	0.25	
		Beaurivage	1.02	0.95	0.01	0.01	
	Plaine du St-Laurent	Morin	1.40	1.72	0.07	0.05	
		St-André	0.25	0.24	0.05	0.04	
		St-Jude	0.90	0.86	0.08	0.19	
		Rivière-du-Loup	0.94	0.91	0.06	0.18	
		Tilly	1.05	1.08	0.11	0.17	
	Brunisol dystrique Brunisol mélanique Gleysol	Lac St-Jean	Vien	0.91	0.86	0.15	0.21
			Taillon	0.37	0.41	0.07	0.08
Plaine de Montréal		Norton	0.98	0.79	0.29	0.03	
		St-Bernard	1.02	0.82	0.20	0.21	
		Chabot	0.76	0.74	0.15	0.24	
Appalaches		Du Creux	1.47	1.24	0.22	0.40	
		Ixworth	0.71	0.73	0.01	0.01	
		Senneville	0.29	0.24	0.12	0.21	
		De l'Anse	0.61	0.67	0.08	0.06	
		Gentilly	0.60	0.63	0.10	0.28	
Gleysol humique	Lac St-Jean	St-Samuel	1.40	1.55	0.06	0.50	
		Platon	1.93	1.89	0.24	0.32	
	Plaine de Montréal	Hébertville	0.74	0.60	0.02	0.01	
		Normandin	0.32	0.19	0.06	0.05	
		Ste-Rosalie	0.65	0.45	0.29	0.06	
	Plaine du St-Laurent	Rideau	0.98	0.83	0.05	0.03	
		St-Urbain	0.76	0.66	0.16	0.16	
		La Pocatière	1.04	0.94	0.18	0.27	
Luvisol brun-gris Luvisol gris	Plaine de Montréal	Kamouraska	1.30	1.12	0.10	0.09	
		Ste-Hélène	0.89	0.60	0.11	0.08	
	Abitibi	Guyenne	0.37	0.78	0.07	0.06	
Mésisol	Plaine de Montréal	Lamothe	0.30	0.29	0.05	0.15	
		Macamic	0.68	0.52	0.14	0.07	
		Ste-Chlotide	1.25	1.84	0.11	0.03	
		St-Dominique	2.32	2.21	0.09	0.08	
		St-Jean Chrysostome	0.74	2.08	0.05	0.05	
Fibrisol	Plaine du St-Laurent	Lemieux	0.77	0.52	0.06	0.05	

(1.00 ppm), des gleysols humiques (0.83 ppm), du luvisol brun-gris (0.89 ppm) et du fibrisol (0.77 ppm) sont plus élevées que celles des sous-sols (20-40 cm) de ces mêmes grands groupes. On remarque aussi des diminutions de 0.08 ppm et 0.61 ppm dans les quantités de molybdène total des couches de surface (0-20 cm) des luvisols et des mésisols respectivement par rapport au sous-sol, ce qui laisse supposer l'entraînement des anions $(M_0O_4)^{-2}$ par lessivage. En outre, certains sols cultivés intensivement comme le Ste-Rosalie (0.65 ppm)

TABLEAU II

Contenu moyen en molybdène total (ppm) des principaux grands groupes de sols agricoles du Québec.

GRANDS GROUPES DE SOLS	NOMBRE DE SERIES	0-20 cm.		20-40 cm.	
		ppm	écart	ppm	écart
Podzol humo-ferrique	14	0.85	0.25-1.40	0.86	0.24-1.72
Brunisol dystrique	1	0.87	-	0.41	-
Brunisol mélanique	2	1.00	0.98-1.02	0.80	0.79-0.72
Gleysol	8	0.97	0.29-1.93	0.96	0.24-1.89
Gleysol humique	7	0.83	0.32-1.30	0.68	0.19-1.12
Luvisol brun-gris	1	0.89	-	0.60	-
Luvisol gris	3	0.45	0.30-0.68	0.53	0.29-0.78
Mésisol	3	1.43	0.74-2.32	2.04	1.84-2.21
Fibrisol	1	0.77	-	0.52	-

et le De l'Anse (0.61 ppm) sont pauvres en molybdène total à cause probablement du prélèvement par les récoltes.

MOLYBDÈNE ASSIMILABLE

Si les mésisols sont très riches en molybdène total, il n'en est pas de même pour le molybdène assimilable dont les contenus moyens sont de 0.08 ppm dans la couche arable et 0.05 ppm dans le sous-sol (Tableau III).

Dans le cas des podzols humo-ferriques et des gleysols, les concentrations 0.16 ppm et 0.25 ppm dans les sous-sols sont plus élevées que dans les couches du surface 0.11 et 0.12 ppm respectivement. À première vue, il semble que cet appauvrissement soit dû à l'entraînement en profondeur de l'élément-trace après lessivage ; mais pour un élément relativement immobile comme le molybdène, cette conclusion ne peut être envisagée qu'avec beaucoup de réserve. Ce phénomène pourrait être expliqué par la présence de molybdates ferriques qui contrôlèrent la solubilité du molybdène (Follet et Barber, 1967).

On a calculé séparément les coefficients de corrélation pour les 5 résultats d'analyse du molybdène assimilable et du molybdène total pour les échantillons d'une même série de sol. La relation a été faible dans tous les grands groupes ; en effet, sur 40 séries de sols, on n'a observé que 6 valeurs de r significatives, et, en général, elles ne l'étaient qu'avec une probabilité de 5%, ce qui est probablement l'effet du hasard. Les résultats de l'analyse statistique obtenue aux deux niveaux de prélèvements confirment donc les résultats de Lowe et Massey (1965), Reisenauer (1967), et Scott et coll. (1963), qui sont à l'effet que la détermination de la teneur totale d'un sol en molybdène ne permet pas d'en prévoir la quantité assimilable.

TABLEAU III

Contenu moyen en molybdène assimilable (ppm) des principaux grands groupes de sols agricoles du Québec.

GRANDS GROUPES DE SOLS	NOMBRE DE SERIES	0-20 cm.		20-40 cm.	
		ppm	écart	ppm	écart
Podzol humo-ferrique	14	0.11	0.00-0.28	0.16	0.00-0.26
Brunisol dystrique	1	0.07	-	0.08	-
Brunisol mélanique	2	0.25	0.20-0.29	0.12	0.03-0.21
Gleysol	8	0.12	0.01-0.24	0.25	0.01-0.50
Gleysol humique	7	0.12	0.02-0.29	0.09	0.01-0.27
Luvisol brun-gris	1	0.11	-	0.08	-
Luvisol gris	3	0.08	0.05-0.14	0.09	0.06-0.15
Mesisol	3	0.08	0.05-0.11	0.05	0.03-0.08
Fibrisol	1	0.06	-	0.05	-

Remerciements

Les auteurs remercient le professeur Roger Baril pour ses conseils judicieux et le Conseil national des Recherches pour la subvention accordée.

Références

- BITTON, G. et G. J. OUELLETTE, 1968. Contenu en magnésium échangeable et total des sols du Québec. *Sci. Sol*, 1: 11-17.
- BORTELS, H., 1930. Molybdan als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. *Arch. Mikrobiol.*, 1: 333-342.
- CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1970. The system of soil classification for Canada. Queen's Printer. No. A42-4069.
- DAVIES, E. B., 1956. Factors effecting molybdenum availability in soils. *Soil Sci.*, 81: 209-221.
- FOLLET, R. E. and S. A. BARBER, 1967. Molybdenum phase equilibria in soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 31: 76-79.
- HOOVER, W. L. and S. C. DUREN, 1967. Determination of molybdenum in fertilizers by atom. absp. spect. *Journal of the A.O.A.C.* 50: 1269-1273.
- JONES, C. H. P., 1957. The Solubility of molybdenum in simplified systems and aqueous soil suspensions. *J. Soil Sci.*, 8: 313-327.
- KURODA, P. K. and H. F. SANDELL, 1954. Geochemistry of Molybdenum. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 6: 35-63.
- LOWE, R. M. and H. F. MASSEY, 1965. Hot water extraction for available soil molybdenum. *Soil Sci.*, 100: 238-243.
- REISENAUER, H. M., 1967. Soil testing plant analysis. Part I, S.S.S.A. Special Publication, 71-102.

- ROBINSON, W. O. and L. T. ALEXANDER, 1953. Molybdenum content of soils. *Soil Sci.*, **75**: 287-291.
- SCOTT, R. S., N. A. CULLEN and E. B. DAVIES, 1963. Long-term studies of molybdenum applied to pasture. *N.Z.Jl. agric. Res.* **6**: 538-555.
- VINOGRADOV, A. P. and K. G. VINOGRADOVA, 1948. Molybdenum in soils of the U.S.S.R. *Dokl. Akad. Nauk U.S.S.R.*, **62**: 657-659.

ALTÉRATION ULTRASTRUCTURALE DES CHLOROPLASTES DANS LES CELLULES DE BLÉ INFECTÉ PAR LA ROUILLE NOIRE ¹

A. JANITOR ², J. PINON et G. M. OLA'H

Département de phytotechnie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

L'ultrastructure d'une variété de blé sensible parasitée par *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* race 15B a été étudiée au niveau d'une tache chlorotique après fixation à la glutaraldéhyde et postfixation au tétraoxyde d'osmium. Les chloroplastes des cellules du mésophylle présentent des altérations sous forme d'excroissances ou d'invaginations pouvant isoler une fraction du cytoplasme.

Une discussion sur le déterminisme et le rôle des excroissances est entreprise en comparaison avec des observations analogues pratiquées sous des conditions expérimentales différentes.

Abstract

Cell fine structure of susceptible wheat infected by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* race 15B was studied on chlorotic spots. Samples were fixed in glutaraldehyde and postfixed in osmium tetroxide. In mesophyll cells chloroplasts develop long protusions and are also characterized by cytoplasmic intrusions. The origin and function of these abnormalities are discussed in relation to similar structures observed under various experimental conditions.

Introduction

La littérature scientifique nous fournit de nombreux exemples de modifications ultrastructurales affectant les chloroplastes des plantes supérieures sous l'effet de divers agents biotiques ou abiotiques. Souvent, la forme générale des plastes est conservée et ce sont les systèmes membranaires internes et les inclusions (amidon, lipides) qui réagissent à ces facteurs. Ainsi, une température élevée (Weintraub et John, 1966), des déficiences (Thomson et Weier, 1962; Reed, 1939) ou des excès (Ostrovskaya et coll., 1966) en éléments nutritifs, des traitements herbicides (Anderson et Schaelling, 1970) tendent généralement à réduire l'importance des systèmes membranaires internes et à augmenter le volume et le nombre des globules lipidiques des plastes sans altérer la membrane plastidiale. Par contre, des tissus végétaux séparés de la plante mère (Shaw et Manocha, 1965a) ou traités par une toxine fongique (Luke

1. Contribution n° 114 de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec 10^e.

2. Adresse actuelle: Slovak Academy of Sciences Botanical Institute, Bratislava, Tchécoslovaquie.

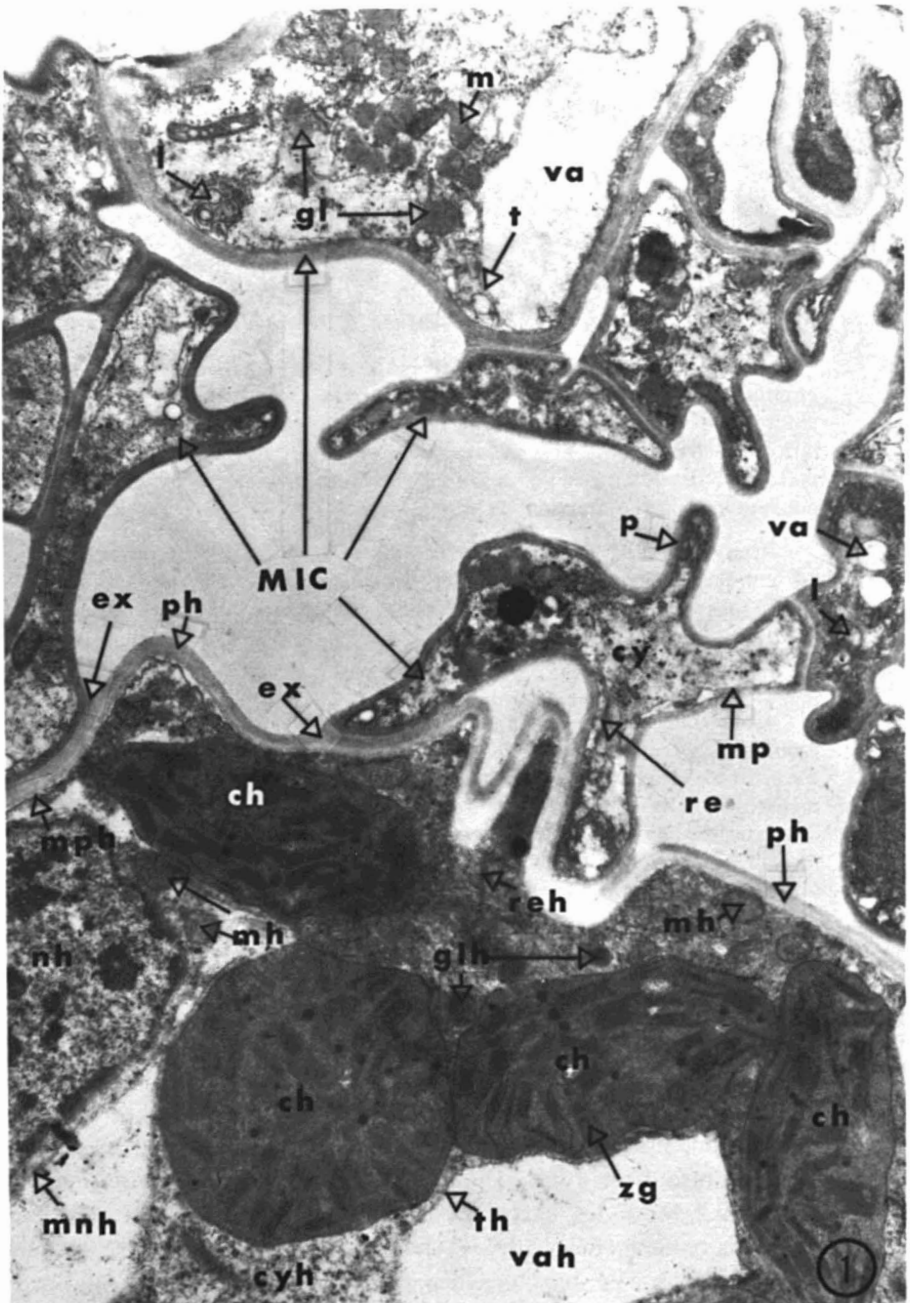


FIGURE 1. Les hyphes mycéliens, au contour irrégulier, forment un faux tissu qui occupe les méats intercellulaires. Le parasite comprime, en plusieurs points, la paroi de la cellule de blé. Aucune pénétration n'est encore visible et la structure de tous les organites figurés dans l'hôte est normale. On notera seulement l'absence d'amidon dans les chloroplastes.
Gross. 4,000 x.

et coll., 1966) voient les thylakoïdes granaires et intergranaires, ainsi que la membrane externe de leurs chloroplastes se gonfler, se vésiculiser et finalement se rompre.

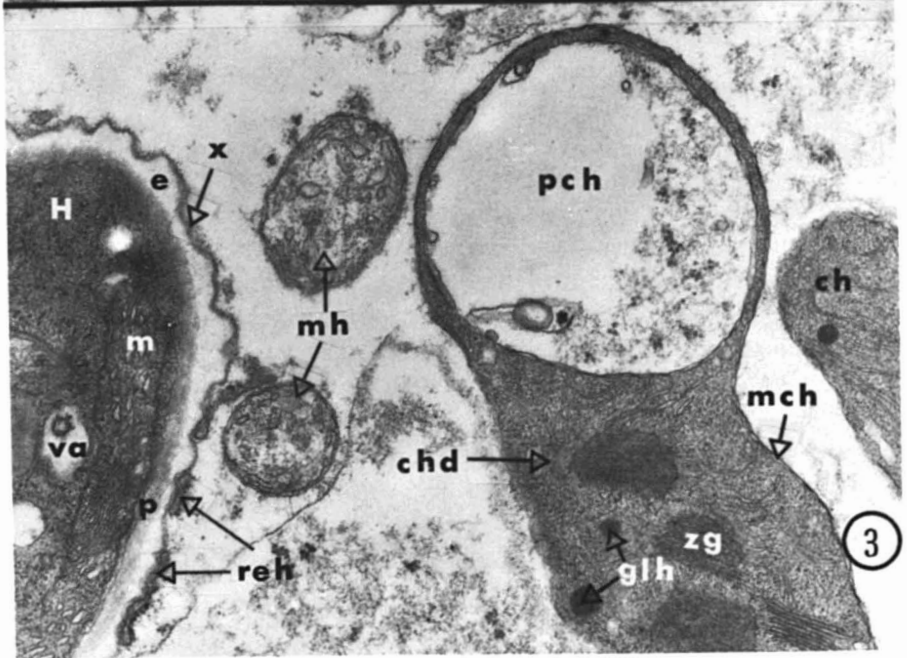
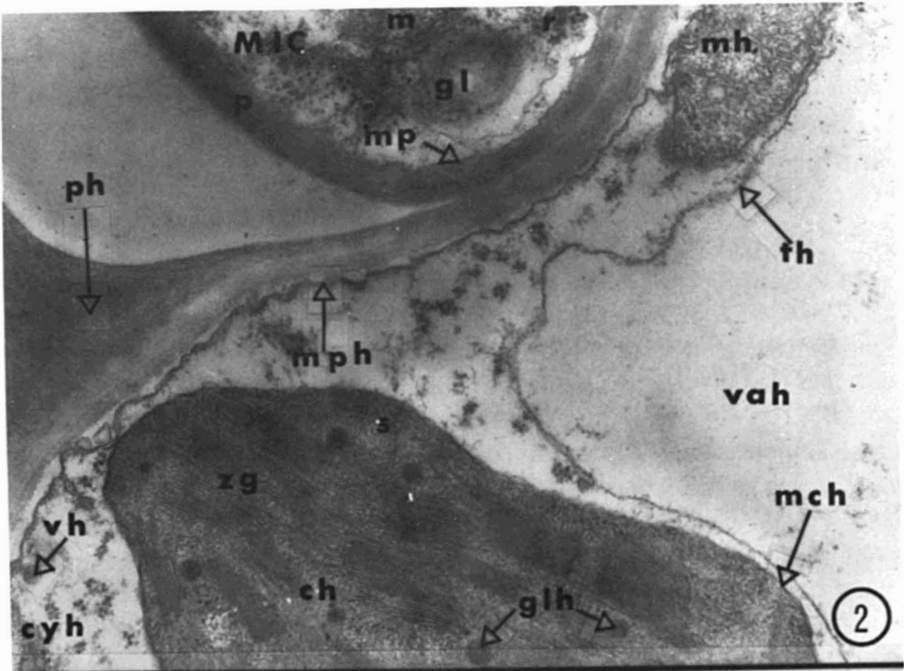
Plus récemment, divers auteurs ont mis en évidence un ensemble d'anomalies des chloroplastes que l'on peut rassembler sous les termes d'excroissances et d'invaginations. Une analyse détaillée de ces observations révèle une grande diversité, tant dans les caractéristiques morphologiques de ces anomalies que dans leur déterminisme.

Parmi les facteurs abiotiques, citons tout d'abord l'atmosphère gazeuse. Chez *Nicotiana rustica* et *Phaseolus vulgaris* cultivés en atmosphère confinée, les chloroplastes développent des excroissances dont l'extrémité renflée peut se détacher ou se refermer sur le corps du plaste isolant du cytoplasme (invagination). Toutefois, les thylakoïdes ne sont pas altérés (Weier et Thomson 1962). Toujours chez *Phaseolus vulgaris*, un traitement par l'oxyde nitrique conduit à des effets voisins, si ce n'est que l'extrémité de l'excroissance ne se sépare pas. Par ailleurs, des mitochondries côtoient systématiquement les plastes altérés (Dolzmann et Ullrich, 1966). Klein et Pollock (1968) étudiant l'influence de la dessiccation sur *Phaseolus lunatus* ont noté la formation d'excroissances riches en systèmes membranaires internes et capables d'évoluer en invaginations. Consécutivement à une période lumineuse, les plastes de *Tradescantia albiflora albinos* élaborent des excroissances dont l'extrémité renflée se détache (Sprey et Kaja, 1965). Enfin, les excroissances observées chez *Englena gracilis*, après traitement à la streptomycine, renferment quelques systèmes membranaires, alors que les thylakoïdes du plaste dégèrent (Kirk et Tilney Bassett, 1967).

Plusieurs facteurs biotiques figurent également parmi les déterminants connus de ces phénomènes. Les mutants d'*Heliantus annuus* déficients en carotène et en xanthophylle voient leurs plastes isolées du cytoplasme (Wallis, 1967). Frey-Wyssling et Kreutzer (1958), lors de la maturation des pétales de *Ranunculus repens*, ont observé des excroissances à l'extrémité renflée et des invaginations. Des systèmes membranaires concentriques entourent la portion de cytoplasme ainsi isolée. Pour Silayeva (1969), qui a étudié l'ultrastructure de la vigne, du maïs, du pois et du pommier, tous les phénomènes décrits plus haut se rencontrent dans la même plante en l'absence de tout facteur expérimental.

À notre connaissance, aucun agent phytopathogène ne figure parmi les déterminants connus de ces phénomènes.

Lors d'une étude antérieure (Pinon et coll., 1970 ; Ola'h et coll., 1971), nous avons décrit les modifications ultrastructurales engendrées chez le blé parasité par *Puccinia graminis* (Pers.) f. sp. *tritici* Ériks et E. Henn. race 15B. Poursuivant nos observations sur des taches chlorotiques développées par la



variété Richmond (sensible) après inoculation, nous avons mis en évidence des altérations du type excroissance et invagination au niveau des chloroplastes des tissus infectés. Après avoir présenté nos résultats, nous comparerons ces anomalies à celles décrites par d'autres auteurs sous des conditions expérimentales différentes.

Matériel et méthodes

Des plantes de blé appartenant à la variété Richmond ont été cultivées en terre sous environnement contrôlé (14 heures de lumière quotidienne de 1200 pied-chandelle, 60% d'humidité relative, 24°C \pm 2°C) et inoculées au stade deux feuilles avec *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Les tissus destinés à l'observation furent prélevés sept jours après l'inoculation soit environ 36 heures avant la fructification. Seules les taches chlorotiques ont retenu notre attention.

Les spécimens ont été fixés 16 heures à 4°C dans la glutaraldéhyde 3% ajustée à pH 7,2 par le tampon phosphate de Sorensen 0,2 M (sels mono et disodiques). Après un rinçage au tampon, les tissus ont été postfixés par l'acide osmique 1% à 0°C durant 2 heures, dans le même tampon. La déshydratation a été assurée par un gradient d'alcool éthylique et achevée par l'oxyde de propylène. Précédant l'enrobage dans l'Épon 812, les tissus fixés et déshydratés ont subi une imprégnation prolongée (une nuit) dans un mélange en volumes égaux d'oxyde de propylène et de résine catalysée.

FIGURE 2. Se développant dans l'espace intercellulaire, un hyphe mycélien aura une pression sur la paroi d'une cellule de blé. Tous les organites cellulaires de l'hôte présentent leur aspect habituel, y compris les chloroplastes. Gross. 16,000 x.

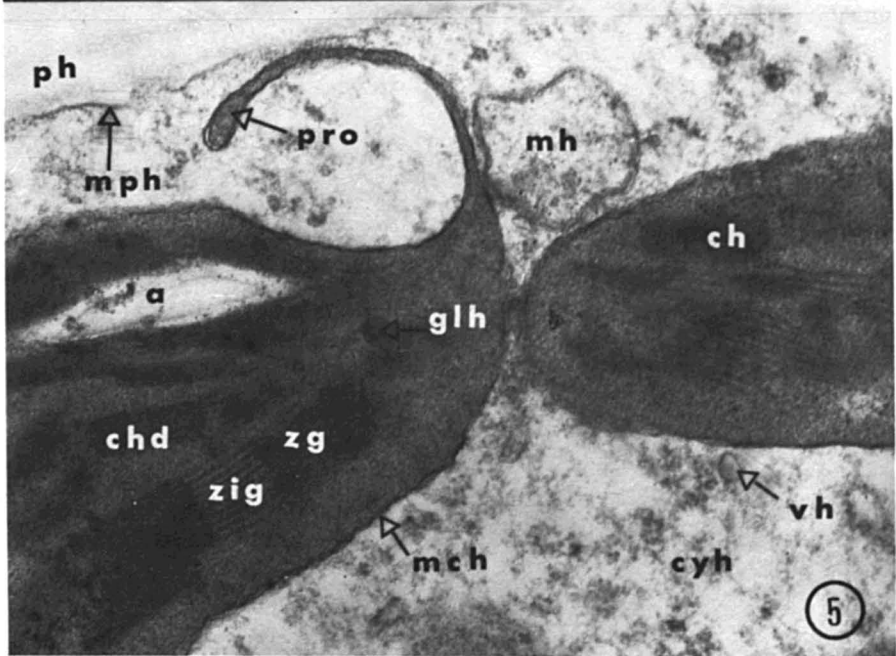
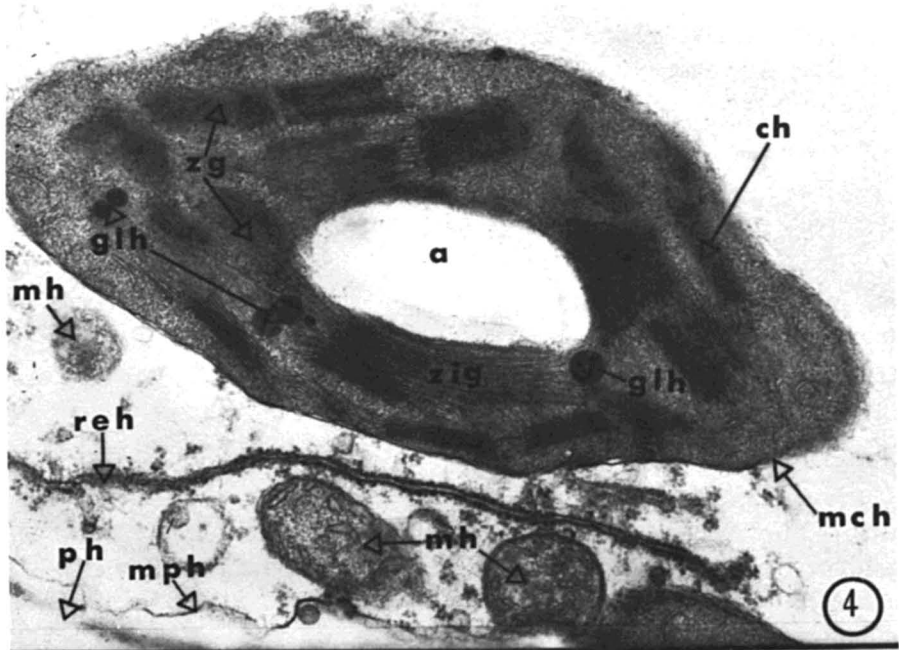
FIGURE 3. Coupe d'une cellule de blé infectée par un lobe d'haustoria. Le tonoplaste s'est rompu, libérant le suc vacuolaire dans le cytoplasme. Au voisinage immédiat de plusieurs mitochondries, un chloroplaste apparaît profondément transformé. L'une de ses extrémités a subi une invagination profonde où s'accumule le cytoplasme. Noter la présence de réticulum endoplasmique au contact du parasite. Gross. 16,000 x.

Abréviations utilisées

CHAMPIGNON: *cy*, cytoplasme; *ex*, exsudat; *gl*, globule lipidique; *H*, haustoria. *l*, lomassone; *m*, mitochondrie; *MIC*, mycelium intercellulaire; *mp*, membrane plasmique; *p*, paroi; *re*, réticulum endoplasmique; *t*, tonoplaste; *va*, vacuole.

ENCAPSULATION: *e*; *x*, membrane entourant l'encapsulation.

HÔTE: *a*, amidon; *ch*, chloroplaste; *chd*, chloroplaste déformé; *cyh*, cytoplasme; *pro*, protubérance ou excroissance; *glh*, globule lipidique; *mh*, mitochondrie; *mnh*, membrane nucléaire; *mph*, membrane plasmique; *nh*, noyau; *pch*, protusion cytoplasmique; *ph*, paroi; *reh*, réticulum endoplasmique; *s*, stroma; *th*, tonoplaste; *vah*, vacuole; *vh*, vésicule; *zg*, zone granulaire; *zig*, zone intergranulaire.



Les coupes ultrafines ont été obtenues sur un Ultratome III LKB en utilisant des couteaux de verre, ensuite colorées à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb. L'observation et la prise de vues ont été réalisées sur un microscope électronique AEI 801.

Résultats et discussion

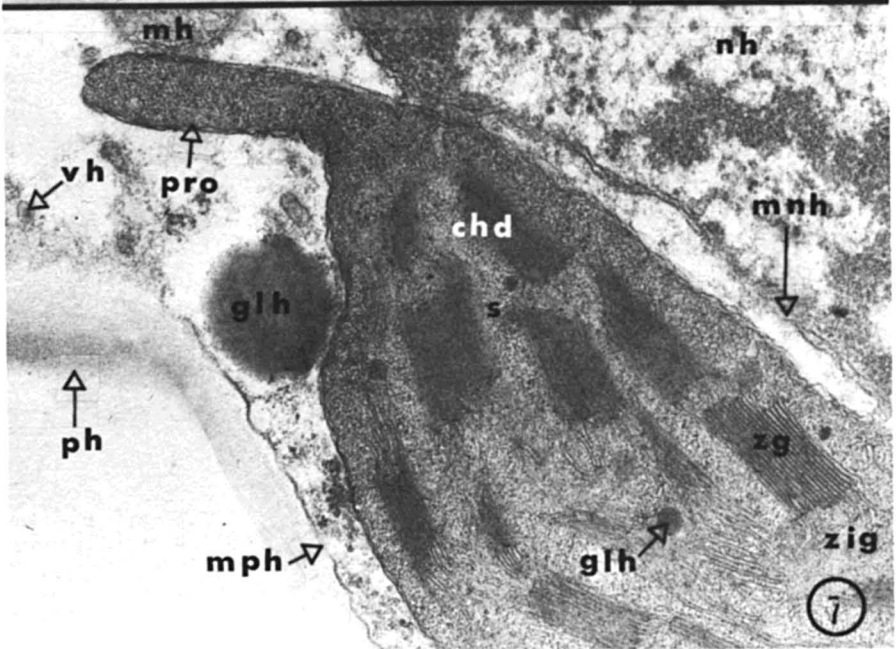
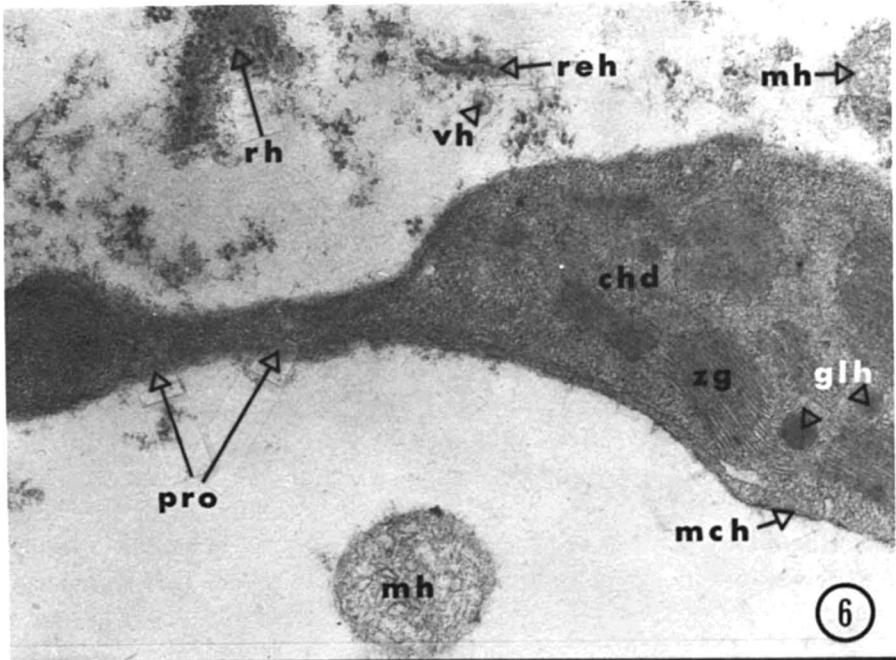
Durant l'installation du parasite dans les tissus d'un hôte sensible, deux phases successives doivent être distinguées : le développement intercellulaire, puis la pénétration de quelques cellules du Blé et la différenciation des haustorias.

Après avoir pénétré dans la feuille, le champignon développe un abondant mycélium qui tend à envahir les méats intercellulaires (figure 1). Quelques hyphes s'appuient sur les parois des cellules du blé, exerçant ainsi une pression, qui, selon sa direction, tend à enfoncer la paroi cellulaire ou à la comprimer longitudinalement. Une zone d'exsudation se développe alors entre les deux organismes. En l'absence de toute pénétration de la cellule hôte, l'ultrastructure de cette dernière apparaît normale (figures 1 et 2). Une grande vacuole en occupe le centre et le cytoplasme, en position pariétale, renferme les principaux organites cellulaires. Les systèmes lamellaires internes des chloroplastes sont bien reconnaissables et la morphologie du plaste est conservée. Notons toutefois que les chloroplastes ne présentent plus de grains d'amidon à ce stade.

Prenant naissance à partir du mycélium intercellulaire, quelques hyphes du parasite perforent la paroi des cellules de l'hôte et s'y différencient en haustorias dont les lobes plongent dans le cytoplasme de la plante. Les cellules ainsi infectées subissent une série de transformation qui affectent d'abord la fréquence et la localisation de leurs principaux organites, puis leur morphologie. Sous la pression des lobes d'haustoria, le tonoplaste se rompt. Dans le même temps, les chloroplastes subissent des invaginations à leur extrémité (figure 3). En coupe, ces invaginations se traduisent par une inclusion de cytoplasme au sein du chloroplaste. Un phénomène analogue a déjà été mentionné au sujet du noyau par Pinon et coll. (1970). Cette altération n'a été relevée que chez les

FIGURE 4. Coupe d'une cellule saine montrant un chloroplaste normal dont on reconnaît la membrane externe, les granas et les thylakoïdes intergranaires, les globules lipidiques. Un volumineux grain d'amidon occupe le centre du chloroplaste. Noter la présence de nombreux mitochondries et d'un long filament de réticulum endoplasmique rugueux dans le cytoplasme. Gross. 20,000 x.

FIGURE 5. Cellule du mésophylle au niveau d'une tache chlorotique. Un des chloroplastes présente une excroissance qui tend à se recourber vers le corps du chloroplaste. Une mitochondrie côtoie cette excroissance. Les systèmes membranaires internes et externes du plaste apparaissent sensiblement normaux et orientés parallèlement au grand axe du chloroplaste. Un grain d'amidon témoigne de l'activité physiologique du plaste. Gross. 20,000 x.



cellules hébergeant le champignon. En aucun cas, les tissus sains n'ont présenté cette anomalie que l'on doit donc considérer comme une conséquence du parasitisme.

Souvent, les cellules adjacentes n'ont pas été pénétrées par le parasite et l'essentiel de leur structure fine est préservé, abstraction faite des chloroplastes : ceux-ci émettent à l'une de leurs extrémités une excroissance (figures 5, 6, 7). La longueur peut atteindre le tiers de celle du plaste qui leur a donné naissance. Selon le plan de coupe, ces excroissances peuvent apparaître renflées (figure 6) ou non à leur extrémité. Elles tendent à se recourber vers le corps du plaste, dont elles sont issues. Une membrane double, en continuité avec celle du plaste, les entoure. À l'intérieur de l'excroissance, nous n'avons observé que du stroma offrant une densité aux électrons identique à celle du stroma du plaste. Les systèmes membranaires internes et externes du chloroplaste ont conservé leur structure et leur orientation. Comme chez tous les plastes situés dans une zone chlorotique, l'amidon fait défaut. Par contre, les blobules osmioréducteurs demeurent nombreux.

L'apparition d'excroissances dans les tissus infectés s'avère fréquente alors qu'elle est occasionnelle chez les tissus sains de la même variété. Les cellules hébergeant le parasite peuvent aussi présenter des excroissances sur leurs chloroplastes, en plus de l'altération précédemment décrite. Dans tous les cas, une seule excroissance par chloroplaste a été observée, prenant naissance à l'une des extrémités de l'organite.

Devant ces anomalies des chloroplastes, on est en droit de se demander quelle déviation du métabolisme provoque leur apparition. L'absence d'analyses chimiques et la diversité des causes rendent la réponse difficile. Bien que le problème se situe au niveau des chloroplastes, la photosynthèse n'est probablement pas la seule fonction physiologique pouvant rendre compte de ces phénomènes : des mitochondries côtoient souvent les excroissances, et certains facteurs expérimentaux agissent aussi sur la respiration (*Puccinia graminis* : Daly et coll., 1961). Plus déroutante encore est la présence de ces « anomalies » chez des tissus « sains » et non traités.

FIGURE 6. Cellule du mésophylle dans une zone chlorotique. Un chloroplaste entouré par deux mitochondries présente à l'une de ses extrémités une excroissance dont la longueur équivaut au tiers de celle du plaste. Cette excroissance, dont l'extrémité est renflée, ne renferme que du stroma. Gross. 16,000 x.

FIGURE 7. Cellule du mésophylle dans une zone infectée. Le chloroplaste rétréci à son extrémité présente en ce point une excroissance selon son grand axe. La membrane entourant cette formation est double et en continuité avec celle du plaste. Dans le stroma, on note des ribosomes. A ce stade, les structures internes (zones granaires et intergranaires) sont préservées. Par contre, l'amidon est absent. Au voisinage du chloroplaste, on distingue le noyau (normal), une mitochondrie (au niveau de l'excroissance) et un globule lipidique dont l'accroissement a déformé la membrane plastidiale. Gross. 20,000 x.

Attribuer un rôle à ces excroissances est une tâche toute aussi délicate. Dans certains cas, l'excroissance semble se détacher du plaste (étude cinématographique de Wildman et coll., 1962). Toutefois, son devenir n'a jamais été précisé. L'orientation du plan de coupe peut intervenir selon la forme de l'excroissance. La présence de systèmes membranaires dans l'excroissance n'est pas reconnue dans tous les cas. Elle est d'ailleurs sans rapport avec le maintien ou la dégénérescence des thylakoïdes plastidiaux. Il est donc difficile d'admettre que nous sommes en présence d'une division ou d'une multiplication du plaste, même si l'extrémité de l'excroissance se détache.

Pour plusieurs auteurs, l'excroissance et l'invagination ne constituent qu'un seul et même phénomène : l'excroissance, lors de son développement, se recourbe et prend contact avec le corps du plaste, isolant ainsi une portion du cytoplasme et parfois une mitochondrie. Dans ce cas également, il est possible de donner à l'excroissance une forme telle que certains plans de coupe laissent paraître une protusion cytoplasmique en l'absence de tout contact entre l'extrémité de l'excroissance et le plaste. Rappelons que dans les cellules non infectées d'une tache chlorotique, nous n'avons jamais observé d'invagination isolant du cytoplasme malgré la présence de nombreuses excroissances.

Travaillant sur du blé parasité par *Puccinia graminis tritici*, Whitney et coll. (1962) ont signalé une réduction de la taille des chloroplastes lors du développement du champignon sans que la structure du plaste ne soit compromise. Plus tard, les chloroplastes dégèrent (Ehrlich et Ehrlich 1962) et leur membrane externe se vésiculise et se rompt (Shaw et Manocha, 1965b). Nos observations, pratiquées sur des taches chlorotiques, présentent un aspect intermédiaire dans la dégradation des chloroplastes alors que leur forme est modifiée mais leurs structures internes inchangées.

Face à la diversité des causes, nous avons analysé les principaux caractères morphologiques propres à chaque type d'excroissances : forme et contenu de son extrémité, son aptitude à se séparer ou au contraire à encercler du cytoplasme, le devenir des thylakoïdes et enfin, les rapports chloroplastes — mitochondries. De la comparaison deux à deux de ces critères, il ne se dégage aucune corrélation. Statistiquement parlant on doit même s'attendre à la découverte de nouvelles combinaisons de ces caractères, nos observations constituant l'une d'elle.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier très vivement monsieur M. Tabi pour les précieux conseils qu'il nous a prodigués. Nos remerciements vont aussi à madame Odette Des Biens-Lavoie, préposée au microscope électronique et à monsieur Ch. A. Chamberland, technicien au laboratoire de mycologie, pour leur dévouée collaboration, ainsi qu'au Conseil de recherche agricole du Québec qui a bien voulu contribuer au financement de ce projet.

Références

- ANDERSON, J. L. and J. P. SCHAELLING, 1970. Effects of Pyragon on bean chloroplast ultrastructure. *Weed Sci.*, **18**: 455-459.
- DALY, J. M., A. A. BELL and L. R. KRUPKA, 1961. Respiratory changes during development of rust diseases. *Phytopathology*, **51**: 461-471.
- DOLZMANN, P. und H. ULLRICH, 1966. Einige Beobachtungen Über Beziehungen Zwischen Chloroplasten und Mitochondrien im Palisadenparenchym von *Phaseolus vulgaris*. *Pflanzenphysiol.*, **55**: 165-180.
- EHRlich, H. G. and M. A. EHRlich, 1962. Fine structure of *Puccinia graminis tritici* in resistant and susceptible host varieties. *Am. J. Bot.* **49**: 665.
- FREY-WYSSLING, A. und E. KREUTZER, 1958. Die Submikroskopische Entwicklung der Chromoplasten in den Blüten von *Ranunculus repens* L. *Planta*, **51**: 104-114.
- KIRK, J. O. and R.A.E. TILNEY-BASSETT, 1967. The plastids. London et San Francisco: W. H. Freeman Ltd, 608 p.
- KLEIN, S. and B. M. POLLOCK, 1968. Cell fine structure of developing lima bean seeds related to desiccation. *Am. J. Bot.*, **55**: 658-672.
- LUKE, H. H., H. E. WARMKE and P. HANCHEY, 1966. Effects of the pathotoxin victorin on ultrastructure of root and leaf tissue of *Avena* species. *Phytopathology*, **56**: 1178-1183.
- OLA'H, G. M., J. PINON et A. JANITOR, 1971. Modifications ultrastructurales provoquées par *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* chez le blé. *Mycopath. Mycol. appl.*, **44**: 325-346.
- OSTROVSKAYA, L. K., A. M. SILAYEVA and A. I. SHIRYAYEU, 1966. The influence of iron on the ultrastructure of leaf parenchyma cells. *Sixth int. Congr. el. micr.* Kyoto (1966): 323-324.
- PINON, J. D., G. M. OLA'H et A. JANITOR, 1970. Contribution à l'étude des modifications ultrastructurales provoquées par *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* chez le blé. Communication présentée au 38ième congrès de l'A.C.F.A.S., Québec.
- REED, H.S., 1939. The relation of copper and zinc salts to leaf structure. *Am. J. Bot.*, **26**: 29-33.
- RESEARCH BRANCH OF CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1954. Handbook of Canadian varieties of barley, field beans, flax, oats, spring wheat and winter wheat. Searle Grain Company Ltd. Winnipeg.
- SHAW, M. and M. S. MANOCHA, 1965a. Fine structure in detached, senescing wheat leaves. *Can. J. Bot.*, **43**: 747-755.
- SHAW, M. and M. S. MANOCHA, 1965b. The physiology of host-parasite relations. XV. Fine structure in rust-infected wheat leaves. *Can. J. Bot.*, **43**: 1285-1292.
- SILAYEVA, A. M., 1969. O vypiacivaniach chloroplastov. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **184**: 486-488.
- SPREY, B. und H. KAJA, 1965. Zum Form - Und Funktionswechsel ergrünender Plastiden van *Tradescantia albiflora* Kunth. em. Brückn. c.v. "aureo-vittata". *Z. Pflanzenphysiol.* **53**: 140-156.
- THOMSON, W. W. and T. E. WEIER, 1962. The fine structure of chloroplasts from mineral deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Am. J. Bot.*, **49**: 1047-1055.
- WALLES, B., 1967. Use of biochemical mutants in analyses of chloroplast morphogenesis. In *Biochemistry of chloroplasts II*. Ed., T. W. Goodwin. Academic Press, London, pp. 633-653.

- WEIER, T. E. and W. W. THOMSON, 1962. Membranes of mesophyll cells of *Nicotiana rustica* and *Phaseolus vulgaris* with particular reference to the chloroplast. *Am J. Bot.* **49**: 807-820.
- WEINTRAUB, M. and T. V. JOHN, 1966. Cytological abnormalities induced by high temperature in *Nicotiana glutinosa*. *Phytopathology*, **50**: 705-709.
- WHITNEY, M. S., M. SHAW and J. M. NAYLOR, 1962. The physiology of host-parasite relations. XII. A cytophotometric study of the distribution of DNA and RNA in rust infected leaves. *Can. J. Bot.*, **40**: 1533-1544.
- WILDMAN, S. G., TASANI HONGLADAROM and S. J. HONDA, 1962. Chloroplasts and mitochondria living plant cells: cinephotomicrographic studies. *Science* **138**, No 3538: 434-436.

LES ÉPERVIÈRES DU QUÉBEC

ERNEST LEPAGE

Saint-Simon (Rimouski), Québec

Résumé

Ce traitement des Épervières (*Hieracium*) présente toutes les espèces connues à ce jour dans le Québec, avec une description brève et l'aire de distribution dans ce même territoire. Une clé est aussi donnée pour faciliter l'identification de tous les taxons, excepté les hybrides.

Abstract

This study of the Hawkweeds (*Hieracium*) presents all the species known to date from Québec, with a brief description and the range of distribution in this same area. A key provides the best way to identify the taxa, except the hybrids.

Introduction

Nous ne possédons pas encore de monographie des Épervières de l'Amérique. Ce genre a toujours été un peu négligé et assez souvent maltraité. En réaction contre la tendance de plusieurs spécialistes européens de décrire comme espèce le moindre jordanon, nous avons été portés, de notre côté, à inclure sous une même espèce tout un agrégat de taxons, pourtant bien définis et aussi distants les uns des autres que bien des espèces dans les genres *Helianthus*, *Aster* et *Solidago*.

On affirme parfois que le genre *Hieracium* est beaucoup plus variable en Europe qu'en Amérique ; il y aurait crise de mutation. Ce n'est pas tout à fait faux. Nous avons aussi chez nous des genres très plastiques, tels que les *Rubus*, les *Crataegus* et les Amélanchiers qui subiraient une crise semblable. Des spécialistes, Sargent, pour les *Crataegus* et L.H. Bailey, pour les *Rubus*, nous ont rendu service en nous signalant les divers biotypes, mais ils ont contribué à enfler démesurément le nombre des espèces, au point que la crise s'est manifestée, si l'on peut dire, autant chez les botanistes eux-mêmes, que chez les espèces traitées. Revenant à nos Épervières, notamment les indigènes, nous pourrions décupler facilement le nombre d'espèces dans ce que nous incluons présentement dans *Hieracium Kalmii* et *H. scabriusculum*. Nous avons essayé de garder un juste milieu, tout en admettant, qu'à l'intérieur des espèces, il y a des entités distinctes, qui méritent le rang de variété ou de forme, alors que d'autres, non distinguées par un nom, attendent encore plus amples connaissances de leurs lignes de clivage et de leur aire de distribution. Le traitement que nous présentons n'est donc pas définitif et pourra être raffiné avec le temps et la critique avisée des botanistes.

Nos descriptions et notre clé sont basées sur les matériaux québécois et ne conviennent pas toujours pour chaque espèce, considérée dans la totalité de son aire de distribution. Ainsi *H. scabriusculum* est décrit comme ayant un involucre glabre, bien que des variétés à involucre glanduleux se rencontrent dans l'ouest du Canada. Sous chaque espèce, nous n'avons indiqué que les synonymes les plus utiles ; pour une synonymie plus complète, on pourra consulter l'étude de Lepage (1960) sur *H. canadense* et les espèces affines, ainsi que Zahn (1921-1923) pour les espèces adventices.

Caractères taxonomiques

STOLONS. C'est un caractère important dans le sous-genre *Pilosella*. Seul *H. piloselloides* n'en possède pas. Cependant il arrive assez souvent que des échantillons d'herbier en soient privés. Il s'agit alors de récoltes faites sans soin ou faites avant l'apparition de ces stolons ou même provenant de colonies très denses.

FEUILLES. Elles sont variables, quant à la forme, le nombre et leur situation sur la tige. C'est néanmoins un caractère très utile dans la sélection des espèces. Ainsi le *H. canadense* se distingue facilement du *H. Kalmii* et *H. scabriusculum*, par ses feuilles supérieures triangulaires, tronquées ou cordées à la base, au lieu de lancéolées et à base arrondie ou cunéaire chez les deux autres.

INFLORESCENCE. C'est un caractère si variable dans chaque espèce, qu'il devra toujours être utilisé avec discrétion.

PILOSITÉ. Le degré d'abondance des poils peut varier, mais leur nature est un caractère à ne pas ignorer. On distingue les poils étoilés (flocons), glanduleux et simples (non glanduleux) ; ces derniers peuvent être lisses ou plumeux. *H. Pilosella* est la seule espèce à posséder des flocons denses au revers des feuilles ; chez les autres, ils sont clairsemés ou absents. Les poils plumeux se rencontrent chez *H. groenlandicum*, *H. ungvavense* et *H. Robinsonii* ; chez les autres, ils sont lisses. Les poils présents sur les branches et les pédoncules de *H. canadense* peuvent être élargis à la base, alors qu'ils ne le sont pas chez *H. scabrum*, ce qui permet de détecter les croisements entre ces deux espèces. Enfin, les poils glanduleux varient de forme et de longueur selon les espèces ; leur présence ou leur absence est toujours à noter. Quant à la coloration des poils, leur utilité est très limitée. En vieillissant, ils prennent une couleur rousse plus ou moins accentuée, selon l'âge des échantillons d'herbier. Après trente ans, cela est bien visible ; encore plus après soixante-quinze ans. Ignorant ce fait, j'ai déjà décrit (Naturaliste can. 85: 87, 1958) un f. *rufescens* de l'*H. canadense*. Cette forme ne se rencontre qu'en herbier.

CAPITULES. Ils comportent les caractères les plus techniques que nous utilisons dans la ségrégation des espèces. Retenons cependant que le nombre de séries de bractées qui forment l'involucre, nous permet de distinguer les sous-genres.

LIGULES. Elles sont jaunes chez toutes les espèces, sauf *H. aurantiacum*, dont les fleurs sont rouge-orangé. Elles sont ciliées à l'apex chez *H. groenlandicum*, glabres chez les autres.

STYLES. La couleur et la longueur des styles sont de grande importance, bien que les flores (Fernald, 1950 ; Gleason, 1952 ; Victorin, 1935) n'en fassent pas mention. Les styles sont longuement exserts chez *H. Kalmii*, comparativement à *H. canadense*. Ils sont jaunes chez *H. Pilosella*, *H. piloselloides* et *H. canadense*, bruns à noirâtres chez les autres espèces. Il est parfois difficile de séparer *H. piloselloides* ssp. *praealtum* et *H. floribundum*, quand ce dernier manque de stolons ; les styles bruns de *H. floribundum* et les styles jaunes de l'autre espèce solutionnent ce problème. Il arrive cependant qu'au début de l'anthèse, la coloration brune des styles ne soit pas bien accentuée chez *H. Kalmii* et *H. floribundum* ; un oeil peu exercé pourrait alors les prendre pour des styles jaunes.

Traitement systématique

Divisions du genre *Hieracium*, tel que représenté au Québec

I – Sous-genre *Pilosella* S.F. Gray

A – *Acaulia* N.P.

Section *Pilosellina* S.F. Gray

H. Pilosella L.

B – *Cauligera* N.P.

Section *Pratensina* Aschers.

H. aurantiacum L.

H. caespitosum Dumort.

H. floribundum W. & G.

Section *Praealtina* N.P.

H. piloselloides Vill.

II – Sous-genre *Hieracium* (*Euhieracium* Torrey & Gray)

A – *Phyllopoda* Godet

Section *Vulgata* Fries

H. ungavense Lepage

H. Robinsonii (Zahn) Fern.

H. Lachenalii Gmel.

H. maculatum Smith

H. murorum L.

B – *Transitoria* Pugsley

Section *Prenanthoidea* Koch

H. groenlandicum Arv.-Touv.

Section *Tridentata* Fries

H. laevigatum Willd.

H. canadense Michx.

H. Kalmii L.

H. scabriusculum Schwein.

Section *Sabauda* Fries

H. sabaudum L.

H. vagum Jordan

III – Sous-genre *Stenotheca* Torrey & Gray

Section *Pulmonareiformia* Fries

H. scabrum Michx.

Section *Accipitrinella* Fries

H. paniculatum L.

Clé des sous-genres

- A – Plantes normalement stolonifères (excepté *H. piloselloides*); feuilles surtout basilaires; involucre formé de deux séries de bractées subégales Sous-genre *Pilosella*
- A – Plantes non stolonifères:
- B – Involucre formé de plus de deux séries de bractées de longueur inégale Sous-genre *Hieracium*
- B – Involucre formé de deux séries de bractées très inégales Sous-genre *Stenothecca*

*Clé des espèces*I – Sous genre *Pilosella*

1. Feuilles toutes basilaires; hampe portant un seul capitule ... *H. Pilosella*
1. Feuilles surtout basilaires avec 1-2 feuilles caulinaires; tige portant plusieurs capitules:
2. Plantes stolonifères:
3. Fleurs rouge-orangé *H. aurantiacum*
3. Fleurs jaunes:
4. Feuilles poilues sur les deux faces et à surface un peu crispée *H. caespitosum*
4. Feuilles glabres supérieurement et à surface lisse *H. floribundum*
2. Plantes sans stolons:
5. Feuilles et tige munies de gros poils (soies); styles jaunes *H. piloselloides*
5. Feuilles et tige munies de poils plus fins styles bruns *H. floribundum*

II – Sous-genre *Hieracium*

1. Plantes munies de feuilles basilaires:
2. Plantes scapiformes ayant parfois 1-2 feuilles caulinaires. *H. murorum*
2. Plantes ayant 2-12 feuilles caulinaires:
3. Tige portant des poils plumeux; involucre avec poils simples et rares poils micro-glanduleux; ligules ciliées à l'apex *H. groenlandicum*
3. Tige portant des poils lisses; involucre avec poils glanduleux et de rares poils simples; ligules non ciliées à l'apex:
4. Feuilles maculées *H. maculatum*
4. Feuilles non maculées *H. Lachenalii*

1. Plantes sans rosette de feuilles basilaires:
 5. Feuilles médianes atténuées à partir du centre vers les deux extrémités:
 6. Tige avec poils non plumeux; feuilles lancéolées, longuement atténuées vers les deux bouts; involucre 6-8 mm de haut sans poils simples *H. laevigatum*
 6. Tige avec poils plumeux; feuilles moins longuement atténuées; involucre plus haut et pileux:
 7. Feuilles sessiles, sauf 1-2 feuilles du bas, poilues sur toute la face inférieure; involucre 1.7-2.2 de diam.; akènes 4.0-4.2 mm *H. ungavense*
 7. Feuilles pétiolées, légèrement pileuses en-dessous sur la nervure médiane seulement; involucre 1 cm (rarement 1.5) de diam.; akènes environ 3.2 mm *H. Robinsonii*
 5. Feuilles médianes atténuées à partir de la base ou assez près:
 8. Feuilles plus ou moins scabres, au moins sur la marge; involucre glabre ayant des bractées médianes de 1.5-2.5 mm de largeur *H. scabriusculum*
 8. Feuilles non scabres; involucre glabre ou poilu ayant des bractées médianes de 1.0-1.5 mm de largeur:
 9. Styles jaunes; feuilles supérieures triangulaires, à base cordée ou tronquée; involucre glanduleux *H. canadense*
 9. Styles bruns; feuilles supérieures non triangulaires:
 10. Entrenœuds inférieurs et surface des feuilles glabres ou avec poils non bulbeux *H. Kalmii*
 10. Entrenœuds inférieurs et surface des feuilles pourvus de poils bulbeux à la base:
 11. Branches et pédoncules pileux; involucre muni de glandes et de poils simples *H. sabaudum*
 11. Branches et pédoncules rarement munis de poils simples; involucre non glanduleux, rarement avec des poils solitaires *H. vagum*

III – Sous-genre *Stenotheca*

1. Plante glabre, sauf à la base *H. paniculatum*
1. Plante poilue ou villose; pédoncules et involucre couverts de poils glanduleux *H. scabrum*

Description et distribution des espèces

1. *Hieracium Pilosella* L., Sp. Pl. p. 800, (1753).

Le type le plus fréquent au Québec possède des feuilles lancéolées ou oblancéolées, pileuses et densément floconneuses en-dessous, et avec poils séti-

formes supérieurement. Les capitules sont toujours glanduleux (glandes noires ou jaune ambré ou un mélange des deux) et les poils simples sont abondants, rares ou absents. Styles jaunes.

Le ssp. *vulgare* (Tausch) N.P. (qui est peut-être la forme typique de l'espèce) possède des feuilles étroitement obovées-oblongues. Une récolte a été vue : Ladysmith, comté de Pontiac, 8 juin 1955, Gaston Lamarre, s.n. (dét. par le Dr van Soest ; herbier Lepage).

Carte de distribution de l'espèce : C. Rousseau (1968, carte 208).

À cause de ses capitules solitaires, on le distingue facilement des autres espèces, sauf de l'hybride *H. × flagellare* nm. *cernuiforme*, qui possède parfois des tiges à un seul capitule, bien que, sur le terrain, on trouve toujours dans la même colonie des plantes à plusieurs capitules. On pourra distinguer ce dernier par ses ligules plus foncées (jaune pâle chez *H. Pilosella*), ses rayons extérieurs moins imbibés de rouge, ses styles souvent brunâtres (toujours jaunes chez *H. Pilosella*) et la hampe plus richement poilue.

Dans la région de Rimouski, c'est l'espèce la plus fréquente avec *H. caespitosum*, mais elle commence à fleurir quelques jours plus tôt que cette dernière. Elle forme des hybrides avec *H. aurantiacum*, *H. caespitosum*, *H. floribundum* et *H. piloselloides*.

2. *Hieracium aurantiacum* L., Sp. Pl. p. 801, (1753).

H. brunneocroceum Pugsley, Journ. Bot. 49: 67, (1921).

Plante stolonifère, poilue dans toutes ses parties, glanduleuse sur la tige, les pédoncules et l'involucre. Feuilles caulinaires 1-2. Fleur rouge-orangée. Styles bruns. Carte de distribution : C. Rousseau (1968, carte 203).

H. aurantiacum comprendrait deux types biologiques : l'un, connu sous le nom de *H. brunneocroceum*, est une plante très agressive, qui se propage rapidement par ses stolons ; ce serait notre plante, fréquente dans les vieux champs de foin. Le second, exclusivement montagnard en Europe, ne forme pas de colonies denses et correspond au type linnéen ; il n'a apparemment pas été remarqué en Amérique. Les différences morphologiques entre ces deux types sont si minces, que bien des auteurs préfèrent ne pas les distinguer au point de vue taxonomique.

Il forme des hybrides avec *H. Pilosella*, *H. floribundum* et *H. caespitosum* ; ce dernier croisement est à rechercher au Québec.

3. *Hieracium caespitosum* Dumort., Fl. Belg. Prodr. p. 62, (1827).

H. pratense Tausch, Flora XI : 56, (1828).

Ressemble au précédent. La surface de la feuille est un peu crispée (comme une cotonnade qui n'a pas été repassée). Fleurs jaunes et styles bruns.

Carte de distribution : C. Rousseau (1968, carte 209, sub *H. pratense*).

Malgré l'usage courant, il faut adopter *H. caespitosum*, qui a priorité sur *H. pratense*. Plante très variable ; l'inflorescence peut être condensée ou lâche (*H. cladianthum* Arv.-Touv. ; var. *lophobium* N.P.) ; les bractées de l'involucre peuvent être étroites ou larges avec marge plus pâle (ssp. *colliniforme* N.P.).

C'est la plus agressive de nos espèces naturalisées d'Europe ; elle se régénère rapidement après un labour et, dans les sols pauvres, elle forme déjà une part importante de la végétation dans un foin de troisième année. Il forme des hybrides avec *H. pilosella* et *H. aurantiacum*.

4. *Hieracium floribundum* Wimm. & Grab., Fl. Sil. II. 2: 204, (1829).

Plante possédant ordinairement des stolons, lesquels sont parfois redressés (flagelles), stériles ou florifères. Feuilles un peu glauques (imperceptible après un mauvais séchage), glabres supérieurement, sauf parfois dans la région marginale, ciliées sur la marge, pileuses en-dessous, surtout sur la nervure médiane, parfois avec des poils étoilés (flocons) clairsemés. Bractées de l'involucre glanduleuses, avec quelques poils simples, de couleur noirâtre avec marge plus pâle. Styles bruns, parfois jaunâtres au début de l'anthèse.

Carte de distribution : C. Rousseau (1968, carte 205).

En l'absence de stolons, il est assez difficile de le distinguer de *H. piloselloides*, groupe *praealtum*, surtout si ce dernier possède des feuilles glabres supérieurement. Ses styles bruns et ses poils plus fins permettront de le séparer de *H. piloselloides*, dont les styles sont jaunes et les poils sétiformes. Il se croise avec *H. aurantiacum* pour former l'hybride *H. × Dorei*.

5. *Hieracium piloselloides* Vill., Hist. Pl. Dauph. 3: 100, (1789).

H. florentinum des auteurs américains.

Ressemble au précédent. Croît assez souvent en touffe et ne possède pas de stolons. Feuilles glabres ou sétuleuses. Bractées de l'involucre glanduleuses, avec quelques poils simples. Styles jaunes.

Carte de distribution : C. Rousseau (1968, carte 204, sub *H. florentinum*).

Les variations peuvent se classer dans les trois groupes suivants : (d'après Zahn, 1921-1923, p. 1396)

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Inflorescence en ombelle et pédoncules peu glanduleux | Groupe <i>subcymigerum</i> Zahn |
| 1. Inflorescence paniculée plus ou moins densément glanduleuses : | |
| 2. Bractées de l'involucre noirâtres, sans marge pâle ou avec marge très étroite | Groupe <i>obscurum</i> (Reichb.) N.P. |
| 2. Bractées avec marge pâle assez large | Groupe <i>praealtum</i> (Vill.) Zahn |

Notre enquête incomplète montre la distribution suivante :

- a) Groupe *subcymigerum*, représenté surtout par le ssp. *subumbellosum* N.P., Rivière-Ouelle (Kamouraska); Saint-Simon (Rimouski); riv. Saint-Jean (Gaspé-Sud); Penouille (Gaspé-Nord).
- b) Groupe *obscurum*, représenté par le ssp. *obscurum* Reichb., Messines et Gracefield (Gatineau); Saint-Louis-de-Gonzague (Beauharnois); Watson Station (Argenteuil); Oka (Deux-Montagnes); Saint-Jean-sur-le-Lac (Labelle); Montréal; Valcartier (Québec); Rivière-du-Loup (Rivière-du-Loup).
- c) Groupe *praealtum*, Brownsbury (Argenteuil); Berthierville (Berthier); Saint-Jean (Saint-Jean); Sainte-Foy (Québec); Les Étroits (Témiscouata); Saint-Simon, Saint-Fabien, Bic, Rimouski et Saint-Donat (Rimouski).

Il semblerait que le groupe *obscurum* est le plus fréquent dans l'ouest de la province, alors que les groupes *subcymigerum* et *praealtum* sont mieux représentés dans l'est.

H. florentinum All., Fl. Ped. 1: 213, (1785) est une espèce distincte, d'après le Dr van Soest (communication personnelle), qui ne semble pas avoir été trouvée au Québec et probablement au Canada.

6. *Hieracium murorum* L., Sp. Pl. p. 803, (1753).

Feuilles surtout basales, parfois 1-2 sur la tige, pileuses, ordinairement non maculées, denticulées à grossièrement dentées, à base largement arrondie, tronquée ou cordée. Involucre densément glanduleux, sans poils simples. Styles bruns. Carte de distribution : C. Rousseau (1968, carte 207).

Cette plante comporte de nombreuses variations, qu'il serait bon d'étudier, afin de situer avec plus de précision les récoltes faites au Québec.

7. *Hieracium groenlandicum* Arv.-Touv., Spicil. rar. vel nov. Hier. p. 31, (1881).

Tige plus ou moins rougeâtre, pileuse avec des poils plumeux. Feuilles basilaires 2-4 (-8), atténuées aux deux extrémités, dentées, denticulées ou subentières, poilues sur les deux faces; feuilles caulinaires 2-5, les supérieures sessiles, les inférieures pétiolées. Involucre (8-) 10-12 (-14) mm de hauteur, couvert de poils simples et de poils portant des glandes minuscules. Ligules ciliées à l'apex. Styles noirâtres. Akènes 3-4 mm de long.

Carte de distribution : fig. 1.

Cette plante est le représentant américain de *H. plicatum* Lindeberg, espèce scandinave dont les involucre mesurent 8-10 (-11) mm de hauteur, les akènes 2.8-3.0 mm de long; les feuilles caulinaires supérieures atteignent leur plus grande largeur près de la base, alors que, chez *H. groenlandicum*, la plus grande largeur de la feuille se situe à mi-distance entre les deux bouts.

8. *Hieracium maculatum* Smith, Trans. Linn. Soc. 9: 239, (1808).*H. vulgatum* des auteurs américains *in part.* non Fries (1819).*H. Lachenalii* Lepage *pro max. part.*, Naturaliste can. 85: 83, (1958).

Tige fortement villose à la base. Feuilles elliptiques, ovées-elliptiques, ovées ou largement lancéolées, vert foncé, maculées de pourpre, de violet ou de bronze (moins accentué chez les formes sciaphiles), pileuses sur les deux faces avec pétiole vilieux. Feuilles caulinaires 2-4 (-5), les supérieures sessiles. Branches, pédoncules et involucre floconneux et glanduleux; poils simples rares ou absents. Styles brun foncé. Akènes 2.5-3.0 mm.

Plante adventice d'Europe répandue dans tout le Québec habité.

La carte de distribution de C. Rousseau (1968, carte 206, sub *H. Lachenalii*) inclut la présente espèce et la suivante.

9. *Hieracium Lachenalii* Gmel. Fl. Bad. 3: 322, (1808).*H. Lachenalii* Lepage, Naturaliste can. 85: 83, (1958), *pro min. part.**H. vulgatum* des auteurs américains *in part.*, non Fries (1819).

Il diffère de l'espèce précédente par sa tige moins robuste, son inflorescence moins développée, ses feuilles non tachetées et généralement moins nombreuses à la base (sauf chez *H. vulgatum* s. str.). Tel que traité ici, il se rencontre un peu partout dans la partie habitée du Québec, sauf en Abitibi, et comprend plusieurs petites espèces (ou sous-espèces), que seuls les spécialistes du genre arrivent à distinguer convenablement.

Sans vouloir être complet, mentionnons les quelques localités suivantes :

Montréal, Mont Royal, 11 août 1924, *Fr. Gervais*, s.n. (CAN, no 113308). — Sherbrooke, près de l'aqueduc, 15 juil. 1954, *Roger Doucet*, s.n. (QUE). — Comté de Wolfe, lac Aylmer, canton Garthby, 1 sept. 1967, *S. Brisson & C. Hamel* 13169. — Comté de Mégantic, Thetford Mines, 25 juil. 1929, *Louis-Marie* 27340 (QFA). — Comté de Dorchester, Saint-Malachie, 11 août 1950, *R. Cayouette* 50-367 (QUE). — Comté de Portneuf: Saint-Augustin, 23 juil. 1940, *R. Barabé*, s.n. (QUE); Les Écureuils, 22 juil. 1957, *J.G. Cusson & D. Doyon*, s.n. (QUE). — Comté de Québec, Notre-Dame-des-Laurentides, 26 août 1954, *D. Doyon & R. Latulippe*, s.n. (QUE). — Comté de Lévis, Saint-Nicolas, 8 juin 1955, *Conrad Roy & D. Doyon*, s.n. (QUE). — Comté de Chicoutimi, Saint-Fulgence, cap Jaseux, 17 juil. 1960, *Richard Cayouette* 5600 (QUE); *ibid.* 26 juil. 1965, *Jacques Cayouette* 65-99 (QUE). — Comté de Rimouski, mont Commis, Saint-Donat, 1 sept. 1943, *Lepage* 6040. — Comté de Gaspé-Sud, mont Sainte-Anne, Percé, *A. Dion*, s.n. (QUE).

Plusieurs des échantillons susmentionnés entrent sans doute sous l'une ou l'autre des micro-espèces suivantes :

Hieracium cheriense Jord. ex Bor.

Comté de Vaudreuil, Rigaud, 24 juin 1924, *Fr. Edmond Roy*, s.n. (DAO, dét. Sell). — Montréal: Mont Royal, 3 juil. 1933, *Fr. Edmond Roy* 2955 (DAO, dét. Sell); *ibid.*, 29 sept. 1939, *R. Barabé*, s.n. (DAO, dét. Sell); *ibid.*, Aug. 15, 1957, *C. Frankton* 1626 (DAO, dét. Sell). — Comté de Stanstead, 5 miles east of East Hatley, Aug. 13, 1961,

I.J. Bassett & C. Frankton 4203 (DAO, dét. Sell). — Comté de Frontenac, Lac Mégantic, 9 juil. 1935, *Fr. Marie-Victorin, Fr. Rolland-Germain & René Meilleur 43328* (DAO, dét. Sell). — Comté de Portneuf: Duchesnay, 7 août 1950, *P. Masson 2127* (DAO, dét. Sell); Pont-Rouge, 6 août 1958, *J.G. Cusson & D. Doyon, s.n.* (QUE); Saint-Raymond, 18 juil. 1940, *R. Barabé, s.n.* (QUE). — Comté de Montmorency, Sainte-Famille, I.O., 21 juil. 1961, *D. Doyon & V. Lavoie 610721-17* (QUE). — Comté de Lévis, Lauzon, 17 juil. 1938, *Fr. Edmond Roy, s.n.* (DAO, dét. Sell). — Grosse Ile, St. Lawrence River, July 24, 1944, *R.P. Hanson 505*. — Comté de Kamouraska, Sainte-Anne-de-la-Pocatière, Aug. 27, 1937, *H. Groh, s.n.* (DAO, dét. Sell). — Comté de Riv.-du-Loup, île aux Basques, 1 sept. 1964, *Richard Cayouette 7455* (QUE). — Comté de Matapédia, Amqui, 26 juil. 1958, *A. Belzile & C. Gervais 2120* (DAO, dét. Sell; QFA).

Hieracium strumosum (W.R. Linton) A. Ley

Comté de Wolfe: lac Aylmer, canton Garthby, 6 juil. 1967, *Claude Hamel 12497*; Notre-Dame-de-Ham, canton de Ham Nord, 19 juil. 1968, *Claude Hamel 14810*. — Comté de Lévis: Lévis, 31 juil. 1967, *Clément Leduc 67-304* (QUE); Saint-Henri, 7 juil. 1960, *G. Lemieux 1369* (DAO, dét. Sell). — Comté de Montmorency, Saint-Laurent, I.O., 25 juin 1963, *C. Fauchon & C. Bouchard, s.n.* (QUE). — Comté de Riv.-du-Loup, Riv.-du-Loup, 4 août 1964, *J.L. Blouin, L. Carrier, G. Lemieux & P. Richard 7571* (DAO, dét. Sell). — Comté de Rimouski, riv. Mistigouguèche, Saint-Charles-Garnier, 27 juil. 1951, *Lepage 13631*.

Hieracium argilaceum Jord.

Québec, slopes about citadel, Aug. 24, 1951, *E.G. Anderson 1193* (DAO, dét. Sell).

Hieracium vulgatum Fries, s. str.

Anticosti: Potato River, Aug. 1, 1936, *J. Adams, s.n.* (DAO, dét. Sell); Port Menier, 19 août 1964, *J.L. Blouin, L. Carrier, G. Lemieux & P. Richard 7914* (dét. van Soest).

Hieracium irriguum Fries

Comté de Mégantic, Thetford Mines, 23-25 juil. 1929, *P. Louis-Marie, L. Laporte & H. Dudomaine, s.n.* (dét. van Soest).

10. *Hieracium laevigatum* Willd., Sp. Pl. III. 3: 1590 (1800).

H. tridentatum Lepage, Naturaliste can. 85: 81, (1958), non Fries, Épicr. gen. Hier., p. 116, (1862).

Tige glabrescente. Feuilles lancéolées, longuement atténuées vers les deux bouts, glabres sur la face supérieure et glabrescentes en-dessous. Branches et pédoncules floconneux, mais non glanduleux. Involucre (hauteur 6-8 mm) faiblement floconneux, sans poils simples et rarement micro-glanduleux. Styles bruns. Akènes 3.0-3.6 mm de longueur.

Les récoltes du Québec appartiennent au ssp. *lancidens* Zahn in Schinz & Keller, Fl. Schw. ed. 2, II: 340, (1905).

Carte de distribution: C. Rousseau (1968, carte 210, sub *H. tridentatum*), à laquelle on ajoutera les deux localités suivantes:

New Richmond, comté de Bonaventure, 5 août 1936, *E. Campagna et G. Lapointe 9962*. — Remblai du chemin de fer, près du village de Bellerive, comté de Labelle, 16 août 1928, *Fr. Lucien, c.s.c., no 1546*.

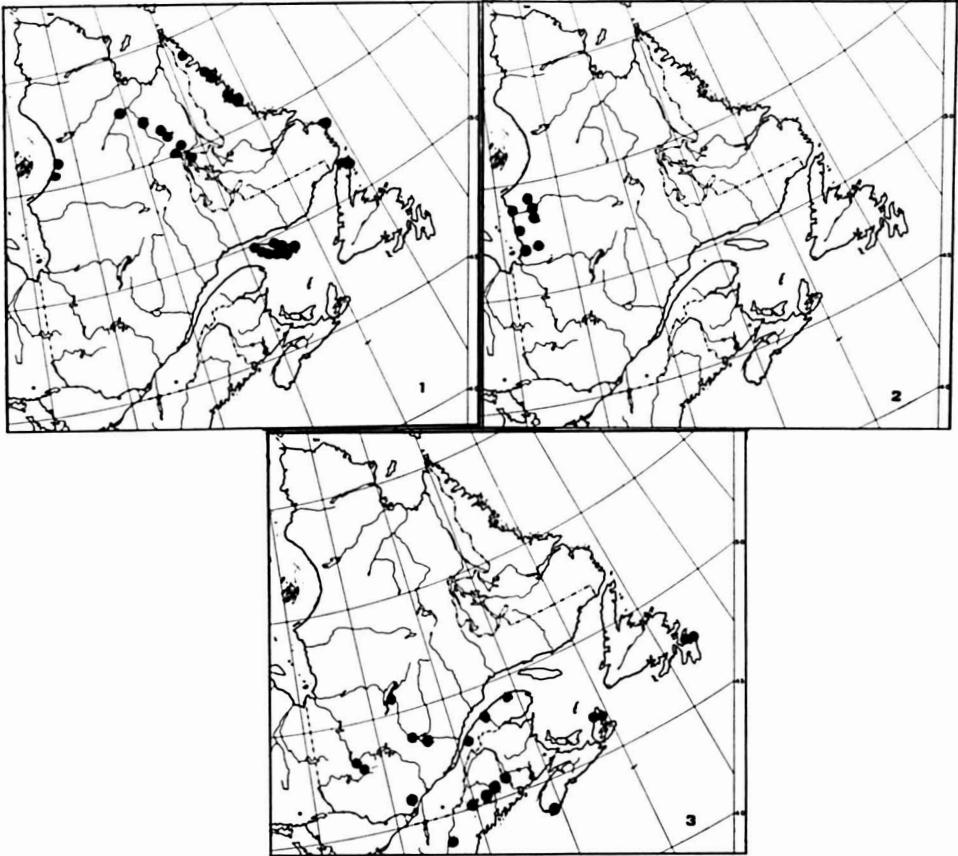


FIG. 1. – Carte de distribution de l'*Hieracium groenlandicum* Arv.-Touv. (Goode's Base Map No. 111. Utilisée avec la permission de "University of Chicago Press").
 FIG. 2. – Carte de distribution de l'*Hieracium ungavense* Lepage. FIG. 3. Carte de distribution de l'*Hieracium Robinsonii* (Zahn) Fern.

H. tridentatum Fries se distingue de *H. laevigatum* par la présence de feuilles basilaires, des pédoncules un peu glanduleux et des bractées involucreales un peu poilues.

11. *Hieracium ungavense* Lepage, *Naturaliste can.* **85**: 17, fig. 1 et 2, (1958).

Ressemble à *H. Robinsonii*; il en diffère par les caractères suivants : tige vilieuse sur presque toute sa longueur. Feuilles atteignant 4.5 cm de largeur, sessiles, sauf les inférieures, poilues en-dessous sur toute la surface. Involucre

1.7-2.2 cm de diamètre. Bractées involucrales plus larges. Akènes 4.0-4.2 mm de longueur. Carte de distribution: fig. 2.

Cette espèce endémique de l'Ungava occidental possède une aire propre et de bons caractères qui la distinguent de *H. Robinsonii*.

12. *Hieracium Robinsonii* (Zahn) Fernald, *Rhodora* **45**: 317, (1943).

Tige villose sur la moitié inférieure, avec des poils plumeux. Feuilles (long. 3-8 cm; larg. 0.7-2.5 cm) pétiolées, maculées, surtout lancéolées et munies de dents aiguës, glabres supérieurement et légèrement pileuses en-dessous sur la nervure médiane. Involucre (diam. 1.0 cm, rarement 1.5) floconneux et pileux, avec quelques glandes minuscules. Styles bruns. Akènes environ 3.2 mm de longueur. Carte de distribution: fig. 3.

13. *Hieracium scabriusculum* Schwein., Long's Exp. Winnip. **2**: 394, (1824).

H. umbellatum des aut. non L. (1753).

Plante dépourvue de longs poils sur la tige et les feuilles. Tige portant des flocons clairsemés, devenant plus denses sur les branches et les pédoncules. Feuilles le plus souvent entières ou faiblement dentées, scabres sur la marge enroulée. Involucre glabre. Styles bruns.

Distribution: dans toutes les provinces canadiennes, sauf en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve.

Dans Québec, nous avons vu des échantillons provenant des comtés suivants: Labelle, Montcalm, Wolfe, Roberval, Chicoutimi, Charlevoix, Saguenay, Gaspé-Nord et Gaspé-Sud. Plus au nord, il a été récolté le long des rivières Waswanipi (P. Landry), Broadback (Dutilly), Rupert (Dutilly et Lepage, holotype de *H. canadense* f. *Lepagei* Vict.), Jack (Lepage) et Eastmain (Dutilly et Lepage). Indigène au moins dans la partie nord de son aire.

13 a. *H. scabriusculum* f. *chrysostylum* Lepage, *Naturaliste can.* **87**: 65, (1960).

Diffère du f. *scabriusculum* par ses styles jaunes. Saint-Adolphe, comté d'Argenteuil (Rolland-Germain).

13 b. *H. scabriusculum* var. *columbianum* (Rydb.) Lepage, *Naturaliste can.* **85**: 92, (1958).

Diffère du var. *scabriusculum* par la présence de longs poils sur la tige et les feuilles inférieures, ainsi que par ses styles jaunes. Saint-Simon, comté de Rimouski (*Lepage 14482*). Variété de l'Ouest, Manitoba à C.B., sans doute adventice dans le Québec.

14. *Hieracium canadense* Michx., Fl. Bor.-Am. 2: 86, (1803).

H. Kalmii Rouleau, in part., Fl. Laurentienne, ed. 2, p. 560, (1964), non L. (1753). Fr. Marie-Victorin et Fr. Rolland-Germain, Fl. Anticosti-Minganie, p. 395, (1969), non L. (1753).

Tige glabre ou glabrescente sur les entrenœuds inférieurs, glabrescente à villose sur les entrenœuds médians, légèrement floconneuse sur les entrenœuds supérieurs. Feuilles du tiers inférieur lancéolées et glabrescentes, les médianes glabrescentes à pileuses surtout sur la nervure principale, les supérieures triangulaires à base tronquée ou cordée, généralement glabres. La marge des feuilles ciliées est dentée et denticulée. Branches et pédoncules floconneux, munis de petites glandes et de poils simples clairsemés. Involucre plus ou moins couvert de poils glanduleux et parfois de rares poils simples. Styles jaunes.

Distribution : du comté de Kamouraska jusqu'à Gaspé, Anticosti et îles de la Madeleine ; au nord du Saint-Laurent, depuis le comté de Témiscamingue jusqu'à la Grande-Rivière-de-la-Baleine (lat. 55° 15' N.) et depuis la Côte-Nord jusqu'au lac Mistassini au moins.

M. le prof. Leroy nous a communiqué les renseignements suivants (lettre du 4 mai 1970) concernant l'holotype de *H. canadense*: « Un seul échantillon, celui de droite, présente un capitule qui possède des fleurs, mais déjà un peu avancées. Les styles sont jaunes, assez foncés ». La couleur des styles est apparemment un caractère très stable chez cette espèce.

14 a. *H. canadense* f. *pilosius* Lepage, Naturaliste can. 88: 45, (1961).

H. canadense var. *hirtirameum* Lepage, Naturaliste can. 85: 87, (1958), non Fernald, Rhodora 17: 19, (1915).

H. Kalmii var. *hirtirameum* Rouleau in Fr. Marie-Victorin et Fr. Rolland-Germain, Fl. Anticosti-Minganie, p. 395, (1969).

Diffère du f. *canadense* seulement par ses poils plus longs (1.5-3.0 mm, au lieu de 0.5-1.0 mm). Distribution : dans toute l'aire de l'espèce.

Le var. *hirtirameum* Fern. est l'hybride *H. canadense* × *H. scabrum*, dont il sera question plus loin sous le nom de *H. × Fernaldii*. Nous doutons de sa présence sur l'île d'Anticosti, d'où *H. scabrum* n'a pas encore été signalé.

14 b. *H. canadense* var. *divaricatum* Lepage, Naturaliste can. 87: 77, (1960).

Il se distingue du var. *canadense* par ses feuilles divariquées, plus molles et plus longues, pourvues de cils longs et tenus sur la marge et la nervure médiane ; les dents sont deltoïdes-apiculées.

Distribution : région maritime du Saint-Laurent et îles de la Madeleine.

15. *Hieracium Kalmii* L., Sp. Pl. p. 804, (1753).
 Non *H. Kalmii* Victorin et Rolland-Germain, Fl. Anticosti-Minganie,
 p. 305, (1969).
H. Kalmii Rouleau, in part., Fl. Laurentienne, ed. 2, p. 560, (1964).
H. canadense des aut., non Michaux (1803).

Clé des variétés

1. Plante robuste (atteignant parfois 1 cm de diam. à
 à la base); feuilles nombreuses, munies de dents ir-
 régulières (les unes beaucoup plus longues que les
 autres); inflorescence souvent très ramifiée var. *fasciculatum*
1. Plante délicate ou moyenne, à feuilles entières, denti-
 culées ou uniformément dentées :
 2. Feuilles entières ou munies de rares denticules;
 bractées involucreaux brun foncé à noirâtres, or-
 dinairement pourvues de poils étoilés, les plus
 longues dépassant 1 cm de longueur var. *subintegrum*
 2. Feuilles régulièrement dentées ou denticulées;
 bractées involucreaux vert foncé à vert jaunâtre,
 souvent teintées de pourpre, généralement
 moins de 1 cm de longueur var. *Kalmii*

15 a. *H. Kalmii* var. *Kalmii*.

Plante ressemblant à *H. canadense*, mais ordinairement plus feuillue,
 poilue sur le tiers inférieur, rarement plus haut. Branches et pédoncules flo-
 conneux, sans poils ni glandes. Involucre assez souvent glabre et parfois micro-
 glanduleux. Styles bruns et longuement exserts.

Distribution : sud du Québec et limite encore imprécise vers l'est et vers
 le nord.

- 15 b. *H. Kalmii* var. *fasciculatum* (Pursh) Lepage, Naturaliste can. **87**:
 87, (1960).
H. canadense var. *fasciculatum* (Pursh) Fernald, Rhodora **45**:
 320, (1943), in part.

Distribution : celle du var. *Kalmii*, mais apparemment plus rare.

- 15 c. *H. Kalmii* var. *subintegrum* (Lepage) Lepage, Naturaliste can. **87**:
 91, (1960).
H. canadense var. *subintegrum* Lepage, Naturaliste can. **85**: 88,
 (1958).

Distribution : Témiscamingue, Abitibi, Lac-Saint-Jean, à l'est jusqu'au
 Cap-à-l'Aigle et au nord jusqu'aux environs de la baie James.

16. *Hieracium sabaudum* L., Sp. Pl. p. 804, (1753). Fernald, Gray's Man. ed. 8, p. 1566, *in part*.

H. × *Grohii* Lepage, Naturaliste can. **87**: 100, (1960).

H. perpropinquum (Zahn) Pugsley, Jour. Linn. Soc. London **54**: 302, (1948).

Grande plante, très feuillue, fortement villose à la partie inférieure, avec poils à base bulbeuse. Feuilles ovées ou elliptiques-lancéolées, les inférieures pétiolées, les autres sessiles, surtout pileuses sur la face inférieure. Inflorescence formant au moins le tiers de la plante, dont les branches subdressées sont floconneuses et poilues. Involucre muni de glandes et de longs poils.

Connu de Rivière-du-Loup (Aug. 17, 1926, *H. Groh*, s.n., DAO, holotype de *H.* × *Grohii*) et de Chicoutimi (Sept. 20, 1927, *H. Groh*, s.n., DAO). Le Dr P.D. Sell de l'University of Cambridge, Angleterre, a classé ces deux récoltes dans *H. perpropinquum* (Zahn) Pugsley, une petite espèce appartenant à l'espèce princeps.

17. *Hieracium vagum* Jordan, Cat. Grenoble, p. 21, (1849) ; Lepage, Naturaliste can. **87**: 105, (1960).

H. sabaudum Fernald, Gray's Man., ed. 8, p. 1566, (1960), *in part*.

Ressemble au précédent, mais moins poilu. Les branches floconneuses sont dépourvues de poils. Les involucre sont généralement glabres, rarement munis de poils simples solitaires. Connu de Montréal (Aug. 1848, *Hincks*, s.n., CAN).

18. *Hieracium paniculatum* L., Sp. Pl. p. 802, (1753).

Plante plutôt délicate, villose vers la base et glabre supérieurement. Feuilles sessiles, sauf à la base, lancéolées, denticulées, glabres sur la face supérieure et glabrescentes en-dessous. Inflorescence paniculée et glabre. Involucre glabre, 6-8 mm de haut; bractées très étroites, linéaires-atténuées. Styles noirâtres. Akènes environ 2 mm. Distribution: sud-ouest du Québec.

19. *Hieracium scabrum* Michx., Fl. Bor.-Am. **2**: 86, (1803).

Tige densément pubescente (poils 2-3 mm) sur la moitié inférieure, floconneuse, avec poils glanduleux sur la moitié supérieure, ainsi que sur les branches et les pédoncules. Feuilles 3-30, ovales, oblongues-obovées, plus ou moins pileuses sur les deux faces, plus fortement sur les pétioles et la nervure médiane. Involucre un peu floconneux à la base, couvert d'un mélange variable de poils glanduleux et de longs poils simples. Styles brun foncé. Akènes 2-3 mm de longueur.

Distribution : général dans la partie habitée du Québec, quoique peu fréquent.

- 19 a. *H. scabrum* var. *tonsum* Fern. & St. John, Rhodora **16**: 182, (1914).

Tige glabrescente ou hispiduleuse (poils 0.2-0.6 mm) inférieurement. Les poils glanduleux, abondants sur la partie supérieure, descendent souvent jusqu'à la base de la plante. Feuilles généralement glabres, ordinairement moins nombreuses que chez le var. *scabrum*. Involucre fortement glanduleux.

Distribution : au sud, il se rencontre dans l'aire du var. *scabrum*, tout en préférant des habitats plus exposés. Au nord, c'est la seule variété rencontrée et c'est une plante de pleine lumière, remontant jusqu'aux environs de la latitude 54°.

Le var. *tonsum* est une bonne variété. Le nombre et la répartition des feuilles sur la tige, ainsi que la longueur des poils sur la tige et sur les feuilles, sont des caractères assez variables, qui ne seraient probablement pas suffisants, à cause des nombreux intermédiaires, pour ségréger cette variété. Cependant les poils glanduleux sur toute la longueur de la tige (limités au tiers supérieur chez var. *scabrum*), ainsi que l'absence de longs poils sur l'involucre (présents chez var. *scabrum*), sont des caractères apparemment stables, servant souvent à séparer les petites espèces.

Les longs poils glanduleux et noirâtres (parfois ambrés) de l'involucre, des branches et des pédoncules de *H. scabrum* sont si caractéristiques de cette espèce, qu'on peut déceler facilement leur présence chez des hybrides, dont il sera question plus loin.

Épervières hybrides

A. — Croisements de *Hieracium Pilosella*

Ces croisements possèdent les caractères suivants : stolonifères, dessous des feuilles plus ou moins floconneux, capitules au nombre de 1-6.

1. *Hieracium* × *stoloniflorum* Waldst. & Kit., Descr. et ic. pl. rar. Hungariae 3: 303, (1802-1812).

H. aurantiacum L. × *H. Pilosella* L.

Représenté dans le Québec par les deux notomorphes suivants :

a) Nm. *Cayouetteanum* Lepage, Naturaliste can. 94: 610, (1967).
 Connu de Sainte-Foy (Québec), lac Aylmer (Wolfe) et Saint-Simon (Rimouski).

b) Nm. *laurentianum* Lepage, Naturaliste can. 94: 610, (1967).
 Connu de Saint-Simon (Rimouski).

La clé suivante permettra de distinguer ces notomorphes.

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Tige robuste. Dessous des feuilles avec flocons clair-semés. Involucre très poilu et styles rouge brun | nm. <i>laurentianum</i> |
| 1. Tige délicate. Feuilles densément floconneuses en-dessous. Involucre peu poilu et styles jaunes | nm. <i>Cayouetteanum</i> |

2. *Hieracium* × *flagellare* Willd., Enum. hort. Berol. suppl. p. 54, (1813).

H. caespitosum Dumort. × *H. pilosella* L.

Représenté chez nous par les deux notomorphes suivants :

a) Nm. *cernuiforme* (N.P.) Lepage, Naturaliste can. **94**: 614, (1967).

Connu de Saint-Léon-de-Standon (Dorchester), L'Ange-Gardien (Montmorency), Islets-Jérémie (Saguenay), Saint-Jean-de-Dieu et Saint-Clément (Rivière-du-Loup), Saint-Simon et Saint-Mathieu (Rimouski). Le plus répandu dans l'est du Canada et des États-Unis.

b) Nm. *pilosius* Lepage, Naturaliste can. **94**: 615, (1967).

Connu de Saint-Simon (Rimouski) et des îles de la Madeleine.

La clé suivante permettra de distinguer ces notomorphes.

1. Plante se rapprochant davantage de *H. Pilosella*. Tige plutôt délicate portant 1-2 capitules nm. *cernuiforme*
1. Plante se rapprochant davantage de *H. caespitosum*. Tige plus robuste portant 2-6 capitules nm. *pilosius*

3. *Hieracium* × *brachiatum* Bertol. ex Lam. & DC., Fl. Fr. **5**: 442, (1815).

H. Pilosella L. × *H. piloselloides* Vill.

Ressemble un peu à *H. piloselloides*, mais ses feuilles floconneuses en-dessous et ses capitules peu nombreux (2 à 3 chez nos échantillons) l'en distinguent facilement. Connu seulement de Saint-Simon (Rimouski).

B. — Croisement de *Hieracium floribundum*

Hieracium × *Dorei* Lepage, Naturaliste can. **94**: 618, (1967).

H. aurantiacum L. × *H. floribundum* Wimm. & Grab.

Ressemble à *H. floribundum*, mais les ligules sont rougeâtres.

Connu de l'Ange-Gardien (Rouville) et récolté par Élise Maynard, s.n., 9 juin 1968 (QFA). Il était connu auparavant de l'île du Prince-Édouard et du Nouveau-Brunswick.

C. — Croisements de *H. scabrum*

1. *Hieracium* × *Fassettii* Lepage, Naturaliste can. **87**: 94, (1960).

H. Kalmii L. × *H. scabrum* Michx.

Il ressemble à *H. Kalmii*, mais l'abondance de poils roux sur les deux faces des feuilles inférieures et l'abondance de longs poils glanduleux sur les branches et les pédoncules l'en distinguent. Connu de Montréal, Oka et Ironside.

2. *Hieracium* × *Fernaldii* Lepage *Naturaliste can.* **88**: 45, (1961).

H. canadense var. *hirtirameum* Fern., *Rhodora* **17**: 19, (1915).

H. canadense Michx. × *H. scabrum* Michx.

Diffère de *H. canadense* comme suit : face supérieure des feuilles du bas de la tige souvent pileuses ; abondance de poils simples, non dilatés à la base, sur les pédoncules et les capitules. Il y a aussi bon nombre de capitules abortifs, mais cela se rencontre également chez *H. canadense* typique.

Connu des comtés de Bonaventure (rivière Restigouche, rivière Bonaventure et petite rivière Cascapédia) et de Matane (rivière Matane).

H. canadense var. *hirtirameum* a été mal compris par la plupart de ceux (y compris l'auteur) qui ont utilisé ce nom, en attachant de l'importance seulement à la longueur des poils sur la partie inférieure de la plante.

Remerciements

Le présent travail a été grandement facilité, grâce à l'aide reçue des personnes suivantes, que nous remercions cordialement. Les conservateurs des herbiers suivants : Herbarium national du Canada, Ottawa (CAN) ; Institut de recherches sur les végétaux, Ministère de l'agriculture, Ottawa (DAO) ; Herbarium Louis-Marie, Faculté d'agriculture de l'Université Laval de Québec (QFA) ; Laboratoire de botanique du Ministère de l'agriculture, Québec (QUE) ; Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm (S), pour le prêt d'échantillons botaniques. Le Dr J.L. van Soest, La Haye, Pays-Bas et le Dr P.D. Sell, University of Cambridge, Angleterre, ont identifié des spécimens critiques et fourni de précieux conseils. Le Prof. Leroy, du Museum national d'histoire naturelle, Paris, nous a donné des précisions sur l'holotype de *Hieracium canadense*. Enfin, le Dr Eric Hultén, Stockholm, Suède, MM. Richard Cayouette, Ministère de l'agriculture, Québec, Camille Rousseau et J.P. Bernard, Faculté d'agriculture de Laval nous ont aidé de diverses manières.

Références

- 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.
- LEPAGE, E., 1960. *Hieracium canadense* Michx. et ses alliés en Amérique du Nord. *Naturaliste can.*, **87**: 59-107.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. *Flore laurentienne*. Frères des Écoles Chrétiennes, Montréal, 1ère éd.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, **95**: 49-169.
- ZAHN, K. H., 1921-1923. Compositae-Hieracium in Engler, *Das Pflanzenreich* (IV, 280): 1-1705.

THE VEGETATION AND ITS DISTRIBUTION ON A RIDEAU RIVER ISLAND, OTTAWA ¹.

J. L. CAMERON AND J. D. H. LAMBERT

*Department of Biology
Carleton University, Ottawa*

Résumé

L'étude quantitative de la végétation d'une île de la rivière Rideau y a permis de délimiter trois unités floristiques : la partie sud, dominée par du jeune *Populus balsamifera* ; la partie centrale, occupée par *Salix nigra* mûr et la partie nord, colonisée par *Ulmus americana* et *Populus balsamifera* arrivés à maturité.

Le principal facteur qui régit la composition floristique de ces unités est le degré d'exposition au frottement de la glace et à l'inondation par les crues printanières. Une succession vers une végétation plus mésophile demanderait, au préalable, une évolution substantielle du sol, ce qui paraît actuellement improbable vu que les eaux de l'inondation entraînent, à chaque printemps, la plupart, sinon tous les débris organiques accumulés à sa surface.

Abstract

The vegetational composition of a Rideau River island was quantitatively determined. Three floristic units have been delimited. The exposed south end was dominated by immature *Populus balsamifera*, the central portion of the island by mature *Salix nigra*, and the north end by mature *Ulmus americana* and *Populus balsamifera*.

The principal factors governing the composition of these units are the degrees of exposure to the scouring effects of ice and spring flood waters. Succession to more mesic species would require substantial soil development, a process that appears unlikely at present because the flood waters remove most if not all of the accumulated organic material each spring.

Introduction

In temperate North America river islands have been neglected largely in ecological studies. However, various studies of flood plain forests, which are subjected to essentially the same conditions as river islands, have been presented. Buell and Wistendahl (1955) described the composition of the flood plain forests of the Raritan River of New Jersey. Similar studies have been carried

¹ This work was supported by the National Research Council of Canada.

out by other researchers (Aikman and Gilly, 1948 ; Ware 1955) and have provided useful summary information.

This investigation of a river island was undertaken to determine the composition and distribution of the vegetation. By observation, the island is

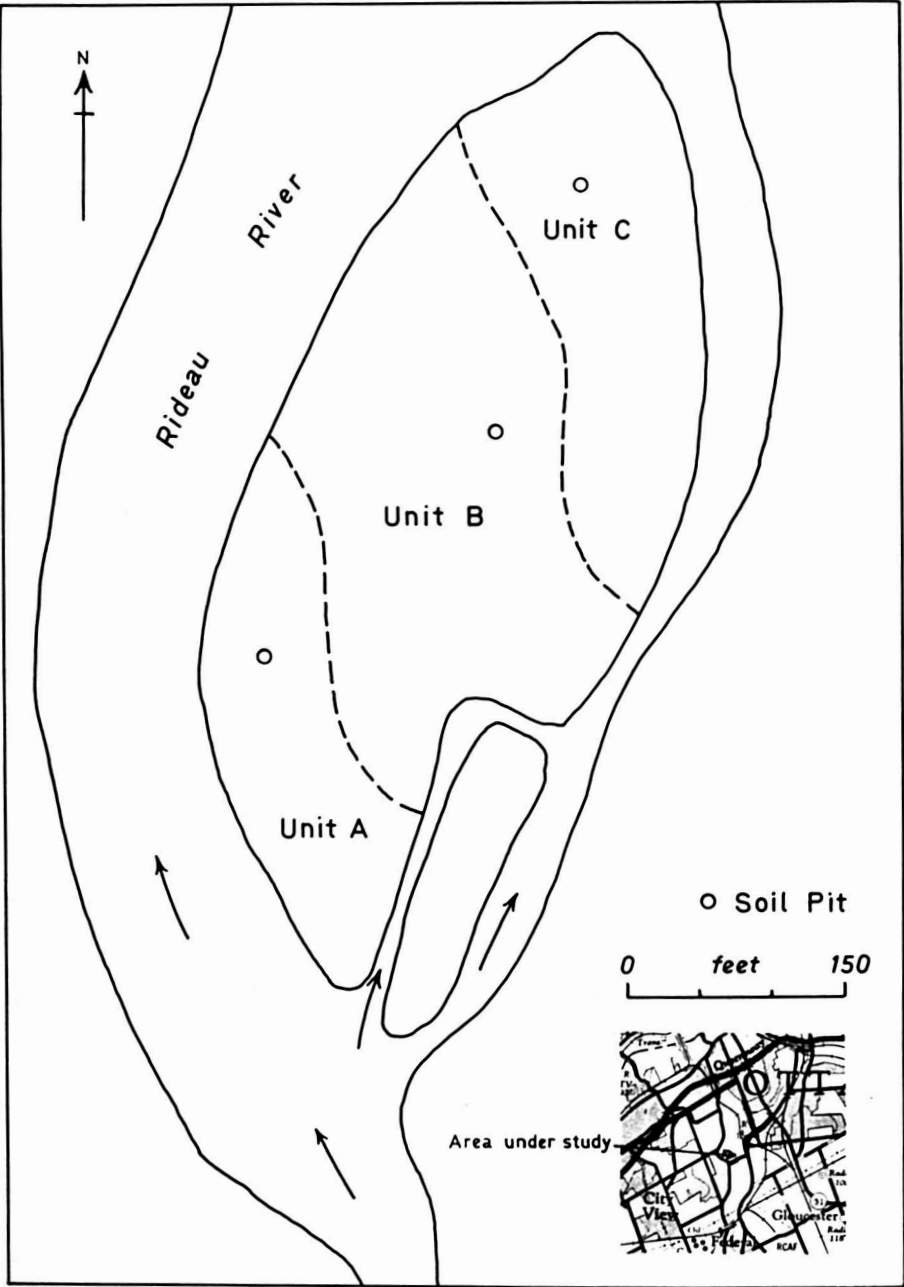


FIGURE 1. Map of island showing location of vegetation units and soil pits.

apparently dominated by *Salix nigra*, however a vegetational transition appears to be present. The pattern of distribution is generally considered to be related to microenvironmental differences within a stand and to the ecological amplitude of individual species (Struik and Curtis, 1962). To investigate the apparent transition, a vegetational analysis was performed using the quadrat sampling method along three lines drawn longitudinally over the island. Tree, shrub, and herbaceous layers were analysed separately. To supplement the study, soil samples were taken for chemical and physical analysis in the laboratory.

Description of the area

The island is located in the Rideau River approximately 1,600 ft north of the Hog's Back Road, just north of the falls (Figure 1). The island is a result of the breaking of the initial Hog's Back dam by an ice-jam in 1829 (Ross, 1927). The larger rocks held back soil and stone which resulted in formation of the island. By 1927 the island was tree-covered (Ross, 1927) and used as a campsite during the summers.

The underlying bedrock is of *Parmelia* and Lowville members of Ordovician limestone (Vollrath, 1962). Much of the rock and stone of the island is also of limestone of the same period that was quarried for use in construction of the dam.

The volume of flow in the Rideau River is quite variable ; a heavy rain can increase flow by as much as 3,000 cubic feet per second in a twelve hour period (D.P.W., 1968). Measurements of the natural flow in the Hog's Back area by the Departement of Public Works, Ottawa, for April 1969 show a maximum flow on April 8 of 11,700 cubic feet per second. In the fall of 1968, the maximum flow was 3,150 cubic feet per second. During February 1969, the flow fluctuated between 390 and 407 cf/s, and in June 1968 the flow fluctuated between 466 and 740 cf/s.

The Ottawa area has a mean annual temperature of 42°F ; the July average daily maximum is 81°F. The growing season, an average of 190 days, is from April 17 and has a mean temperature of 60°F. During the growing season the mean rainfall is 18.5 inches with a 34.2 inch mean annual precipitation (Rowe, 1959).

Collection of field data

An initial survey of the stand was made to determine homogeneity and to become familiar with general features. Quantitative data on the vegetation was obtained by using a quadrat transect method. Quadrats (30 x 30 sq. ft.) were placed thirty feet apart along three lines running longitudinally over the island (Figure 1). A total of twenty-four quadrats ; ten through the center

and seven along each side of the island were sampled. All tree species (minimum basal area at breast height 12 sq. in.) in every quadrat were recorded along with their basal areas. The presence of all shrubs and saplings, (basal area at breast height greater than 2 but less than 12 sq. in.) according to species, was recorded also.

A line transect method was used to sample the ground vegetation in conjunction with the quadrats. Diagonal lines running from the north-east corner to the south-west corner of each quadrat were sampled for herbs and seedlings. A total of eighty-six points (six inches apart) were sampled for species presence or absence along each transect.

Three sites were selected for soil sampling (Figure 1), first near the north-east end, second in the center and the third south of the center. Only plot two could be divided visibly into a humic layer and mineral layer; the other two were predominately mineral in character. Samples were collected to determine soil moisture content and to obtain an objective estimate of their influence on moisture conditions.

Analysis of the soils was undertaken in the laboratory. Soil moisture content was determined from samples of known weight that were dried and reweighed. Percent coarse material was calculated from the weight of soil, from a known quantity, that would not pass through a 2.0 mm sieve. Textural analysis of the particles was run using the hydrometer technique (Bouyoucos, 1936). The micro-Kjeldahl technique was employed to determine total nitrogen. Available phosphorus was determined colourimetrically, the percent transmittance was read on a Spectronic 20 at 660 mu. Exchangeable cations (Ca, Mg, Na and K) were extracted from the soil in ammonium acetate (pH7) and concentrations of the four cations were determined on an atomic absorption spectrophotometer. Cation exchange capacity was determined using techniques described by Jackson (1958).

Results

ANALYSIS OF TREE DATA

Using procedures outlined by Curtis (1959), the quantitative data on tree composition of the island were summarized. Relative frequency, relative density and relative dominance were determined and these values for each species were summed to provide importance values, which for all trees in the stand totalled 300 (Table 1). The importance value of any species is an indication of its relative influence in the tree layer on the island. The dominant trees were *Salix nigra*, *Populus balsamifera* and *Ulmus americana*. Such an analysis of data, however, does not suggest whether or not there might also be obvious separate vegetational units on the island.

TABLE I

Summary of quantitative measurements of tree species by unit
and their summations (Importance Value) for the island

Species	Unit A				Unit B				Unit C				Total Island			
	Rel Freq	Rel Den	Rel Dom	Imp Val	Rel Freq	Rel Den	Rel Dom	Imp Val	Rel Freq	Rel Den	Rel Dom	Imp Val	Rel Freq	Rel Den	Rel Dom	Imp Val
<i>Crataegus sp.</i>									6.7	1.8	0.3	8.8	2.5	0.5	0.1	3.1
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>									6.7	1.8	0.5	9.0	2.5	0.5	0.2	3.2
<i>Populus balsamifera</i>	50	65.7	74.7	190.6	11.8	3.6	1.1	16.5	40.0	28.5	44.0	112.5	30	20.5	19	69.5
<i>Populus tremuloides</i>	25	9.7	3.3	38.0									5	1.7	0.2	6.9
<i>Salix nigra</i>	25	24.4	22.0	71.4	70.6	92	95.8	258.4					35	58.1	61	154.1
<i>Ulmus americana</i>					17.6	4.4	3.1	25.1	46.6	67.9	55.2	169.7	25	18.8	19.4	63.2

Along each of the three quadrat transects there were abrupt changes in the dominant trees. To take these changes into account the quadrats were subjectively grouped according to dominant tree species. Unit A is characterized by four quadrats, Unit B by twelve and Unit C by seven. An analysis of the tree data for each of the three units (Table 1) suggests that there is a transition in the tree vegetation from the south to the north end as indicated by the importance values.

In Unit A *Populus balsamifera* was the dominant species however the trees are young as indicated by their small basal areas. Unit B, the largest unit, was dominated by *Salix nigra*. The trees, are in general, more mature and have a greater average basal area than any other species of tree size. The high incidence of sprouting and survival of large stems is a major reason for the higher density of *Salix*. Unit C had two species which were co-dominant : *Ulmus americana* which had the highest importance value and *Populus balsamifera* comprising fewer but larger individuals.

No estimate of percentage canopy coverage was made over each quadrat during sampling. However, coverage was judged to range between 80-100 percent. The lower figure relating to the south end or most unstable portion of the island.

TABLE II

Summation of quantitative measurements of saplings
by unit and their summation for the island

Species	Unit A		Unit B		Unit C		Island	
	Rel Freq	Rel Den	Rel Freq	Rel Den	Rel Freq	Rel Den	Rel Freq	Rel Den
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	14	2	5	0.2	5	2	7	2
<i>Malus sp.</i>					10	2	4	1
<i>Populus balsamifera</i>	27	40	20	0.8	30	50	25	31
<i>Populus tremuloides</i>	20	12					5	4
<i>Salix discolor</i>	6	2					2	1
<i>Salix nigra</i>	27	43	50	61	10	3.5	29	35.5
<i>Tilia americana</i>					5	2	2	24
<i>Ulmus americana</i>	6	1	25	38	35	38.5	23	0.5
<i>Vitis riparia</i>					5	1	2	1

ANALYSIS OF SAPLING DATA

Relative frequencies and relative densities of saplings were calculated in the same manner as for the trees (Table II). Sums of frequency and density show that in Unit A *Salix nigra* and *Populus balsamifera* are of almost equal importance. However at the tree stage the latter species is a far more important component of the tree layer. In Unit B, *Salix nigra* was the dominant sapling as well as tree. *Ulmus americana* was relatively frequent, however, few individuals attain tree size. In Unit C sapling composition was similar to tree composition with *Ulmus americana* and *Populus balsamifera* the dominant species.

Although *Salix nigra* was the dominant sapling as well as tree on the island it was not distributed evenly over the island. In Unit C *S. nigra* saplings occurred only occasionally. *Populus balsamifera* was also present in all three units, however, it was present in only one quadrat in Unit B dominated by *Salix nigra*. *Ulmus americana* was also present in all three units with its greatest area of distribution at the north end of the island where it also dominated as a tree.

ANALYSIS OF GROUND LAYER

As an initial step, a complete presence-list of all ground layer species was determined. A total of forty-five species, seedlings and herbaceous forms was collected from the line transects in the twenty-four quadrats sampled. An approach similar to that followed for the trees and saplings allows the presentation of quantitative data pertaining to the ground flora on the island (Table III).

Only two species, both grasses, can be considered common throughout the island, *Muhlenbergia mexicana* and *Elymus virginicus*, while the majority of species occurred only occasionally. In Unit C at the drier north end several species occurred with both high frequencies and percent presence. They are *Aster* sp, *Cornus stolonifera*, *Lonicera tatarica*, *Rhamnus frangula*, *Rhus radicans* and *Vitis riparia*. All but *Lonicera tatarica* occurred to a lesser extent in the wet Unit B where *Salix nigra* was dominant. Non of the above species was present in the more exposed wetter south end of Unit A.

One species, *Fragaria* sp, can be considered as characteristic of Unit B. *Salix* sp seedlings were also abundant. The only additional species of considered significance was *Impatiens biflora*. It was the second most common species in Unit A after *Muhlenbergia mexicana*. *I. biflora* was also common in Unit B, but absent from Unit C.

Seedlings of the three tree species present in Unit C were common. In addition *Ulmus americana* seedlings were also present. In Unit B no seedlings of *Populus balsamifera* were present, while in Unit C no seedlings were found of species that did not attain tree size.

TABLE III
Percentage presence and frequency values for all ground layer
species by unit and averages for the island

Species	Unit A		Unit B		Unit C		Island	
	Freq	Percent Pres	Freq	Percent Pres	Freq	Percent Pres	Avg Freq	Avg Percent Pres
<i>Acalypha rhomboidea</i>			8	2.4			4.2	2.4
<i>Acer negundo</i>			8	1.2	12	1.2	8.4	2.4
<i>Achillea millefolium</i>					12	1.2	4.2	1.2
<i>Anemone canadensis</i>			8	4.8			4.2	4.8
<i>Aster</i> sp.			25	14.4	62	56.4	33.6	70.8
<i>Boehmeria cylindrica</i>			8	2.4			4.2	2.4
<i>Cornus alternifolia</i>			25	7.2			8.4	7.2
<i>Cornus stolonifera</i>			50	37.2	87	58.8	54.6	96.0
<i>Elymus virginicus</i>	50	8.4	33	21.6	62	20.4	46.2	50.4
<i>Epipactus latifolia</i>					50	8.4	16.8	8.4
<i>Equisetum arvense</i>			8	6.0	50	13.2	21.0	19.2
<i>Eupatorium maculatum</i>	25	1.2	17	2.4			12.6	3.6
<i>Eupatorium rugosum</i>	25	1.2	8	2.4			8.4	3.6
<i>Fragaria</i> sp.			41	20.4	25	8.4	29.4	28.8
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>			8	1.2	12	1.2	8.4	2.4
<i>Galium</i> sp.			8	2.4	12	1.2	8.4	3.6
<i>Geum</i> sp.			8	1.2	12	4.8	8.4	6.0
<i>Hypericum perforatum</i>	25	1.2					4.2	1.2
<i>Impatiens biflora</i>	50	20.4	50	31.8	12	3.6	37.8	55.2
<i>Leersia oryzoides</i>			8	34.8			4.2	34.8
<i>Lithospermum officinale</i>					12	1.2	4.2	1.2
<i>Lonicera tatarica</i>			41	8.4	62	33.6	42.0	42.0

TABLE III (Cont'd)

Species	Unit A		Unit B		Unit C		Island	
	Freq	Percent Pres	Freq	Percent Pres	Freq	Percent Pres	Avg Freq	Avg Percent Pres
<i>Lysimachia ciliata</i>					25	20.4	8.4	20.4
<i>Muhlenbergia mexicana</i>	100	37.2	91	204.0	62	50.4	84.0	291.6
<i>Onoclea sensibilis</i>					12	1.2	4.2	1.2
<i>Pilea pumila</i>			8	1.2			4.2	1.2
<i>Poa palustris</i>					25	7.2	8.4	7.2
<i>Polygonum punctatum</i>	50	6.0	33	12.0			25.2	18.0
<i>Populus balsamifera</i>	100	9.7			62	12.0	36.8	21.6
<i>Populus tremuloides</i>	25	2.4	8	2.4			8.4	4.8
<i>Rhamnus catharticus</i>			17	4.8	37	7.2	21.0	12.0
<i>Rhamnus frangula</i>			58	32.4	87	42.0	58.8	74.4
<i>Rhus radicans</i>			8	26.4	75	136.8	29.4	163.2
<i>Ribes nigrum</i>			8	4.8	25	2.4	12.6	7.2
<i>Rubus odoratus</i>			8	3.6	25	22.8	12.6	26.4
<i>Rubus</i> sp.	25	3.6	17	7.2	25	19.2	21.0	28.8
<i>Rubus strigosus</i>			8	1.2	12	1.2	8.4	2.4
<i>Rumex</i> sp.					12	2.4	4.2	2.4
<i>Salix</i> sp.	50	6.0	75	40.8			46.2	46.8
<i>Solanum dulcamara</i>	75	8.4	50	30.0	25	2.4	46.2	40.8
<i>Taraxacum</i> sp.			8	1.2	25	2.4	12.6	3.6
<i>Ulmus americana</i>	25	1.2	25	6.0	50	8.4	33.6	15.6
<i>Urtica dioica</i>			8	8.4			4.2	8.4
<i>Viola</i> sp.			8	14.4			4.2	14.2
<i>Vitis riparia</i>			33	13.2	75	51.6	42.0	64.8
Number of Species	15		37		36			
Percent Species Presence	26.7		51.0		76.7			
Percent Bare Ground	73.3		49.0		23.3			

TABLE IV

Summary of soil chemical and physical analyses for the island

	1	2a	2b	3
Soil Moisture Content % H ₂ O of Total Wt.	7.8	28.9	12.0	31.5
% Coarse Material < 2mm	75	77	83	78
% Sand	83	69	84	70.7
% Silt	13	25.3	10.7	24.0
% Clay	4	5.7	5.3	5.3
Total Nitrogen	0.16	0.46	0.15	0.14
Exchangeable Cations meq/100 gm				
Ca	41	70	47	45
Mg	14	35	23	21
Na	22	21	21	23
K	2	4.2	2.6	2.2
Available Phosphorus ppm	9.8	12.0	12.5	14.0
C.E.C. meq/100 gm	25.6	35.6	31.4	29.4
pH	7.6	7.6	7.4	7.3

SOIL ANALYSIS

The results of the soil analyses which were determined quantitatively from samples collected from three soil pits on the island are presented in Table IV. The surface soils of sites 2 and 3 have high moisture contents. There had been no appreciable precipitation within six days prior to the soil extraction yet the soils showed moisture contents of approximately 30 percent. Black (1968) suggests that, for soils as coarse as these, field capacities should be about 10 percent by weight. Excessive moisture may be as unfavourable for tree growth as a deficiency. The average basal area of trees in Unit A (site 3) was only 22 sq. in., while in the central part of the island in Unit 3 (site 2) it was 71 sq. in. At the less exposed north end of the island in Unit C (site 1) the average is 89 sq. in. with *Populus balsamifera* attaining an average basal area of 176 sq. in.

Soil texture data indicate a possible reason for the higher moisture content in that the proportion of silt in the surface samples of sites 2 and 3 was approximately 25 percent whereas in site 1 it was only 13 percent. The high

amounts of gravel and sand give rise to a low water holding capacity, good aeration and a more productive soil. Excessive spring flooding no doubt has a profound affect on the amount and type of material that is both removed and deposited so that soil fractions can be quite variable from year to year.

The amount of nitrogen in the island soils is adequate, especially in the surface layer at site 2 (2a). Black (1968) gives nitrogen values from 0.02 - 0.4 percent in the ploughed layer of cultivated soils. Although water in excess of vegetation production may increase soil nitrogen by decreasing the rate of decomposition (Black, 1968) on the islands, high levels of soil nitrogen probably do not occur due to the erosion produced by annual flooding.

The cation exchange capacity of the soil on the island is high. Values range from 25 to 35 meq/100 gm. The above values are comparable with values for some of the major colloid types. Sands and sandy loams have cation exchange capacities of only about 15 meq/100 g. dry soil (Buckman and Brady, 1960).

Available phosphorus is low in the island soils, only 10-14 ppm (0.001 percent). Black (1968) gives values ranging from 0.03 - 0.06 percent for most soils. He further suggests that phosphorus leaching is low even when considerable drainage occurs. It is possible that the island soil contains sufficient phosphorus but that the available P is low. Only the latter was analyzed.

The availability of the metallic cations, Ca, Mg, Na and K suggests that the only ion significantly low is K. One would expect the exchangeable potassium to increase in the better soil at the north end of the island (Unit C). The low amount indicated may not reflect the total amount in the soil. Buckman and Brady (1960) states that, although exchangeable potassium may be low, the total quantity may often exceed that of any other nutrient element. As would be expected the highest value for calcium was recorded in the thin humus layer in site 2.

Discussion

One of the first observations when looking at the island is the effects of flooding and ice damage. Many of the tree trunks have severe bark damage at heights of three to four feet above ground level. Figure 2 shows bark damage three feet above ground level on *Populus balsamifera* located approximately fifty yards from the south end, near the west side. It is one of the larger trees in that particular vicinity. Figure 3 shows similar bark damage on *Ulmus americana* at the north end of the island. This is the high point and protected part of the island, and yet the bark damage is four feet above ground level.

The effect of ice damage on *Salix nigra* is of a different nature ; on these trees it causes multiple stemming (Figure 4) from a single diffuse root system. That this is prevalent in river-bed communities is also stated by Curtis (1959). The multiple stemming in *S. nigra* undoubtedly aids in the reproduction of the

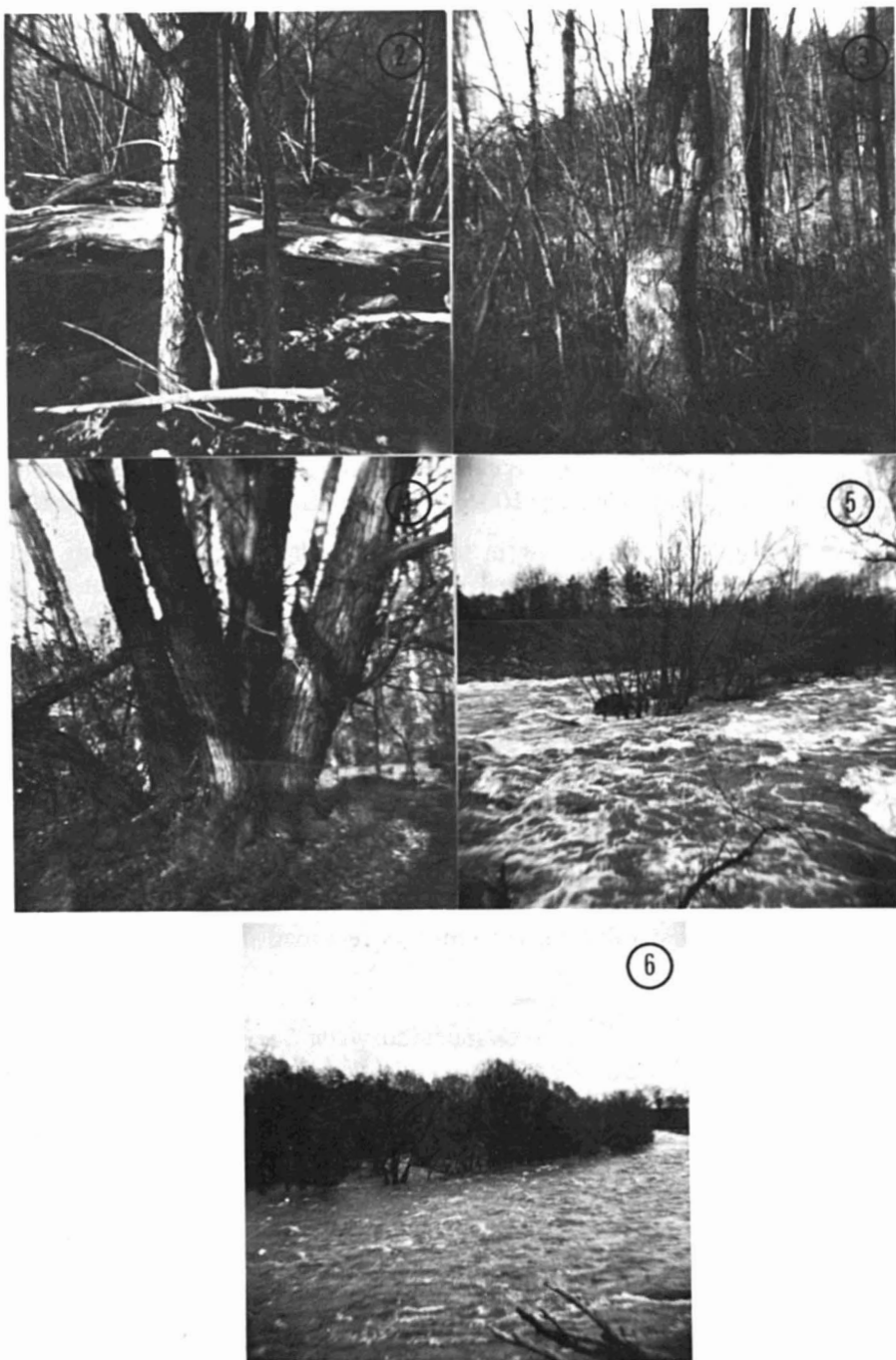


FIGURE 2. Bark damage due to ice on *Populus balsamifera* — 3 ft above ground level. FIGURE 3. Bark damage due to ice on *Ulmus americana* — 4 ft above ground level. FIGURE 4. Multiple stemming of *Salix nigra*. FIGURE 5. Flooding effects on south end of island, April 18, 1969. FIGURE 6. Flooding effects on north end of island, April 18, 1969.

species on the island, since stems arising from an extensive root system have a much greater chance of surviving flood waters than do seedlings with restricted root systems. It was noted also that knocked over trunks often produced suckers along their lengths and many of these suckers have develop into good size trees.

Figure 5, taken April 18, 1969, shows the flooding at the south end of the island and it can be seen that several young poplars have been bent over due to ice movement. Flow records for the Rideau River on April 18 report a flow of 4,800 cft/sec ; the spring maximum was 11,700 cft/sec on April 8, over twice as much. The extent of flooding on the same day at the north west portion of the island is seen in Figure 6. The buffeting effect of both ice and water is distinguishable clearly in the difference in tree size between the exposed south end and more sheltered north end.

A tree species is considered to exert a strong influence on sites where it attains its ecological optimum. Continued success is determined largely by the species' reproductive capabilities i.e. numbers of offspring (saplings and seedlings). If the present distribution can be used as an indication of what may happen in the future on the island, it appears that *Salix nigra* will move southward in increasing numbers, gradually taking over from the young poplar and aspen. Saplings of *S. nigra* are more abundant than those of *Populus balsamifera*. At the seedling stage. *P. balsamifera* are more numerous. However, at present there does not seem to be enough soil and protection at the south end for the establishment and long term survival of large trees regardless of species. It is possible that the larger trees encroaching on the south end at present owe their existence to the young *Populus* species which bend over before breaking, but in so doing deflect or arrest both the spring ice and fast flowing water to an extent that the stiff stems of the larger trees do not feel the full force of the water.

Populus tremuloides, although not a dominant, does occur at the south end. The young trees appear to be well adapted to such a pioneer site, since they have wide spreading lateral roots which become entangled about the rocks. The lateral roots of neighbouring trees often become grafted together forming a mat which also aids in keeping the trees rooted during periods of flooding (Native Trees of Canada, 1961). *P. tremuloides* reproduces rapidly from root suckers, thus a population could be maintained at the south end. This tree species is not found elsewhere on the island due to its intolerance of shade.

The distribution of herbaceous species at the south end is very sporadic. Eight species were recorded and only two, *Muhlenbergia mexicana* and *Impatiens biflora*, had percent presence values greater than twenty. All species present accounted for only 26.7 percent of the area, bare ground making up 73.3 percent. The exposed nature of the site, excessive seasonal flooding, large boulders and minimal accumulation of organic matter restrict the establishment of a continuous herbaceous coverage.

In the region of the island dominated by *Salix nigra*, elm saplings appear well established and competing well with *S. nigra* saplings. However, few of the *Ulmus* saplings reach tree size and survive. Although succession to *Salix nigra* at the south end, and to *Ulmus americana* in the central part of the island is indicated by the present distribution of saplings, this succession does not appear as if it will be realized due to the erosional effects of flooding which counteract the beneficial effects of the vegetation. Not only must the trees be capable of withstanding the velocity of the flood waters, the seedlings must be capable of withstanding complete inundation for periods of two to four weeks during the spring thaw. *Salix nigra* seedlings can withstand thirty-two days of inundation without death (Hosner, 1958). Hosner found that the seedlings recovered quickly and grew well when placed in well drained, fresh soil. *Ulmus americana* seedlings recovered only moderately well when given well drained conditions after sustained treatment in saturated substratum (McDermott, 1954).

At the north end of the island seedlings of the two major tree species, *Ulmus americana* and *Populus balsamifera*, were infrequent. Saplings were more abundant, with the latter species dominating. Additional species, *Malus* sp. and *Tilia americana* were also present and reflect the better drained condition of the site.

All of the shrubs and herbaceous plants are distributed according to their ecological requirements. *Impatiens biflora* and *Solanum dulcamara*, which grow best in cool moist situations, are commonly found along the narrow water courses where they are shaded by the dense canopy of *Salix nigra*. *Rhus radicans* and *Vitis riparia*, which require drier, more open sites, are found chiefly at the north end where the ground is higher above the water level and more sunlight penetrates through the broken canopy of elms and balsam poplars. The shrubs *Rhamnus catharticus*, *R. frangula*, *Cornus stolonifera* and *Lonicera tatarica* are found also mainly in the drier, more open sites of the island. The distribution of the ground flora is not closely related to differences in soil nutrients; the three soil samples from three different sites showed very little variation on analysis.

The actual density of the ground vegetation does increase from south to north. In the unit containing *S. nigra* the distribution of bare ground and vegetation was 49 to 51 percent respectively. The distribution of bare and covered ground (23.3 and 76.7 percent) at the north end was almost the reverse of the south end. This probably reflects the less turbulent water conditions, slightly higher ground and improved drainage.

Succession on the island appears to be similar to succession in flood plain forests Curtis (1959) reported that the theoretical succession is rarely accomplished in flood plain sites. In such places soil improvement by the vegetation is virtually impossible because the advantageous effects of the summer's growth are washed away each spring by the flood waters. There is little accumulation of organic matter on the island, even though leaf fall is heavy. The flood waters

remove most of the organic material each spring except for large stumps and trunks which become entangled among the standing trees. Ware (1955) reported that organic matter on such sites has little or no effect and the soil must await external or physiographic improvement. Effects of the vegetation are negligible.

The analysis of the vegetation indicates a transition from young poplars and aspen at the south end through willows to mature balsam poplar and american elm of the north end. The cause of this transition is no doubt a combination of several factors such as water flow, ice action, soil depth and exposure. With physiographic improvement of the island soils, a succession to *Salix nigra* at the south end and to *Ulmus americana* at the center might possibly occur but succession to more mesic tree species will require substantial soil development and this does not appear likely due to the scouring action of ice and flood waters.

References

- AIKMAN, J. M. and C. L. GILLY, 1948. A comparison of the forest floras along the Des Moines and Missouri Rivers, *Proc. Iowa Acad. Sci.*, **55**: 63-73.
- BLACK, C. A., 1968. Soil-plant relationships. 2nd ed., Wiley and Sons, New York.
- BOUYOUCOS, G. J., 1936. Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. *Soil Sci.*, **32**: 225-228.
- BUCKMAN, H. O. and N. C. BRADY, 1960. The nature and property of soils. 6th ed., MacMillan, New York.
- BUELL, M. F. and W. A. WISTENDAHL, 1955. Flood plain forests of the Raritan River. *Bull. Torrey bot. Club*, **82**: 463-472.
- CURTIS, J. T., 1959. The vegetation of Wisconsin. University of Wisconsin Press, Madison.
- HOSNER, J. F., 1958. The effects of complete inundation upon seedlings of six bottomland tree species. *Ecology*, **39**: 371-373.
- JACKSON, M.L., 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc., N. J.
- Marine Services, Department of Transport, Canada. 1968-69. Ottawa.
- MCDERMOTT, R. E., 1954. Effects of saturated soil on seedling growth of some bottomland hardwood species. *Ecology*, **35**: 36-41.
- Meteorological Branch, Department of Transport. Canada, 1968-69. Climatic data for Ottawa Airport.
- Native Trees of Canada, 1956. *Bull. For. Brch Can.*, **61**: 5th edition.
- ROSS, A. H. D., 1927. Ottawa past and present. Musson Book Co. Ltd. Toronto.
- ROWE, J. S., 1959. Forest regions of Canada. *Bull. For. Brch Can.*, **123**..
- STRUIK, G. J. and J. T. CURTIS, 1962. Herb distribution in an *Acer saccharum* forest. *Am. Midl. Nat.*, **68** (2) : 285-296.
- VOLLRATH, J. D., 1962. Geology of the Hog's Back Area from White's Bridge to Hog's Back. M. Sc. Thesis (unpubl.) Carleton University, Ottawa, Ontario.
- WARE, G. H., 1955. A phytosociological study of lowland hardwood forests in southern Wisconsin. Ph. D. Thesis. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.

ADDITION DU *LINUM SULCATUM* RIDDELL
À LA FLORE DU QUÉBEC ¹

RICHARD CAYOUCETTE

*Herbier, Service de la recherche et de l'enseignement,
Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec*

et

CLÉMENT LEDUC

Herbier Père Louis-Marie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Les auteurs ajoutent le *Linum sulcatum* Riddell à la flore du Québec. Ils décrivent et illustrent ce lin à fleurs jaunes, absent des flores déjà publiées du Québec.

Découvert en milieu rudéral, à Salaberry-de-Valleyfield, le *L. sulcatum* peut y avoir été introduit par l'homme. Toutefois, sa présence au Québec pourrait, aussi bien, être le résultat d'une expansion naturelle de l'aire primitive de la plante, expansion consécutive au déboisement. Les deux hypothèses se défendent.

Abstract

Linum sulcatum Riddell is added to the flora of Québec. This yellow-flowered flax, missing in the floras of Québec already published, is described and illustrated.

Discovered at Salaberry-de-Valleyfield, in a ruderal habitat, *L. sulcatum* may have been introduced there by man. However, the presence of the plant in Québec, and also elsewhere in eastern North America, may as well be the result of a natural range extension of the plant following land deforestation. Either assumptions are possible.

Introduction

La première édition de la *Flore-Manuel* du Père Louis-Marie (1931) ne reconnaissait au Québec que le *Linum usitatissimum* L., le lin cultivé, qu'on retrouve parfois à l'état spontané dans les lieux rudéraux, bien qu'il y persiste rarement plusieurs saisons. Quelques années plus tard, Marie-Victorin (1935), en plus de décrire le *L. usitatissimum* dans sa *Flore laurentienne*, signalait l'introduction du *L. catharticum* L. dans la région de Farnham. Par la suite,

¹ Contribution numéro 117, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec.

Louis-Marie décrira brièvement ces deux espèces dans les éditions subséquentes de sa *Flore-Manuel* (1953, 1959, 1967). Rouleau (1964), revisant le texte de la deuxième édition de la *Flore laurentienne* de Marie-Victorin, ajoute, aux mentions déjà signalées, une note sur la présence du *L. Lewisii* Pursh dans la région de la baie James. Pour être complet, nous devrions ajouter que Provancher (1862) citait le *L. virginianum* L. à Saint-Henri-de-Mascouche. Malheureusement, il nous faut rejeter cette mention comme douteuse, vu l'échec de nos efforts pour retrouver, dans l'herbier Provancher, le spécimen se rattachant à cette citation.

A ces trois espèces dont Boivin (1966) confirme la présence au Québec, nous voulons en ajouter une quatrième, le *L. sulcatum* Riddell. Les notes qui suivent résument nos observations sur la découverte de ce lin à fleurs jaunes, dont la présence au Québec soulève quelques points d'interrogation d'ordre floristique.

Dans ce travail, nous utilisons les sigles proposés par Lanjouw et Stafleu (1964) pour désigner les différents herbiers.

Résumé des observations

L'un des deux auteurs a récolté le *L. sulcatum* à Salaberry-de-Valleyfield, dans le comté de Beauharnois: Leduc L67-314 (QUE, DAO) et Leduc L68-48 (QUE, QFA). La colonie d'où provient la récolte se situe dans une vieille prairie, non pâturée depuis au moins trois ans, sise en bordure d'un bois clairsemé de *Thuja occidentalis*. Le *L. sulcatum* abonde principalement au bord de la prairie et le long de la clôture.

Un coup d'oeil, uniquement qualitatif, sur la composition floristique de la station nous donne une liste de plantes dont la plupart sont des commensales habituelles des prairies âgées de la région. D'abord, le long de la clôture, on remarque quelques ligneux tels que le *Rhus typhina* et le *Prunus virginiana* dont la présence en ces lieux est plutôt familière; on y observe aussi du *Thuja occidentalis* débordant du boisé voisin. Au même endroit, la population herbacée du tapis végétal comprend: *Solidago canadensis*, *S. graminifolia*, *S. nemoralis*, *Rudbeckia hirta*, *Aster novae-angliae*, *Anaphalis margaritacea*, *Prunella vulgaris*, *Potentilla recta*, *P. norvegica*, *Achillea Millefolium*, *Melilotus alba*, *Agrostis alba*, *Phleum pratense*, *Hieracium aurantiacum* et *Antennaria canadensis*.

Dans la prairie, en plus des *Solidago*, de l'*Agrostis* et du *Phleum* mentionnés précédemment, nous notons des jeunes plants de *Cornus stolonifera* ainsi que les herbacées suivantes: *Pastinaca sativa*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Cirsium arvense*, *Fragaria virginiana*, *Vicia Cracca*, *Odontites serotina*, *Gerardia purpurea* et *Aster lateriflorus*.

La date tardive de la découverte de la colonie n'a pas permis d'effectuer un relevé complet des espèces de la station. La liste qui précède, même si elle

est fragmentaire et simplement qualitative, nous paraît toutefois représenter un paysage familier des prairies âgées de la région, en voie de retour vers une végétation naturelle.

Notes taxinomiques

L'absence de toute description du *L. sulcatum* dans les flores déjà publiées du Québec nous incite à présenter les notes taxinomiques suivantes, adaptées de Rogers (1963).

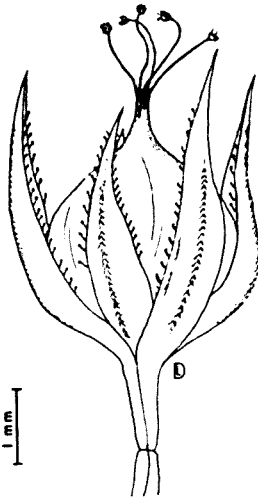


FIGURE 1. Capsule à sépales denticulés-glandulaires du *Linum sulcatum* Riddell (Dessin: collaboration de André Doyle, agronome-entomologiste et de Louise Laflamme, étudiante en technologie agricole).

Linum sulcatum Riddell, Suppl. Cat. Ohio Pl. 10. 1836.

Plante annuelle, glabre, dressée, de 3.5 à 8.0 dm de hauteur. Sa tige, simple inférieurement, porte dans la moitié supérieure un nombre plus ou moins considérable de branches ascendantes, donnant une panicule ouverte. Les feuilles entières, linéaires à étroitement lancéolées, acuminées, mesurent de 1.0 à 2.5 cm de longueur et de 1 à 2 mm de largeur; elles sont alternes sauf, parfois, les 8 ou 9 paires inférieures qui peuvent être opposées; ces dernières, plus ou moins caduques, sont souvent absentes au moment de la floraison. Le limbe est marqué à sa face adaxiale, au niveau de sa jonction avec la tige, de deux glandes stipulaires noirâtres; inférieurement il porte trois fortes nervures, l'une centrale, les deux autres submarginales. Les pédicelles floraux ont de 1.5 à 5.0 mm de longueur; à maturité, ils sont marqués d'une ligne circulaire d'abscission à environ 1 mm sous la capsule. Les sépales, persistant après la floraison, sont lancéolés et longuement acuminés; ils sont tous visiblement denticulés-glandulaires et mesurent de 3 à 7 mm de longueur; les externes sont fortement trinervés, les internes, légèrement plus courts et plus fortement denticulés-glandulaires, ont des nervures moins prononcées, les marginales étant obscures ou même absentes parfois. Les pétales jaune pâle, obovés, ont de 5 à 10 mm de longueur; ils sont pubescents à la base

sur la face interne. Les 5 étamines, sans staminodes, sont soudées à la base en un tube très court ; leur filet atteint 5 mm de longueur et les anthères, elliptiques, ont 0.5 mm. Les styles, au nombre de 5, mesurent de 2.5 à 4.5 mm de longueur, ils sont concrescents depuis la base sur un peu moins de la moitié de leur longueur. Les capsules, de couleur paille, sont ovoïdes à globuleuses et arrondies à aigües au sommet ; elles mesurent de 2.5 à 3.5 mm de hauteur sur 2 à 3 mm de diamètre. L'ovaire, 5 carpellaire, est finalement divisé en 10 loges par le développement partiel de fausses cloisons, de sorte qu'à maturité la capsule se sépare en 10 segments mono-séminés, réunis par paires au moyen d'une faible suture à leur base ; les cloisons sont ciliées. La graine, d'un brun rougeâtre, est elliptique ; elle mesure de 1.5 à 2.0 mm de longueur sur environ 1 mm de largeur (figure 1).

En résumé, le *L. sulcatum* se distingue des autres espèces de lin connues au Québec par : (1), sa fleur jaune ; (2), ses sépales denticulés-glandulaires et persistant à maturité ; (3), ses styles concrescents à la base sur un peu moins de la moitié de leur longueur.

Distribution

Rogers (1963), un spécialiste américain des espèces à fleurs jaunes du genre *Linum*, divise le *L. sulcatum* en deux variétés géographiques : le var. *sulcatum* qui occupe la presque totalité de l'aire et le var. *Harperi* qu'on ne rencontre qu'au sud de la Géorgie et au nord de la Floride. Le var. *sulcatum* est surtout commun dans les États centraux des États-Unis, depuis le sud du Manitoba jusqu'au Dakota et au Texas. Dans l'est on le trouve moins fréquemment depuis le sud de l'Ontario et le sud du Vermont jusqu'au nord de la Géorgie.

Au Canada, Boivin (1966) signale la présence du *L. sulcatum* dans le sud du Manitoba et de l'Ontario. Jusqu'à maintenant il était inconnu au Québec.

Discussion et conclusion

Le botaniste qui découvre une plante nouvelle dans une région se pose invariablement cette question : Cette plante est-elle indigène ou a-t-elle été introduite par l'homme ? Si la plante qu'il vient de découvrir appartient à la flore naturelle d'une région éloignée, séparée de la station nouvelle par des barrières réputées infranchissables aux seuls moyens naturels de dissémination ; si, de plus, la nouvelle récolte provient de lieux rudéraux et qu'il est connu que, dans son lieu d'origine, elle se trouve parfois dans les cultures ; le botaniste conclut logiquement à l'introduction. La force de la présomption en faveur d'une telle conclusion lui paraît irréfutable.

Il n'est cependant pas toujours aussi simple de décerner, à une plante nouvelle, un statut indiscutable d'espèce indigène ou adventice. C'est le cas du

L. sulcatum. Son aire de distribution est relativement proche de la nouvelle station. On ne voit pas, entre ces deux points géographiques, de barrières naturellement infranchissables. La plante, dans son lieu d'origine, ne se rencontre pas habituellement dans les cultures. Par contre, au Québec, on l'a trouvée en milieu rudéral. Ce seul fait suffit-il à lui justifier l'octroi d'un statut d'espèce adventice ? Nous ne le croyons pas et c'est aussi l'avis de Jørgensen (1969) : "Using only habitat data it is difficult, often impossible, to establish whether a plant has been introduced by man or not. The strict differentiation between species brought to the country by man and those brought by other agents of dispersal is unnecessarily rigid. The limits between so-called wild (spontaneous, original), naturalized, and introduced plants are not at all as obvious as often implied in literature".

Par ailleurs, l'étude de la carte de distribution du *L. sulcatum* (Rogers, 1963) révèle que la plus grande concentration de la population de ce lin à fleurs jaunes se situe dans les Plaines centrales des États-Unis. Vers l'est du pays, les colonies sont beaucoup plus dispersées. Par exemple, on remarque à peu près la même distance entre certaines stations voisines de la Virginie ou de l'Ohio, qu'entre les colonies de *L. sulcatum* de l'État de New-York et celle de Salaberry-de-Valleyfield. Cette disposition des points sur la carte indique que le centre de dispersion de la plante se situe dans les Prairies et suggère que le *L. sulcatum* connaît une expansion vers l'est de son aire primitive par suite de la colonisation : le déboisement lui créant des habitats favorables. Rien ne prouve que cette extension d'aire ne s'accomplisse pas par des moyens naturels de disséminations ; même si, à l'origine, l'homme en est directement responsable.

En conclusion, il nous semble que la présence du *L. sulcatum* au Québec peut aussi bien être le résultat d'une expansion naturelle de l'aire primitive de la plante que le fruit de son introduction par l'homme. Aucune preuve irréfutable ne favorise une hypothèse plus que l'autre.

Références

- BOVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. IV – Herbidées, 2e partie: Connatae. *Naturaliste can.*, **93**: 989-1063.
- JØRGENSEN, P. M., 1969. Bidrag til Rogalands flora. II (Contributions to the flora of Rogaland, S. W. Norway, II). *Blyttia*, **27**: 80-85.
- LANJOUW, J. et F. A. STAFLEU, 1964. Index herbariorum. 5th edition, International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, International Association for Plant Taxonomy, Utrecht.
- LOUIS-MARIE, PÈRE, 1931. Flore-Manuel de la Province de Québec. Contrib. 23, Institut agricole d'Oka, La Trappe, 320 p.
- LOUIS-MARIE, PÈRE, 1953. Flore-Manuel de la Province de Québec. 2e édition, Institut agricole d'Oka, La Trappe, 323 p.

- LOUIS-MARIE, PÈRE, 1959. Flore-Manuel de la Province de Québec. 3e édition, Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal, 321 p.
- LOUIS-MARIE, PÈRE, 1967. Flore-Manuel de la Province de Québec. 4e édition, Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal, 317 p.
- MARIE-VICTORIN, FRÈRE, 1935. Flore laurentienne. Imprimerie de La Salle, Montréal, 917 p.
- PROVANCHER, L., 1862. Flore canadienne. 2 vol., Joseph Darveau, Québec, XXIX + 842 p.
- ROGERS, C. M., 1963. Yellow flowered species of *Linum* in Eastern North America. *Brittonia*, **15**: 97-122.
- ROULEAU, E. in MARIE-VICTORIN, FR., 1964. Flore laurentienne. 2e édition, Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 925 p.
- CAYOUCETTE et LEDUC, Addition du *Linum sulcatum* Riddell à la flore du Québec.

UNE CLASSIFICATION DE LA FLORE SYNANTHROPIQUE DU QUÉBEC ET DE L'ONTARIO II. LISTE DES ESPÈCES ¹

CAMILLE ROUSSEAU

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

C'est à partir des flores récentes et particulièrement de l'« Énumération des plantes du Canada » préparée par Boivin (1966-67) que nous avons tenté de classer les espèces synanthropiques du Québec et de l'Ontario. Les espèces indigènes sont subdivisées en *intrapophytes* et *extrapophytes*; quant aux taxons introduits, nous avons délimité notre étude à partir du XVII^e siècle jusqu'à nos jours et nous avons essayé de préciser leur continent ou pays d'origine, la date de leur arrivée sur le territoire étudié et la catégorie synanthropique à laquelle ils se rattachent. Toutes nos plantes introduites appartiennent à l'une ou (et) l'autre des catégories suivantes: *holoagriophytes*, *hémagriophytes*, *époécophytes* et *éphémérophytes*. À l'exception d'une subdivision de la catégorie des *apophytes*, nous nous en sommes tenu à la classification proposée par Kornas (1968).

Abstract

A classification of synanthropic species of Ontario and Québec based on recent floras and in particular « l'Énumération des plantes du Canada » prepared by Boivin (1966-1967) has been described. Indigenous species have been subdivided into *intrapophytes* and *extrapophytes*, the study of introduced taxa has been restricted to the period beginning the seventeenth century to the present inclusive. An attempt has been made to specify the continent or country of origin, the date of arrival in the territory studied, and the synanthropic category for each species. All plants mentioned belong to one or more of the following categories: *holoagriophytes*, *hemiagriophytes*, *epoecophytes* and *ephemerophytes*. With the exception of one subdivision of the *apophytes* category, the classification proposed by Kornas (1968) has been adhered to.

- * : Taxon connu exclusivement en Ontario. ** : Taxon connu exclusivement au Québec
- y : Taxon intentionnellement introduit. z : Taxon non intentionnellement introduit
- + : Taxon récolté en 1970 et au Québec par un botaniste de la Faculté d'agriculture de l'Université Laval.

EQUISETACEAE

Equisetum arvense L. – Cosmopolite – Intrapophyte.

¹ Contribution no 103, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec.

POLYPODIACEAE

Dennstaedtia punctilobula (Michx.) – Moore – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn., var. *latiusculum* (Desv.) Underw. – Circomboréal – Intrapophyte.

MARSILEACEAE

**Marsilea quadrifolia* L. – Europe -- 1951 -- Holoagriophyte : Nanticoke, comté d'Haldimand. Seule station connue au Canada selon Boivin (1966). (z).

SPARGANIACEAE

Sparganium glomeratum Laestad. – Eurasie -- XX -- Holoagriophyte. (z).

ZOSTERACEAE

Potamogeton crispus L. – Europe -- 1891 -- Holoagriophyte. (z).

BUTOMACEAE

Butomus umbellatus L. – Eurasie -- 1897 -- Holoagriophyte. (z).

HYDROCHARITACEAE

Hydrocharis Morsus-Ranae L. – Europe -- 1940 -- Holoagriophyte. (y).

GRAMINEAE

Agropyron cristatum (L.) Gaertn. – Eurasie -- XX -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).

Agropyron repens (L.) Beauv. – Europe -- XVII -- Époécophyte. (z).

Agropyron Smithii Rydb. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. (z).

Agrostis alba L. – Eurasie -- Début du XIX -- Héliagriophyte. (z).

Agrostis canina L. – Europe -- XX -- Éphémérophyte. (z).

Agrostis tenuis L. – Europe -- 1874 -- Éphémérophyte. (z).

Alopecurus geniculatus L. – Eurasie -- XIX -- Héliagriophyte. (z).

Alopecurus pratensis L. – Europe -- 1910 -- Éphémérophyte. (y).

Andropogon scoparius Michx. – Amérique du Nord -- Intrapophyte.

Anthoxanthum odoratum L. – Europe -- 1911 -- Héliagriophyte (Québec); éphémérophyte (Ontario). (y).

**Aristida dichotoma* Michx. – États-Unis -- 1880 -- Éphémérophyte: Port Colborne. Cette unique station canadienne est citée par Boivin (1967). (z).

Arrhenatherum elatius (L.) Mert. & Koch – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (y).

Avena fatua L. – Eurasie -- XVIII -- Éphémérophyte. (z).

Avena pubescens Huds. – Europe -- 1934 -- Éphémérophyte: Anticosti (Québec) + London (Ontario). (z).

Avena sativa L. – Eurasie -- XVII -- Éphémérophyte. (y).

Beckmannia syzigachne (Steud.) Fern. – Circomboréal – Extrapophyte.

**Briza maxima* L. – Europe – Vers 1880 – Éphémérophyte: London. Seule localité canadienne d'après Boivin (1967). (y).

**Briza media* L. – Europe -- 1882 -- Éphémérophyte. Récolté à London et soixante-six ans plus tard à Thornbury, comté de Grey. (y).

**Bromus arvensis* L. – Europe -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

**Bromus brizaeformis* Fisch. & Meyer – Europe -- 1889 -- Éphémérophyte. Rare. (y).

**Bromus carinatus* Hook. – Ouest de l'Amérique du Nord -- 1944 -- Éphémérophyte. (z).

- Bromus commutatus* Schrad. – Europe -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- **Bromus erectus* Huds. – Europe -- 1902 -- Hémigiophyte à Guelph selon Montgomery (1956). (z).
- Bromus inermis* Leyss. – Europe -- 1890 -- Hémigiophyte. (y).
- Bromus japonicus* Thumb. – Eurasie -- 1935 -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).
- Bromus mollis* L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- **Bromus Pampellianus* Schribn. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Hémigiophyte? (y).
- Bromus secalinus* L. – Eurasie -- 1860 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario; éphémérophyte ailleurs. (z).
- **Bromus sterilis* L. – Europe -- 1897 -- Éphémérophyte. (z).
- Bromus tectorum* L. – Europe -- Vers 1880 -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).
- **Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Eurasie -- XX -- Époécophyte. (z).
- + *Cenchrus pauciflorus* Benth. – Sud des États-Unis -- XIX -- Probablement époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario mais certes éphémérophyte au nord-est de Kingston. Nouvelle pour le Québec.
- **Cynodon dactylon* (L.) Pers. – Europe -- 1892 -- Éphémérophyte. (z).
- Cynosorus cristatus* L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- Dactylis glomerata* L. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
- Danthonia spicata* (L.) Beauv. – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.
- Digitaria Ischaemum* (Schreb.) Muhl – Europe -- Vers 1850 -- Époécophyte. (z).
- Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. – Europe -- 1862 -- Époécophyte. (z).
- Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. – Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémigiophyte. (z).
- Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., cv. *frumentacea* – Asie -- XX -- Éphémérophyte. (y).
- Eleusine indica* (L.) Gaertn. – Europe -- 1897 -- Éphémérophyte sauf dans le comté d'Essex. (z).
- **Eragrostis Frankii* C.A. Meyer – États-Unis -- 1912 -- Époécophyte. (z).
- Eragrostis megastachya* (Koel.) Link – Europe -- XIX -- Époécophyte au sud-ouest de Kingston; éphémérophyte ailleurs. (z).
- **Eragrostis multicaulis* Steudel – Asie -- 1957 -- Éphémérophyte: Saint-Jean. (z).
- **Eragrostis Orcuttiana* Vasey – Ouest de l'Amérique du Nord -- 1952 -- Éphémérophyte: Ottawa. (z).
- Eragrostis pectinacea* (Michx.) Nees – Amérique du Nord – Intrapophyte.
- Eragrostis poaeoides* Beauv. – Europe -- Vers 1860 -- Époécophyte. (z).
- Eragrostis spectabilis* (Pursh) Steud. – Est des États-Unis -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- Festuca elatior* L., var. *elatior* – Eurasie -- XIX -- Époécophyte + hémigiophyte. (y).
- Festuca elatior* L., var. *arundinacea* (Schreb.) Wimm. – Europe -- XX -- Époécophyte mais peut-être éphémérophyte à l'est de Kingston. (y).
- Festuca ovina* L., var. *ovina* – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (y).
- Festuca ovina* L., var. *capillata* (Lam.) Alef. – Europe -- 1907 -- Époécophyte à Bell's Corners, près d'Ottawa; éphémérophyte ailleurs. (y).
- **Glyceria fluitans* (L.) R. Br. – Eurasie -- 1905 -- Éphémérophyte: Percé, comté de Gaspé-sud. (z).
- **Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., var. *maxima* – Eurasie -- 1940 -- Hémigiophyte. (z).

- Glyceria plicata* Fries – Europe -- 1955 -- Héliagriophyte: Hamilton. La première mention pour le Canada et très probablement pour l'Amérique du Nord appartient à Boivin (1967). (z).
- Holcus lanatus* L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- **Hordeum geniculatum* All. – Europe -- 1904 -- Éphémérophyte: Toronto. Boivin (1967) est le premier auteur à mentionner cette plante pour le nord-est de l'Amérique. (z).
- Hordeum jubatum* L. – Amérique du Nord – Extrapophyte.
- **Hordeum pusillum* L. – États-Unis -- 1904 -- Éphémérophyte: Toronto. (z).
- Hordeum vulgare* L. – Eurasie -- XVII -- Éphémérophyte. (y).
- Koeleria cristata* (L.) Pers. Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice au Québec où il n'a été trouvé qu'à Saint-Jérôme, comté de Lac Saint-Jean.
- **Lolium Dorei* Boivin, var. *Dorei* (*L. persicum sensu* Dore, Sci. Agr., 30: 157-164, 1950). – Sud-ouest de l'Asie -- 1937 -- Éphémérophyte. (z).
- Lolium multiflorum* Lam. – Europe -- XX -- Éphémérophyte. (y).
- Lolium perenne* L. – Europe – Début du XIX -- Époécophyte au sud-ouest de Kingston; éphémérophyte ailleurs. (y).
- Lolium temulentum* L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- **Melica altissima* L. – Eurasie -- 1920 -- Éphémérophyte: Guelph + Simcoe. (y).
- Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack. – Asie -- 1943 -- Héliagriophyte: Aurora (Ontario); Victoriaville + Clarenceville (Québec). (y).
- **Molinia caerulea* (L.) Moench – Europe -- XX -- Héliagriophyte. Très rare. (y).
- ***Nardus stricta* L. – Eurasie -- 1935 -- Héliagriophyte. Selon Swales et Bider (1970), cette plante ne serait connue au Québec que de trois stations. Montgomery (1956) la signale à Ilfracombe dans le district de Muskoka, Ontario, nous avons toutefois ignoré cette mention pour laquelle Boivin (1967) n'avait pas trouvé de spécimen justificateur (z).
- Panicum capillare* L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.
- Panicum dichotomiflorum* Michx., var. *dichotomiflorum* – États-Unis -- XX -- Héliagriophyte. (z).
- Panicum miliaceum* L. – Europe -- 1894 -- Éphémérophyte. (y).
- **Panicum rigidulum* Bosc. – États-Unis -- XX -- Héliagriophyte à deux endroits au dire de Boivin (*in litt.*) (z).
- Phalaris arundinacea* L., cv. *Picta* – Europe -- XX -- Héliagriophyte. (y).
- Phalaris canariensis* L. – Europe -- 1879 -- Éphémérophyte. (z).
- Phleum pratense* L. – Europe -- XVIII -- Héliagriophyte + holoagriophyte. (y).
- Poa annua* L. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte. (z).
- ***Poa Chaixii* Vill. – Europe -- 1951 -- Héliagriophyte: Kingsmère, comté de Gatineau. (z).
- Poa compressa* L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + héliagriophyte. (z).
- Poa nemoralis* L., var. *nemoralis* – Eurasie -- XIX ? -- Héliagriophyte. (z).
- Poa pratensis* L., var. *pratensis* – Eurasie -- XVIII -- Héliagriophyte + holoagriophyte. (y).
- Poa trivialis* L. – Eurasie -- XIX -- Héliagriophyte + époécophyte. (y).
- Polypogon monspeliensis* (L.) Desf. – Europe -- 1912 -- Éphémérophyte. (z).
- Puccinellia distans* (L.) Parl. – Eurasie -- XIX ? -- Époécophyte. (z).
- Secale cereale* L. – Eurasie -- XVII -- Éphémérophyte. (y).
- Setaria glauca* (L.) Beauv. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte. (z).
- Setaria italica* (L.) Beauv. – Eurasie -- 1859 -- Éphémérophyte. (y).
- Setaria verticillata* (L.) Beauv. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte. (z).
- Setaria viridis* (L.) Beauv. – Eurasie -- 1820 -- Époécophyte. (z).

- **Sorghum halepense* (L.) Pers. - Eurasie -- XX -- Éphémérophyte. La première mention canadienne appartient à Boivin (1967). (y).
- **Sorghum sudanense* (Piper) Stapf. - Eurasie -- 1894 -- Éphémérophyte. (y).
- Trisetum flavescens* (L.) Beauv. - Europe -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- Triticum aestivum* L. - Eurasie -- XVII -- Éphémérophyte. (y).
- Zea Mays* L. - Mexique -- XVII -- Éphémérophyte. (y).

CYPERACEAE

- Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke, var. *capillaris* - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Carex adusta* Boott - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Carex flacca* Schreb. - Europe -- 1884 -- Hémiagriophyte. Connu au moins de Puslinch, comté de Wellington, London et Napierville. (z).
- ***Carex disticha* Huds. - Europe -- 1927 -- Hémiagriophyte: Ile Charron, comté de Chambly. Seule station connue au Canada selon Boivin (1967). (z).
- ***Carex hirta* L. - Europe -- 1943 -- Hémiagriophyte : ville de Québec. (z).
- ***Carex nutans* Host - Europe -- 1927 -- Hémiagriophyte : Ile Charron. D'après Boivin (1967), ce taxon était inconnu ailleurs au Canada ; le même auteur (*in litt.*) met toutefois sa présence en doute. (z).
- **Carex spicata* Huds. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. (z).
- Cyperus esculentus* L. - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Cyperus Houghtonii* Torr. - Centre de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Cyperus strigosus* L., var. *strigosus* - Amérique du Nord - Extrapophyte.

LEMNACEAE

- Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. - Circomboréal - Extrapophyte.

COMMELINACEAE

- Commelina communis* L. - Asie - XX - Peut-être hémiagriophyte dans le sud-ouest de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (y).

JUNCACEAE

- Juncus bufonius* L. - Circomboréal - Extrapophyte.
- Juncus compressus* Jacq. - Eurasie -- XVIII -- Hémiagriophyte. (z).
- Juncus tenuis* Willd. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Juncus Torreyi* Coville - Amérique du Nord - Extrapophyte. Au Québec, connu seulement de Napierville et très probablement naturalisé.
- Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilmott - Europe -- 1905 -- Hémiagriophyte. (z).

LILIACEAE

- **Allium sativum* L. - Eurasie -- XX -- Éphémérophyte quoique pouvant persister au moins pendant quelques années. (y).
- **Allium vineale* L. - Est des États-Unis -- 1970 -- Époécophyte ? Sainte-Catherine. Seule localité au dire de Boivin (*in litt.*) (z).
- Asparagus officinalis* L. - Europe - XVIII - Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Convallaria majalis* L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. (y).
- Hemerocallis fulva* L. - Eurasie -- XVIII -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Hemerocallis Lilioasphodelus* L. - Asie -- XX -- Éphémérophyte. (y).
- ***Lilium bulbiferum* L. - Europe -- XIX ? -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
- ***Lilium Martagon* L. - Eurasie -- 1961 -- Hémiagriophyte. Sillery, banlieue de la ville de Québec. (y).

- ***Lilium tigrinum* L. - Asie -- XVIII -- Hémiagriophyte. (y).
 **Muscari botryoides* (L.) Mill. - Europe -- 1862 -- Éphérophyte. (y).
Ornithogalum umbellatum L. - Europe -- XIX ? -- Hémiagriophyte. (y).
Polygonatum multiflorum (L.) All. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
Veratrum viride Ait. - Est de l'Amérique du Nord - Intrapophyte.

AMARYLLIDACEAE

- **Narcissus poeticus* L. - Europe -- 1955 -- Hémiagriophyte : Saint-Thomas, comté d'Elgin. (y).

IRIDACEAE

- Iris Pseudacorus* L. - Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).

ORCHIDACEAE

- Epipactis Helleborine* (L.) Crantz - Europe -- 1890 -- Holoagriophyte. (z).
 **Orchis purpurella* Steph. & Steph. - Eurasie -- 1961 -- Hémiagriophyte : Timmins. La première mention pour le Canada et très probablement pour l'Amérique du Nord appartient à Andrews (1967). (z).

SALICACEAE

- Populus alba* L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + holoagriophyte. (y).
Populus nigra L., cv. *Italica* - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
Salix alba L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + holoagriophyte. (y).
Salix Babylonica L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
Salix fragilis L. - Europe -- XVIII ? -- Hémiagriophyte + holoagriophyte. (y).
 **Salix myrsinifolia* Sal. - Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
Salix pentandra L. - Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
Salix purpurea L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Salix viminalis L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).

MYRICACEAE

- Comptonia peregrina* (L.) Coult. - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.

CORYLACEAE

- **Alnus glutinosa* (L.) Gaertner - Eurasie -- 1898 -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
 **Betula pendula* Roth - Europe -- 1947 -- Hémiagriophyte : Toronto. Il s'agit là de la seule station canadienne au dire de Boivin (1966). (y).

ULMACEAE

- +***Ulmus pumila* L. - Asie -- 1970 -- Hémiagriophyte : Candiac, comté de La Prairie. Première récolte pour le Canada. (y).

MORACEAE

- **Maclura pomifera* (Raf.) Schneid. - Sud des États-Unis -- XX -- Hémiagriophyte. Connu exclusivement dans les comtés du sud-ouest de la province. (y).
 **Morus alba* L. - Asie -- XX -- Hémiagriophyte. Restreint au sud-ouest de la province. (y).

CANNABINACEAE

- Cannabis sativa* L. - Asie -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte au moins pendant quelques années. (y).
Humulus japonicus Sieb. & Zucc. - Asie -- 1903 -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).

Humulus Lupulus L. – Circomboréal – Extrapophyte en Ontario ; très probablement naturalisé au Québec.

URTICACEAE

Urtica dioica L., var. *procera* (Muhl.) Wedd. – Amérique du Nord – Intrapophyte.

Urtica urens L. – Eurasie -- Vers 1830 -- Éphémérophyte. (z).

ARISTOLOCHIACEAE

Aristolochia Clematitis L. – Europe -- 1896 -- Éphémérophyte. (y).

**Aristolochia durior* Hill – Est des États-Unis -- 1941 -- Éphémérophyte. Cité par Stroud (1941) pour le comté de Wellington *sub nom.* *A. macrophylla* Lam. (y).

POLYGONACEAE

Fagopyrum sagittatum Gilib. – Asie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).

Fagopyrum tataricum (L.) Gaertn. – Asie -- XIX -- Éphémérophyte. (z).

Polygonella articulata (L.) Meisn. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.

Polygonum achoreum Blake – Ouest de l'Amérique du Nord ? -- XIX -- Époécophyte. (z).

Polygonum aviculare L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

Polygonum Carey Olney – Nord-est des États-Unis -- 1878 -- Éphémérophyte. (z).

**Polygonum cespitosum* Blume, var. *longisetum* (DeBruyn) Stewart – Asie -- 1956 -- Époécophyte : Toronto. La première mention pour la province appartient à Boivin (1966).(z).

Polygonum cilinode Michx. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.

Polygonum Convolvulus L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

Polygonum cuspidatum Sieb. & Zucc. – Asie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. Rare. (y).

Polygonum erectum L. – États-Unis -- XIX ? -- Époécophyte. (z).

Polygonum Hydro Piper L. – Circomboréal – Extrapophyte.

Polygonum lapathifolium L., var. *lapathifolium* – Circomboréal – Extrapophyte.

Polygonum orientale L. – Eurasie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).

Polygonum pensylvanicum L. – Est de l'Amérique du Nord. – Extrapophyte.

Polygonum Persicaria L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

Polygonum ramosissimum Michx. – Amérique du Nord – Extrapophyte. Rarement naturalisé à l'est de Kingston.

***Polygonum sachalinense* F. Schmidt – Asie -- 1941 -- Hémiagriophyte : village des Aulnaies, comté de L'Islet, + Trois-Pistoles, comté de Rivière-du-Loup. (y).

Polygonum sagittatum L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.

Polygonum scabrum Moench – Europe – 1888 -- Époécophyte. (z).

Rheum Rhaponticum L. – Eurasie -- XVIII ? -- Hémiagriophyte. (y).

Rumex Acetosa L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (y).

Rumex Acetosella L. – Europe -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).

Rumex crispus L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).

**Rumex dentatus* L. – Europe -- 1904 -- Éphémérophyte : Toronto. (z).

Rumex fennicus Murb. – Europe -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).

Rumex longifolius DC. – Europe -- XIX ? -- Époécophyte. (z).

Rumex maritimus L. – Circomboréal – Extrapophyte.

Rumex obtusifolius L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

**Rumex Patientia* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (y).

Rumex stenophyllus Led. – Europe -- XX -- Époécophyte. (y).

CHENOPODIACEAE

- Atriplex hortensis* L. - Asie -- XX -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (y).
- Atriplex patula* L. - Circomboréal - Extrapophyte.
- **Atriplex rosea* L. - Eurasie -- 1911 -- Époécophyte. Seulement deux stations connues dans la province au dire de Montgomery (1957). (z).
- Axyris amaranthoides* L. - Sibérie -- 1906 -- Éphémérophyte; probablement époécophyte près de la frontière manitobaine. (z).
- Chenopodium album* L. - Eurasie -- XVII -- Époécophyte. (z).
- Chenopodium ambrosioides* L. -- Amérique tropicale -- 1867 -- Éphémérophyte. (z).
- Chenopodium Bonus-Henricus* L. - Europe -- Vers 1870 -- Époécophyte. (Ontario); éphémérophyte (Québec). (y).
- Chenopodium Botrys* L. - Eurasie -- Vers 1850 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario; éphémérophyte à l'est de Kingston. (y).
- Chenopodium capitatum* (L.) Asch. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Chenopodium glaucum* L., var. *glaucum* - Europe -- Vers 1860 -- Époécophyte. (z).
- Chenopodium hybridum* L., var. *gigantospermum* (Aellen) Rouleau - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Chenopodium murale* L. - Europe -- 1924 -- Éphémérophyte. (z).
- **Chenopodium opulifolium* Schrad. - Europe -- 1904 -- Éphémérophyte: Toronto. La première citation canadienne appartient à Boivin (1966). (z).
- Chenopodium polyspermum* L., var. *acutifolium* (Sm.) Gaudin - Europe -- Vers 1930 -- Éphémérophyte. (z).
- Chenopodium rubrum* L. - Circomboréal - Extrapophyte. Cité par Dore (1961) pour Prescott.
- Chenopodium strictum* Roth, var. *glaucophyllum* (Aellen) Wahl - Europe -- XX -- Époécophyte. Très facilement confondu avec *C. album*. (z).
- Chenopodium urbicum* L. - Europe -- Vers 1860 -- Éphémérophyte. (z).
- Chenopodium Vulvaria* L. - Europe -- 1898 -- Éphémérophyte. (z).
- **Corispermum hyssopifolium* L. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Éphémérophyte (Québec); probablement époécophyte dans l'ouest de l'Ontario. (z).
- Cycloloma atriplicifolia* (Spreng.) Coult. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- Kochia Scoparia* (L.) Roth - Eurasie -- 1880 -- Époécophyte. (y et z).
- Monolepis Nuttalliana* (R. & S.) Greene - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- **Polycnemum arvense* L. - Europe -- 1940 -- Héliagriophyte?: près d'Amrior. Au dire de Senn (1941), il s'agit de la première récolte en Amérique du Nord. (z).
- Salsola Kali* L., var. *tenuifolia* Tausch - Eurasie -- 1904 -- Époécophyte. (z).

AMARANTHACEAE

- Acnida altissima* Riddell - États-Unis -- 1869 -- Éphémérophyte (Québec); héliagriophyte? (Ontario). (z).
- Amaranthus albus* L. - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1821 -- Époécophyte. (z).
- Amaranthus graecizans* L. - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1884 -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).
- Amaranthus hybridus* L., var. *hybridus* - Amérique tropicale -- XIX -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).

- Amaranthus hybridus* L., var. *cruentus* (L.) Moq. -- Asie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Amaranthus lividus L. -- Amérique tropicale -- 1890 -- Éphémérophyte. (z).
Amaranthus retroflexus L., var. *retroflexus* -- Amérique tropicale -- XVIII -- Époécophyte. (z).
 **Amaranthus retroflexus* L., var. *Powellii* (Watson) Boivin -- Amérique tropicale XX -- Époécophyte. (z). SHRD
 **Amaranthus spinosus* L. -- Amérique tropicale -- 1912 -- Éphémérophyte. (z).

NYCTAGINACEAE

- **Mirabilis hirsuta* (Pursh) MacM. -- Ouest de l'Amérique -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
Mirabilis nyctaginea (Michx.) MacM. -- Ouest de l'Amérique -- XIX -- Époécophyte (Ontario); éphémérophyte (Québec). (z).

AIZOACEAE

- Mollugo verticillata* L. -- Amérique tropicale -- XVIII -- Époécophyte. (z).

PORTULACACEAE

- **Portulaca grandiflora* Hook. -- Amérique du Sud -- 1948 -- Éphémérophyte. Cité par Montgomery (1948) pour le comté de Wentworth. (y).
Portulaca oleracea L. -- Europe -- XVII -- Époécophyte. (y).

CARYOPHYLLACEAE

- Agrostemma Githago* L. -- Europe -- XVIII -- Éphémérophyte. (z).
Arenaria serpyllifolia L. -- Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
Cerastium arvense L. -- Circomboréal -- Extrapophyte.
 **Cerastium semidecandrum* L. -- Europe -- 1909 -- Éphémérophyte : Poiret, comté de Lambton. (z).
Cerastium tomentosum L. -- Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + épocophyte. Rare. (y).
Cerastium vulgatum L. -- Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Dianthus Armeria L. -- Europe -- Vers 1880 -- Hémiagriophyte. (y).
Dianthus barbatus L. -- Europe -- XIX ? -- Hémiagriophyte + épocophyte. (y).
Dianthus deltoides L. -- Europe -- XX -- Hémiagriophyte. (y).
 **Dianthus plumarius* L. -- Europe -- 1954 -- Éphémérophyte : Rockliffe Park, Ottawa. (y).
 ***Gypsophila elegans* Bieb. -- Eurasie -- 1938 -- Éphémérophyte : Mont Royal. (y).
Gypsophila muralis L. -- Europe -- XX -- Éphémérophyte. (y).
Gypsophila paniculata L. -- Eurasie -- XX -- Éphémérophyte. (y).
 **Herniaria glabra* L. -- Europe -- 1956 -- Éphémérophyte ? : Ottawa. Seule localité au Canada selon Boivin (1966). (y).
Lychnis alba Mill. -- Eurasie -- 1880 -- Époécophyte. (z).
Lychnis chalconica L. -- Asie -- XX -- Hémiagriophyte + épocophyte. Rare. (y).
Lychnis Coronaria (L.) Desr. -- Europe -- XX -- Éphémérophyte. (y).
 **Lychnis dioica* L. -- Europe -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
Lychnis Flos-cuculi L. -- Europe -- 1867 -- Hémiagriophyte. (y).
Myosoton aquaticum (L.) Moench -- Europe -- 1894 -- Hémiagriophyte. (z).
Paronychia fastigiata (Raf.) Fern., var. *fastigiata* -- États-Unis -- 1962 -- Éphémérophyte ? Val-Royal et Canborough twp., comté d'Haldimand. Cette dernière station est rapportée par Cody (1970). (z).

- Sagina procumbens* L. - Amphi-atlantique - Extrapophyte.
Saponaria officinalis L. - Europe -- Début du XIX -- Hémigiophyte + époécophyte. (y).
Saponaria Vaccaria L. - Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
Scleranthus annuus L. - Europe -- 1867 -- Époécophyte. (z).
****Scleranthus perennis** L. - Europe -- 1962 -- Hémigiophyte : Baie Saint-Paul, comté de Charlevoix. Apparemment inconnu ailleurs sur notre continent. (Rousseau, 1968). (z).
Silene antirrhina L. - Amérique du Nord - Extrapophyte.
Silene Armeria L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte. Rare. (y).
Silene Cserei Baumg. - Europe -- 1949 -- Époécophyte ? L'on trouve peu de spécimens dans les herbiers mais, selon Fernald (1950) et Boivin (1968-69), cette plante se propage rapidement. (z).
Silene Cucubalus Wibel - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Silene dichotoma Ehrh. - Europe -- 1908 -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (z).
**Silene gallica* L. - Europe -- 1954 -- Éphémérophyte : Owen Sound, comté de Grey. La première mention pour la province appartient à Boivin (1966). (z).
****Silene nivea** (Nutt.) Otth - Est des États-Unis -- 1969 -- Hémigiophyte : ville de Québec. Nouveau pour le Canada. (z).
Silene noctiflora L. - Europe -- Début du XIX -- Époécophyte. (z).
Spergula arvensis L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Stellaria graminea L. - Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
Stellaria media (L.) Cyrill. - Europe -- XVII -- Époécophyte. (z).
****Stellaria palustris** Retz. - Europe -- XVIII ? -- Hémigiophyte : aux environs de la ville de Québec. (z).
**Tunica Saxifraga* (L.) Scop. - Europe -- 1886 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

RANUNCULACEAE

- Aconitum bicolor* Schultes - Europe -- XVIII - Hémigiophyte. (y).
****Aconitum Lycoctonum** L. - Europe -- 1930 -- Hémigiophyte : Montréal. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
Aconitum variegatum L. - Europe -- XX -- Hémigiophyte. Très rare. (y).
****Anemone ranunculoides** L. - Europe -- 1847 -- Holoagiophyte : Saint-Grégoire, comté d'Iberville. (y) ?
Aquilegia vulgaris L. - Eurasie -- XIX -- Hémigiophyte. (y).
**Clematis orientalis* L. - Asie -- 1901 -- Hémigiophyte à Rockwood, comté de Wellington ; selon Montgomery (1957), cette espèce aurait été récoltée à deux autres endroits dans la province. (y).
**Clematis recta* L. - Asie -- 1933 -- Éphémérophyte : Ottawa + Guelph. (y).
Clematis virginiana L. - Est de l'Amérique du Nord - Intrapophyte.
Clematis Viticella L. - Asie -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
Delphinium Ajacis L. - Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Nigella damascena L. - Eurasie -- 1894 -- Éphémérophyte quoiqu'il puisse persister pendant quelques années dans le sud-ouest de l'Ontario. (y).
Ranunculus acris L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémigiophyte. (z).
Ranunculus bulbosus L. - Europe -- XIX -- Époécophyte + hémigiophyte dans le sud-ouest de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).
****Ranunculus Ficaria** L., var. *bulbifera* Marsden - Jones - Europe -- 1932 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
Ranunculus repens L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémigiophyte. (z).

- **Ranunculus Sardous* Crantz – Europe -- 1854 -- Éphémérophyte : Kincardine, comté de Bruce. La première mention pour la province appartient à Boivin (1966). (z).

BERBERIDACEAE

- Berberis Thunbergii* DC. – Asie -- XX -- Hémigiophyte. Très rare. (y).
Berberis vulgaris L. – Europe -- Vers 1860 -- Hémigiophyte. (y).
Caulophyllum thalictroides (L.) Michx., var. *giganteum* Farw. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.

PARAVERACEAE

- **Argemone mexicana* L. – Amérique tropicale -- 1881 -- Éphémérophyte. Rare. (y).
Chelidonium majus L. – Eurasie -- 1821 -- Hémigiophyte + époécophyte. (y).
Fumaria officinalis L. – Europe -- Vers 1860 -- Époécophyte. (z).
Macleaya cordata (Willd.) R. Br. – Asie -- 1952 -- Hémigiophyte : Philipsburg, comté de Missisquoi, + Simcoe, comté de Norfolk. (y).
Papaver Rhoeas L. – Eurasie -- Vers 1880 -- Éphémérophyte. (y).
Papaver somniferum L. – Eurasie -- Vers 1880 -- Éphémérophyte. (y).

CAPPARIDACEAE

- Cleome serrulata* Pursh – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
 **Cleome spinosa* Jacq. – Amérique tropicale -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (y).

CRUCIFERAE

- Alliaria officinalis* Andrz. – Europe -- 1879 -- Époécophyte + hémigiophyte. (z).
Alyssum alyssoides L. – Europe -- XX -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).
 **Alyssum murale* Waldst. & Kit. – Europe -- 1947 -- Hémigiophyte : Port Franks, comté de Lambton + Rondeau Park, comté de Kent. (y).
 **Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh. – Europe -- 1913 -- Éphémérophyte. Rare. (z).
Arabis caucasica Willd. – Eurasie -- XX -- Éphémérophyte. (y).
Armoracia rusticana (Lam.) G.M. & S. – Europe -- 1850 -- Hémigiophyte. (y).
Barbarea vulgaris R. Br. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Bertero incana (L.) DC. – Europe -- 1893 -- Époécophyte. (z).
Brassica campestris L. – Eurasie -- XVIII -- Éphémérophyte. (y).
Brassica hirta Moench – Eurasie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Brassica juncea (L.) Coss. – Eurasie -- 1875 -- Époécophyte. (z).
Brassica Kaber (DC.) L.C. Wheeler – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Brassica nigra (L.) Koch – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + hémigiophyte. (y).
Brassica oleracea L. – Europe -- XX ? -- Éphémérophyte. (y).
 ***Bunias orientalis* L. – Eurasie -- 1943 -- Époécophyte. Cette plante n'est connue que de trois stations et en 1971, nous l'avons récoltée à la Grosse-Île, comté de Montmagny, où elle est connue depuis 1945. (z).
Camelina microcarpa Andrz. – Europe -- 1894 -- Époécophyte. (z).
Camelina sativa (L.) Crantz – Europe -- XX -- Éphémérophyte ? (z).
Capsella Bursa-pastoris (L.) Medic. – Europe -- XVII -- Époécophyte. (z).
Cardamine hirsuta L. – Europe -- XX -- Éphémérophyte. (z).

- Cardamine parviflora* L. - Circomboréal - Extrapophyte.
- Cardaria Draba* (L.) Desv., var. *Draba* - Eurasie -- 1878 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario; sûrement éphémérophyte à l'est de Kingston. (z).
- **Cardaria Draba* (L.) Desv., var. *repens* (Schrenk) O.E. Schulz - Eurasie -- 1949 -- Époécophyte. Comté de Norfolk + de Bruce selon Mulligan et Frankton (1962). (z).
- Conringia orientalis* (L.) Dum. - Eurasie -- 1898 -- Éphémérophyte. (z).
- ***Coronopus didymus* (L.) Sm. - Europe -- 1862 -- Éphémérophyte : Gaspé. (z).
- Descurainia pinnata* (Walt.) Britt., var. *brachycarpa* (Richards.) Fern. - Amérique du Nord - Extrapophyte. Cette espèce nous paraît naturalisée au Québec.
- Descurainia Richardsonii* (Sweet) O.E. Schulz - Amérique du Nord - Extrapophyte. Cette entité nous semble indigène exclusivement dans l'ouest de l'Ontario.
- Descurainia Sophia* (L.) Webb. - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- ***Diplotaxis erucoïdes* (L.) DC. - Europe -- 1904 -- Éphémérophyte : Gaspé + Laval. Inconnu ailleurs au Canada. (z).
- Diplotaxis muralis* (L.) DC. - Europe -- 1904 -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario et sur l'île de Montréal; éphémérophyte plus au nord et à l'est. (z).
- Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. - Europe -- 1898 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario; éphémérophyte au nord-est de Kingston. (z).
- Draba verna* L. - Europe -- 1865 -- Peut-être hémiagriophyte dans le sud de l'Ontario; sûrement éphémérophyte au nord-est de Kingston. (z).
- Eruca sativa* Mill., var. *sativa* - Europe -- 1907 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz - Europe -- 1924 -- Époécophyte. (z).
- Erysimum asperum* (Nutt.) D.C., var. *asperum* - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Erysimum cheiranthoides* L. - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Erysimum hieraciifolium* L. - Eurasie -- 1941 -- Époécophyte. Une introduction récente qui pourrait devenir une mauvaise herbe nuisible à notre agriculture. (z).
- Erysimum inconspicuum* (Watson) Mac M., var. *inconspicuum* - Amérique du Nord - Extrapophyte. Cette espèce nous semble indigène exclusivement dans l'ouest de l'Ontario.
- **Erysimum repandum* L. - Eurasie -- 1914 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Hesperis matronalis* L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Iberis amara* L. - Europe -- XX -- Éphémérophyte -- Très rare. (y).
- ***Iberis umbellata* L. - Europe -- 1941 -- Éphémérophyte Gatineau + Côteau-du-Lac, comté de Soulanges. (y).
- Isatis tinctoria* L. - Europe -- 1924 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Lepidium Bourgeauanum* Thell. - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1923 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Lepidium campestre* (L.) R. Br. - Europe -- 1870 -- Époécophyte. (z).
- Lepidium densiflorum* Schrad. - Sud des États-Unis ? -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- ***Lepidium latifolium* L. - Europe -- 1934 -- Époécophyte : ville de Québec. Aussi connu de Lethbridge, Alberta. (z).
- **Lepidium perfoliatum* L. - Europe -- 1952 -- Époécophyte : près de la ligne de démarcation entre les comtés d'York et Ontario. Il s'agit là de la seule localité pour la province au dire de Montgomery (1957). (z).

- Lepidium ramosissimum* Nels. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte ? Très rare. (z).
- Lepidium ruderale* L. - Europe -- Vers 1875 -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario + sur l'île de Montréal ; éphémérophyte plus au nord et à l'est. (z).
- Lepidium sativum* L. - Eurasie -- 1882 -- Éphémérophyte. (y).
- Lepidium virginicum* L. - États-Unis -- XIX -- Époécophyte. (z).
- Lobularia maritima* (L.) Desf. - Europe -- 1896 -- Éphémérophyte. (y).
- Lunaria annua* L. - Europe -- 1891 -- Éphémérophyte. (y).
- **Malcolmia maritima* R.Br. - Europe -- 1897 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
- **Matthiola bicornis* DC. - Grèce -- 1914 -- Éphémérophyte. (y).
- ***Myagrum perfoliatum* L. - Eurasie -- 1895 -- Éphémérophyte : ville de Québec. Il s'agit de la seule station canadienne selon Boivin (1966). La première mention appartient à J.M. Macoun (1898). (z).
- Nasturtium officinale* R. Br. - Eurasie -- XVIII -- Hémiagriophyte. (y).
- Neslia paniculata* (L.) Desv. - Eurasie -- Vers 1880 -- Époécophyte. (z).
- Raphanus Raphanistrum* L. - Eurasie -- Vers 1875 -- Époécophyte à l'est du lac Saint-Pierre ; éphémérophyte plus à l'ouest. (z).
- Raphanus sativus* L. - Eurasie -- XVIII -- Éphémérophyte. (y).
- Rapistrum rugosum* (L.) All. - Eurasie -- 1932 -- Éphémérophyte. Nous ne lui connaissons présentement que trois stations. (z).
- ***Rorippa amphibia* (L.) Bess. - Europe -- Vers 1900 -- Holoagriophyte. (z).
- Rorippa islandica* (Oeder) Borbas - Circomboréal - Intrapophyte.
- ***Rorippa X. subglobosa* Borbas - Europe -- 1932 -- Hémiagriophyte : Saint-Ours, comté de Richelieu. (z).
- Rorippa sylvestris* (L.) Bess. - Eurasie -- 1897 -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Sisymbrium altissimum* L. - Eurasie -- 1903 -- Époécophyte. (z).
- Sisymbrium Loesellii* L. - Eurasie -- 1934 -- Époécophyte. Rare. (z).
- Sisymbrium officinale* (L.) Scop. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Thlaspi arvense* L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

RESEDACEAE

- Reseda alba* L. - Europe - 1900 - Éphémérophyte. Rare. (z).
- **Reseda lutea* L. - Europe -- 1916 -- Éphémérophyte. Rare. (z).

CRASSULACEAE

- Sedum acre* L. - Eurasie -- Vers 1860 -- Hémiagriophyte. (y).
- Sedum hispanicum* L. - Eurasie -- 1964 -- Hémiagriophyte. Ottawa + Bromptonville, comté de Richmond. (y).
- ***Sedum hybridum* L. - Asie -- 1956 -- Hémiagriophyte ? Saint-Sauveur-des-Monts, comté de Terrebonne. (y).
- ***Sedum rupestre* L. - Europe -- 1964 -- Hémiagriophyte : Sainte-Clotilde, comté de Châteauguay. Première récolte pour le Québec. (y).
- Sedum sarmentosum* Bunge - Asie -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
- Sedum spurium* Bieb. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Seulement trois localités connues et citées par Cody (1967). (y).
- Sedum Telephium* L. - Eurasie -- Début du XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).

SAXIFRAGACEAE

- ***Philadelphus coronarius* L. - Europe -- 1956 -- Hémiagriophyte : Rock Forest, comté de Sherbrooke. (y).
- Ribes nigrum* L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
- Ribes sativum* Syme - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).

ROSACEAE

- Alchemilla vulgaris* L. *sensu amplo*. Il s'agit d'un groupe d'espèces indigènes et introduites d'Eurasie.
- ***Aruncus sylvester* Kost. - Eurasie et ouest de l'Amérique du Nord -- 1964 -- Héliagriophyte : Knowlton, comté de Brome, + Sweetsburg, comté de Missisquoi. (y).
- **Cotoneaster acutifolia* Turcz. - Asie -- XX -- Héliagriophyte. Rare. (y).
- Crataegus monogyna* Jacq. - Eurasie - XIX -- Héliagriophyte. (y).
- **Cydonia oblonga* Mill. - Asie -- XX -- Héliagriophyte : Aylmer, comté d'Elgin. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- **Filipendula hexapetala* Gilib. - Eurasie -- 1963 -- Héliagriophyte ? : Toronto. (y).
- Filipendula rubra* (Hill) Rob. - États-Unis -- XX -- Époécophyte. (y).
- Filipendula Ulmaria* (L.) Max. - Eurasie -- XIX -- Héliagriophyte + époécophyte. (y).
- Fragaria virginiana* Duchesne - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Potentilla Anserina* L., var. *Anserina* - Circomboréal - Intrapophyte.
- Potentilla argentea* L. - Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte. (z).
- Potentilla arguta* Pursh - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Potentilla canadensis* L. - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Potentilla gracilis* Dougl., var. *gracilis* - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Héliagriophyte. (z).
- Potentilla Hippiana* Lehm., var. *Hippiana* - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Héliagriophyte. (z).
- Potentilla intermedia* L., var. *intermedia* - Europe -- XX -- Époécophyte. (z).
- Potentilla intermedia* L., var. *canescens* Rupr. - Europe -- XX -- Époécophyte. (z).
- Potentilla norvegica* L. - Circomboréal - Intrapophyte.
- Potentilla pensylvanica* L., var. *atrovirens* (Rydb.) Th. Wolf - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte ? Au Québec, cette espèce n'a été récoltée que deux fois et n'a pas été retrouvée depuis 1932. (z).
- Potentilla recta* L. - Europe - 1887 - Époécophyte. (z).
- **Potentilla reptans* L. - Eurasie -- XX -- Époécophyte. (z).
- ***Potentilla thuringiaca* Bernh. - Europe -- 1965 -- Époécophyte + héliagriophyte : Sillery + Sainte-Foy, comté de Québec. Seules localités en Amérique du Nord au dire de Cayouette (1966). (z).
- **Potentilla verna* L. - Europe -- 1952 -- Époécophyte : Toronto. Inconnu ailleurs au Canada selon Boivin (1956). (z).
- Prunus Avium* L. - Eurasie -- XIX -- Héliagriophyte. (y).
- Prunus Cerasus* L. - Asie -- XIX -- Héliagriophyte. (y).
- Prunus X. domestica* L. - Europe -- 1886 -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus X. domestica* L., nm. *insititia* (L.) Boivin - Europe -- 1892 -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus Mahaleb* L. - Europe -- 1895 -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus Padus* L. - Europe -- XX -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus Persica* (L.) Batsch. - Asie -- XX -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus spinosa* L. - Europe -- XX -- Héliagriophyte. (y).
- **Prunus tomentosa* Thunb. - Asie -- 1953 -- Héliagriophyte : Saint-Thomas, comté d'Elgin. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- Pyrus Aucuparia* (L.) Gaertner, var. *Aucuparia* - Europe -- XIX -- Héliagriophyte. (y).
- Pyrus Malus* L. - Eurasie -- XIX -- Héliagriophyte. (y).
- **Rosa canina* L.,- var. *dumetorum* Baker - Europe -- XX -- Héliagriophyte. (y).

- **Rosa X. centifolia* L. – Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. (y).
Rosa cinnamomea L. – Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Rosa Eglantheria L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Rosa micrantha Sm. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Rosa rugosa Thunb. – Asie -- XX -- Hémiagriophyte. (y).
 **Rosa spinosissima* L. – Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. (y).
Rubus idaeus L., var. *aculeatissimus* Regel & Tiling – Circomboréal – Intrapophyte.
 **Sanguisorba annua* Nutt. – Sud des États-Unis -- 1928 -- Époécophyte. (z).
 **Sanguisorba minor* Scop. – Eurasie -- 1892 -- Époécophyte. (z).
Sorbaria sorbifolia (L.) Braun – Asie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
Spiraea latifolia (Ait.) Borkh. – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.
Spiraea tomentosa L. – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.

LEGUMINOSAE

- ***Amorpha fruticosa* L., var. *fruticosa* – États-Unis -- 1943 -- Hémiagriophyte : Grosse-Ile, comté de Montmagny. Seule localité connue au Canada selon Boivin (1966). (y).
 ***Amorpha fruticosa* L., var. *angustifolia* Pursh – Centre et ouest de l'Amérique du Nord -- 1958 -- Hémiagriophyte : Vaudreuil. (y).
Anthyllis Vulneraria L. – Europe -- 1897 -- Éphémérophyte. (y).
 ***Caragana arborescens* Lam. – Asie -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).
 **Cicer arietinum* L. – Asie -- 1891 -- Éphémérophyte : Wingham, comté d'Huron. (y).
Coronilla varia L. – Eurasie -- XX -- Éphémérophyte. (z).
 **Galega officinalis* L. – Eurasie -- 1953 -- Hémiagriophyte : Toronto. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
 ***Genista tinctoria* L. – Europe -- 1959 -- Hémiagriophyte : Ayers Cliff, comté de Stanstead, et Oka, comté des Deux-Montagnes. Seules stations connues au Canada. (y).
Gleditsia triacanthos L. – États-Unis – Extrapophyte. Selon Fox et Soper (1953), cette espèce ne serait indigène au Canada que dans la région de Pointe Pelée.
 + ***Glycine Max* (L.) Merr. – Est de l'Asie -- 1970 -- Éphémérophyte. Nouveau pour le Canada, (y).
 **Glycyrrhiza lepidota* Pursh, var. *lepidota* – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Hémiagriophyte à Erié, comté de Welland, + le long de la rivière Rainy. (z).
 **Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch – Amérique du Nord – Extrapophyte.
Lathyrus latifolius L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
 **Lathyrus odoratus* L. – Europe -- 1948 -- Éphémérophyte : Ottawa. (y).
Lathyrus pratensis L. – Eurasie -- 1870 -- Époécophyte. (z).
 ***Lathyrus sativus* L. – Europe -- 1928 -- Éphémérophyte : La Pocatière, comté de Kamouraska. (y).
Lathyrus sylvestris L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
Lathyrus tuberosus L. – Eurasie -- XX -- Époécophyte. Rare. (y).
Lens culinaris Med. – Europe -- 1901 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
Lotus corniculatus L. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
Lotus uliginosus Schkuhr – Europe -- 1870 -- Époécophyte. (z).
Lupinus polyphyllus Lindl. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Medicago falcata L., var. *falcata* – Europe -- XX -- Éphémérophyte. (y).
Medicago hispida Gaertner – Europe -- Vers 1880 -- Éphémérophyte. (y).

- **Medicago laciniata* Mill. – Europe -- 1904 -- Éphémérophyte : Toronto. Seule localité canadienne selon Boivin (1966). (z).
Medicago lupulina L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Medicago sativa L. – Europe -- XIX -- Époécophyte au moins pendant quelques années. (y).
Melilotus alba Desr. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (y).
 **Melilotus altissima* Thuill. – Eurasie -- 1940 -- Éphémérophyte : Bridgeport, comté de Waterloo. Unique station connue dans la province au dire de Montgomery (1957). (z).
Melilotus officinalis (L.) Lam. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (y).
Onobrychis viciifolia Scop. – Europe -- 1886 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
 **Phaseolus coccineus* L. – Amérique tropicale -- 1905 -- Éphémérophyte : Ottawa. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
Pisum sativum L. – Eurasie -- XVII -- Éphémérophyte. (y).
Robinia Pseudoacacia L. – États-Unis -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Robinia viscosa Vent. – Est des États-Unis -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Trifolium agrarium L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
Trifolium arvense L. – Eurasie -- 1814 -- Époécophyte. (z).
 **Trifolium dubium* Sibth – Europe -- 1902 -- Éphémérophyte : Galt, comté de Waterloo. Selon Montgomery (1957), cette espèce n'est connue pour la province que par un seul spécimen d'herbier. (z).
Trifolium hybridum L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (y).
 **Trifolium incarnatum* L., var. *elatius* Gibelli & Belli – Europe -- Vers 1890 -- Époécophyte. (y).
Trifolium medium L. – Europe -- XX -- Éphémérophyte ? Très rare. (y).
Trifolium pratense L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (y).
Trifolium procumbens L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
Trifolium repens L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (y).
 **Trigonella coerulea* (L.) Ser. – Europe -- 1949 -- Éphémérophyte. Cité par Groh et Frankton (1949) pour Ottawa. (y).
 **Trigonella corniculata* L. – Europe -- 1904 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
Vicia Cracca L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
 ***Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray – Europe -- XIX -- Époécophyte. Rare. (z).
Vicia sativa L., var. *sativa* – Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
Vicia sativa L., var. *angustifolia* (Reichard) Wahl – Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
Vicia sepium L. – Europe -- 1893 -- Époécophyte. (z).
Vicia tetrasperma (L.) Moench – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Vicia villosa Roth – Europe -- 1901 -- Époécophyte au moins dans le sud-ouest de l'Ontario ; très probablement éphémérophyte ailleurs. (z).

LINACEAE

- Linum catharticum* L. – Europe -- 1903 -- Hémiagriophyte. Rare. (z).
 **Linum perenne* L., var. *perenne* – Eurasie -- 1949 -- Époécophyte. Kingston + Puslinch, comté de Wellington. (y).
 **Linum perenne* L., var. *austriacum* (L.) Schiede – Europe -- XX -- Éphémérophyte ? Récolté et cité par Montgomery (1957) pour Hespeler et Dundas, comté de Waterloo. (y).

Linum perenne L., var. *Lewisii* (Pursh) Eaton & Wright – Centre et ouest de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice à Nomingue, comté de Labelle.

Linum usitatissimum L. – Europe -- XVII -- Époécophyte. (y).

OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte et quelquefois hémagriophyte. (z).

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. – Europe -- Vers 1860 -- Époécophyte et quelquefois hémagriophyte. (z).

Erodium moschatum (L.) L'Hér., var. *praecox* Lange – Europe -- 1900 -- Éphémérophyte. (z).

Geranium Bicknellii Britton – Amérique du Nord – Intrapophyte.

Geranium molle L. – Eurasie -- 1937 -- Éphémérophyte. Nous ne lui connaissons que trois stations. (z).

Geranium pratense L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte et quelquefois hémagriophyte. (y).

Geranium pusillum L. – Europe -- 1864 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario; très probablement éphémérophyte au Québec où il ne fut récolté que deux fois. (z).

Geranium pyrenaicum Burn. f. – Europe -- 1930 -- Éphémérophyte. Région de la ville de Québec + Ottawa. (z).

Geranium sylvaticum L. – Europe -- 1952 -- Hémagriophyte : Sainte-Foy, comté de Québec. Seule localité connue au Canada et peut-être sur notre continent d'après Rousseau (1968). (y).

ZYGOPHYLLACEAE

**Tribulus terrestris* L. – Europe -- 1927 -- Éphémérophyte. Kincardine, comté de Bruce, est la seule localité citée par Montgomery (1957). (z).

RUTACEAE

Ptelea trifoliata L. – Amérique du Nord – Extrapophyte. Naturalisé au Québec.

**Ruta graveolens* L. – Europe -- 1937 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).

SIMAROUBACEAE

**Ailanthus altissima* (Miller) Swingle – Asie -- XIX -- Hémagriophyte. Rare. (y).

POLYGALACEAE

Polygala sanguinea L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Naturalisé au Québec.

Polygala verticillata L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice au Québec.

EUPHORBIACEAE

Acalypha rhomboidea Raf., var. *rhomboidea* – Nord-est de l'Amérique – Extrapophyte.

**Croton capitatus* Michx. – États-Unis -- 1901 -- Éphémérophyte. Queenston Heights, comté de Lincoln. Seule localité connue au Canada selon Boivin (1966). (z).

Euphorbia Cyparissias L. – Eurasie -- XIX -- Hémagriophyte + époécophyte. (y).

**Euphorbia dentata* Michx. – États-Unis -- 1938 -- Éphémérophyte. (z).

Euphorbia Esula L. - Eurasie -- 1889 -- Époécophyte. (z).

**Euphorbia exigua* L. - Eurasie -- 1893 -- Éphémérophyte : Ottawa + Lobo Township, comté de Middlesex. (z).

Euphorbia Helioscopia L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

**Euphorbia marginata* Pursh - États-Unis -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).

Euphorbia Peplus L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).

Euphorbia platyphyllos L. - Europe -- XIX -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).

**Euphorbia serpens* HBK. - États-Unis -- XIX -- Très probablement époécophyte mais restreint au sud-ouest de la province. (z).

Euphorbia serpyllifolia Pers. - Ouest de l'Amérique du Nord + États-Unis -- XIX ? -- Époécophyte. (z).

Euphorbia supina Raf., var. *supina* - Amérique du Nord - Extrapophyte. Naturalisé au Québec.

Euphorbia vermiculata Raf. - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte.

Mercurialis annua L. - Europe -- 1890 -- Éphémérophyte. Récolté une ou deux fois dans chacune des deux provinces. (z).

CALLITRICHACEAE

***Callitriche stagnalis* Scop. - Europe -- 1931 -- Hémiagriophyte. Région de la ville de Québec. (z).

CELASTRACEAE

***Celastrus orbiculatus* Thunb. - Asie orientale -- 1937 -- Hémiagriophyte : Mont Royal. Seule localité présentement connue au Canada. (y).

Euonymus europaeus L. - Europe -- 1903 -- Hémiagriophyte. Récolté à Westmount, sur l'île de Montréal, et cité par Montgomery (1957) pour Guelph. (y).

ACERACEAE

**Acer Ginnala* Max. - Eurasie -- 1954 -- Hémiagriophyte : Ottawa. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).

Acer Negundo L. - Amérique du Nord - Extrapophyte. Probablement indigène dans l'ouest de l'Ontario mais sûrement introduit plus vers l'est.

HIPPOCASTANACEAE

Aesculus Hippocastanum L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).

BALSAMINACEAE

Impatiens glandulifera Royle - Asie -- 1939 -- Hémiagriophyte. Rare. (y).

***Impatiens parviflora* DC. - Eurasie -- 1939 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

RHAMNACEAE

Rhamnus cathartica L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).

Rhamnus Frangula L. - Eurasie -- 1898 -- Hémiagriophyte + holoagriophyte. (y).

TILIACEAE

Tilia europaea L. - Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

Tilia platyphyllos Scop. - Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

MALVACEAE

Abutilon Theophrasti Medic. - Inde -- Début du XIX -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario ; éphémérophyte au Québec. (z).

Athaea officinalis L. - Europe -- 1926 -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

Athaea rosea Cav. - Eurasie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).

- **Anoda cristata* (L.) Schlecht. – Amérique subtropicale -- 1897 -- Éphémérophyte. Récolté seulement deux fois selon Montgomery (1957).(y).
Hibiscus Trionum L. – Europe -- Vers 1860 -- Époécophyte dans le sud-ouest de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (y).
Lavatera thuringiaca L. – Europe -- 1930 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
 ***Malva Alcea* L. – Europe -- 1943 -- Époécophyte : Jersey Mills, comté de Beauce, Saint-Valère, comté d'Arthabaska, et Grosse-Ile, comté de Montmagny. La première mention pour la province appartient à Boivin (1966). (y).
Malva moschata L. – Europe -- Début du XIX -- Époécophyte. (y).
Malva neglecta Wallr. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
 ***Malva parviflora* L. – Europe -- 1929 -- Éphémérophyte ? Très rare. (z).
Malva rotundifolia L. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
Malva sylvestris L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte dans le sud de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).
Malva verticillata L. – Eurasie -- Vers 1880 -- Éphémérophyte. (z).
 **Sida spinosa* L. – Tropiques -- 1931 -- Époécophyte. Nous avons vu les trois spécimens mentionnés par Montgomery (1957). En 1971, nous l'avons trouvé en bordure de champs en culture sur l'île Pelée. (z).

GUTTIFERAE

- Hypericum gentianoides* (L.) BSP. – Est de l'Amérique du Nord. – Extrapophyte. Très probablement adventice au Québec où il ne fut récolté qu'une fois à Hull, en 1894. Ce taxon est connu de trois localités dans le sud-ouest de l'Ontario et il n'a pas été retrouvé depuis 1901.
Hypericum perforatum L. – Europe -- XVIII – Époécophyte. (z).

VIOLACEAE

- Viola arvensis* Murr. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
Viola odorata L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Viola tricolor L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (y).

THYMELAEACEAE

- Daphne Mezereum* L. – Eurasie -- XIX -- Holoagriophyte. Spécialement connu sur le mont Royal depuis au moins un siècle. Voir J. Macoun (1886). (y).

ELAEAGNACEAE

- **Elaeagnus angustifolia* L. – Eurasie -- 1953 -- Héliagriophyte. Comtés de Middlesex et Lincoln.

LYTHRACEAE

- Lythrum Salicaria* L. – Eurasie -- Début du XIX -- Héliagriophyte. (z).

ONAGRACEAE

- Epilobium glandulosum* Lehm. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
Epilobium glandulosum Lehm. – Amérique du Nord – Intropophyte.
Epilobium hirsutum L. – Eurasie -- 1891 -- Héliagriophyte. (z).
Epilobium paniculatum Nutt. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte ? (z).
 **Gaura coccinea* (Nutt.) Pursh, var. *coccinea* – Ouest de l'Amérique du Nord -- 1903 -- Éphémérophyte ? Très rare. (z).
 ***Godetia amoena* Don – Ouest des États-Unis -- 1968 -- Éphémérophyte : Sainte-Foy. Première mention pour le Canada. (y).
Oenothera biennis L. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
 **Oenothera laciniata* Hill, var. *laciniata* – États-Unis -- 1929 -- Éphémérophyte. (z).

- Oenothera perennis* L. – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.
Oenothera pilosella Raf. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Naturalisé dans les comtés de Saint-Jean et Huntingdon, Québec.
 **Oenothera tetragona* Roth., var. *tetragona* – États-Unis -- XX -- Hémigiophyte ? La première mention pour la province appartient à Boivin (1966). (z).

ARALIACEAE

- **Aralia spinosa* L. – États-Unis -- 1898 -- Hémigiophyte. (y).

UMBELLIFERAE

- Aegopodium Podagraria* L. – Eurasie -- 1918 -- Époécophyte. (y).
 ***Aethusa Cynapium* L. – Europe -- 1911 -- Éphémérophite. (z).
Anethum graveolens L. – Asie -- XX -- Éphémérophite.(y).
Angelica atropurpurea L. – Est de l'Amérique du Nord – Intrapophyte.
 ***Anthriscus Cerefolium* (L.) Hoffm. – Europe -- 1904 -- Éphémérophite. (y).
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm. – Europe -- 1879 -- Époécophyte. (z).
Carum Carvi L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (y).
Conium maculatum L. – Eurasie -- 1832 -- Époécophyte mais parfois hémigiophyte. (z).
Coriandrum sativum L. – Europe -- 1878 -- Éphémérophite. (y).
Daucus Carota L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Eryngium planum L. – Eurasie -- XX -- Très probablement éphémérophite quoiqu'il prendrait de l'expansion à la Ferme Expérimentale Centrale, Ottawa. Voir Montgomery (1957). Rare. (y).
Foeniculum vulgare Mill. – Europe -- XX -- Éphémérophite. Selon Montgomery (1957), il n'a été récolté qu'à proximité de Port Franks, comté de Lambton, et dans le parc de Niagara. (y).
Heracleum lanatum Michx. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
Heracleum Sphondylium L. – Eurasie -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
Levisticum officinale W.D.J. Koch – Europe -- 1898 -- Éphémérophite. Très rare. (y).
 **Myrrhis odorata* (L.) Scop. – Europe -- 1950 -- Hémigiophyte : Saint-Thomas, comté d'Elgin. La première mention pour le Canada appartient à Boivin (1966). (y).
Pastinaca sativa L. – Eurasie -- XVII -- Époécophyte. (z).
Pimpinella Saxifraga L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. Rare. (z).
 **Scandix Pecten-Veneris* L. – Europe -- 1893 -- Éphémérophite : Kingston. Seule localité dans la province au dire de Montgomery (1957). (z).
Torilis japonica (Houtt.) DC. – Eurasie -- XX -- Époécophyte mais très rare dans le sud-ouest de l'Ontario ; éphémérophite ailleurs. (z).
Zizia aptera (Gray) Fern. – Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice au Québec où il fut récolté à Nominique, comté de Labelle, et à Chertsey, comté de Montcalm.
Zizia aurea (L.) W.D.J. Koch – Amérique du Nord – Extrapophyte.

PRIMULACEAE

- Anagallis arvensis* L. – Eurasie – XIX -- Époécophyte. (z).
 ***Lysimachia clethroides* Duby – Asie -- 1964 -- Éphémérophite : Sillery, banlieue de la ville de Québec. (y).
Lysimachia Nummularia L. – Europe -- Vers 1870 -- Hémigiophyte. (y).
Lysimachia punctata L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (y).
Lysimachia vulgaris L., var. *vulgaris* – Eurasie -- XX -- Hémigiophyte. Rare. (y).

- ***Primula veris* L. – Europe -- 1954 -- Héliagriophyte : Ulverton, comté de Richmond. (y).

PLUMBAGINACEAE

- **Limonium vulgare* Mill. – Eurasie -- 1951 -- Héliagriophyte : Lansing, comté d'York. (y).

OLEACEAE

- **Forsythia viridissima* Lindl. – Asie -- 1952 -- Héliagriophyte : comté de Middlesex. (y).
 **Ligustrum vulgare* L. – Europe -- XIX -- Héliagriophyte. (y).
Syringa vulgaris L. – Europe -- XIX -- Héliagriophyte. (y).

GENTIANACEAE

- Centaurium umbellatum* Gilib. – Eurasie -- 1926 -- Éphémérophyte ? Nous avons vu un spécimen pour le Québec et Montgomery (1957) en cite deux pour l'Ontario. (z).

APOCYNACEAE

- Apocynum androsaemifolium* L., var. *incanum* A. DC. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
Apocynum cannabinum L. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
Vinca minor L. – Europe -- XIX -- Héliagriophyte + époécophyte. (y).

ASCLEPIADACEAE

- Asclepias syriaca* L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.
 **Vincetoxicum medium* (R.Br.) Dcne. – Amérique tropicale -- 1889 -- Héliagriophyte + époécophyte. (y ?).
Vincetoxicum nigrum (L.) Moench – Europe -- 1900 -- Héliagriophyte + époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). Rare. (y).

CONVOLVULACEAE

- Convolvulus arvensis* L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Convolvulus Japonicus Thunb. – Asie -- XX -- Époécophyte ? (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). Nous avons vu un spécimen pour le Québec et Montgomery (1957) en cite deux pour l'Ontario. (y).
Convolvulus sepium L. – Circomboréal – Intrapophyte.
Cuscuta Epilinum Weihe – Europe -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
 **Cuscuta Epithimum* Murr. – Europe -- 1897 -- Éphémérophyte. Rare. (z).
 **Ipomoea hederacea* (L.) Jacq., var. *hederacea* – Amérique tropicale -- 1945 -- Éphémérophyte. Saint-Paul, comté de Perth, et Ottawa-Ouest. (z).
Ipomoea purpurea (L.) Roth – Amérique tropicale -- 1886 -- Éphémérophyte. (y).

POLEMONIACEAE

- Collomia linearis* Nutt. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Époécophyte + héliagriophyte. (z).
 **Gilia rubra* (L.) Heller – Sud des États-Unis -- 1888 -- Port Dover, comté de Norfolk. Éphémérophyte. La première et seule mention pour le Canada appartient à Boivin (1966). (y).
Phlox maculata L., var. *maculata* – Est des États-Unis -- 1892 -- Éphémérophyte. (z).
Phlox paniculata L. – États-Unis -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
Phlox subulata L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice sauf dans le sud-ouest de l'Ontario.

- ***Polemonium caeruleum* L. – Eurasie -- 1904 -- Éphémérophyte. Gaspé est la seule localité que nous lui connaissons. (y).
Polemonium reptans L. – États-Unis -- 1936 -- Hémiagriophyte : London + Montréal. (z).

HYDROPHYLLACEAE

- **Phacelia tanacetifolia* Benth. – Ouest des États-Unis -- 1897 -- Éphémérophyte : Don Valley, comté d'York. (y).

BORAGINACEAE

- **Asperugo procumbens* L. – Eurasie -- 1883 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
Borago officinalis L. – Europe -- 1884 -- Éphémérophyte. (y).
Cynoglossum officinale L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Echium vulgare L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Lappula echinata Gilib. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
**Lithospermum arvense* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte dans le sud de la province. (z).
Lithospermum officinale L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
Lycopsis arvensis L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte (Québec) ; éphémérophyte (Ontario). (z).
Myosotis arvensis (L.) Hill – Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
**Myosotis discolor* Pers. – Europe -- 1946 -- Éphémérophyte : Ottawa. (z).
Myosotis scorpioides L. – Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
Myosotis stricta Link – Eurasie -- XX -- Époécophyte. (z).
Myosotis sylvatica Hoffm. – Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
**Omphalodes linifolia* Moench – Europe -- 1923 -- Éphémérophyte : Ottawa. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
***Omphalodes verna* Moench – Europe -- 1953 -- Éphémérophyte : ville de Québec. Inconnu ailleurs au Canada selon Boivin (1966). (y).
Symphytum asperum Lepechin – Eurasie -- XX -- Époécophyte. (y).
Symphytum officinale L. – Eurasie -- XVII -- Époécophyte. (y).

VERBENACEAE

- **Verbena bracteata* Lag. & Rodr. – Centre de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Naturalisé à Prescott d'après Dore (1961).
Verbena hastata L. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
Verbena stricta Vent. – Centre de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Naturalisé dans le sud-ouest du Québec.
Verbena urticifolia L., var. *urticifolia* – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.

LABIATAE

- Agastache Foeniculum* (Pursh) Ktze. – Ouest de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Cette espèce n'est peut-être indigène que dans l'ouest de l'Ontario.
Ajuga reptans L. – Eurasie -- Vers 1880 -- Hémiagriophyte. (y).
**Ballota nigra* L. – Eurasie -- 1890 -- Éphémérophyte : London. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
Dracocephalum parviflorum Nutt. – Amérique du Nord – Extrapophyte. Cette entité n'est probablement indigène que dans l'ouest de l'Ontario.
Dracocephalum thymiflorum L. – Europe -- 1931 -- Époécophyte ? Nouveau pour le Québec où il fut récolté deux fois, en 1969, près de Saint-Jérôme, comté de Lac Saint-Jean. (z).
Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hyl. – Asie -- XX -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

- ***Galeopsis Ladanum* L., var. *Ladanum* – Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte : Grosse-Ile, comté de Montmagny. (z).**
- ***Galeopsis speciosa* Mill. – Eurasie -- 1934 -- Époécophyte. Connu que de trois localités. (z).**
- Galeopsis Tetrahit* L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Glechoma hederacea* L. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Hyssopus officinalis* L. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte au moins pendant quelques années ; comme il n'est maintenant plus cultivé, il est devenu très difficile de déterminer son statut actuel. (y).
- Lamium album* L. – Eurasie -- Vers 1860 -- Époécophyte. Très rare. (z).
- Lamium amplexicaule* L. – Eurasie -- Vers 1860 -- Époécophyte. (z).
- Lamium maculatum* L. – Eurasie -- Vers 1890 -- Époécophyte + hémiagriophyte. Rare. (z).
- Lamium purpureum* L. – Eurasie -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
- Leonurus Cardiacæ* L., var. *Cardiacæ* – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Leonurus sibiricus* L. – Eurasie -- 1904 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Lycopus americanus* Muhl. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
- Lycopus asper* Greene – Ouest de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Vers le nord-est, indigène jusqu'à la baie James.
- Lycopus europæus* L. – Europe -- XX -- Hémiagriophyte. (z).
- Marrubium vulgare* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (y).
- **Melissa officinalis* L. – Asie -- XIX -- Éphémérophyte. (y).**
- Mentha cardiaca* Baker – Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (z).
- Mentha citrata* Ehrh. – Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
- Mentha gentilis* L. – Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (z).
- Mentha longifolia* (L.) Hudson, var. *mollissima* (Borkh.) Rouy – Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
- Mentha piperita* L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte. (y).
- **Mentha rotundifolia* (L.) Hudson – Europe -- 1900 -- Hémiagriophyte ? Rare. (y).**
- Mentha spicata* L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Monarda didyma* L. – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Selon Fernald (1950), cette plante serait échappée de culture au Québec.
- Nepeta Cataria* L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (y).
- ***Nepeta grandiflora* Bieb. – Eurasie -- 1914 -- Époécophyte. Récolté deux fois sur le mont Royal : par C.H. Bissell (GH, specimen vu par H.J. Scoggan) et en 1959, par C. Gervais et P. Lavigne (QFA). (y).**
- Origanum vulgare* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (y).
- Prunella vulgaris* L. – Circomboréal – Intrapophyte.
- Pycnanthemum tenuifolium* Schrader – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice au Québec où il ne fut récolté qu'une seule fois, en 1927.
- Pycnanthemum verticillatum* (Michx.) Pers. – États-Unis -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
- **Salvia nemorosa* L. – Europe -- Début du XX -- Époécophyte + hémiagriophyte dans le sud de l'Ontario. (y).**
- ***Salvia officinalis* L. – Europe -- 1927 -- Éphémérophyte : Outremont. (y).**
- **Salvia pratensis* L. – Europe -- 1936 -- Éphémérophyte : comté de Waterloo. Récolté une seule fois au dire de Montgomery (1957). (y).**

- Salvia reflexa* Horn. – États-Unis -- XX -- Époécophyte. Probablement éphémérophyte au Québec où il ne fut récolté qu'à Montebello, comté de Papineau. (z).
- **Salvia sclarea* L. – Asie -- 1912 -- Éphémérophyte : comté de Grey. Au Canada, selon Boivin (1966), cette espèce n'est connue que de ce comté. (z).
- **Salvia verticillata* L. – Eurasie -- 1948 -- Époécophyte. Récolté près de Flesher-ton, comté de Grey, et à Hardington, comté de Frontenac, au dire de Mont-gomery (1957). (z).
- Satureja Acinos* (L.) Scheele – Europe -- XX -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (z).
- Satureja hortensis* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (y).
- **Stachys germanica* L., var. *italica* (Mill.) Briq. – Europe -- 1897 -- Époécophyte. (z).
- **Stachys olympica* Poir. – Eurasie -- 1903 -- Hémigiophyte + époécophyte. (y).
- **Teucrium Botrys* L. – Europe -- 1890 -- Éphémérophyte : London. Unique localité canadienne d'après Boivin (1966). (z).
- ***Teucrium Scorodonia* L. – Europe -- 1903 -- Éphémérophyte : Whitton, comté de Frontenac. Seule localité canadienne selon Boivin (1966). (z).
- Thymus Serpyllum* L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (y).

SOLANACEAE

- Datura Metel* L. – Amérique tropicale -- 1900 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- Datura Stramonium* L. – Asie -- 1821 -- Éphémérophyte au dire de Montgo-mery (1957) ; ce taxon serait toutefois époécophyte à Saint-Armand, comté de Missisquoi (L. Cinq-Mars, *verbatim*). (z).
- Hyoscyamus niger* L. – Europe -- XVII -- Éphémérophyte. (y).
- **Lycium halimifolium* Mill. – Europe -- XIX -- Hémigiophyte. Sud-ouest de la province. (y).
- Lycopersicum esculentum* Mill. – Amérique du sud -- XVIII ? -- Éphémérophyte. (y).
- Nicandra physalodes* (L.) Pers. – Amérique du sud -- Début du XX -- Hémia-griophyte au moins pendant quelques années. (y).
- ***Nicotiana alata* Link & Otto, var. *grandiflora* Comes – Amérique du Sud -- 1968 -- Éphémérophyte : Sainte-Foy. Première mention pour le Canada. (y).
- Nicotiana longiflora* Cav. – Amérique Tropicale -- 1906 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
- ***Nicotiana X. Sanderæ* Sander – Europe -- 1968 -- Éphémérophyte : Sainte-Foy. Première mention pour le Canada. (y).
- **Nicotiana Tabacum* L. – Amérique tropicale -- 1873 -- Éphémérophyte : Belle-ville. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- **Petunia axillaris* (Lam.) BSP. – Amérique du Sud -- 1940 -- Éphémérophyte : Toronto. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- **Physalis Alkekengi* L. – Asie -- 1896 -- Hémigiophyte au moins pendant quel-ques années. (y).
- Physalis heterophylla* Nees – Amérique du Nord – Intrapophyte.
- Physalis ixocarpa* Brotero – Mexique -- 1879 -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). Rare. (y).
- **Physalis peruviana* L. – Amérique du Sud -- 1896 -- Éphémérophyte : Ottawa. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- Physalis pubescens* L., var. *pubescens* – Sud des États-Unis -- XIX -- Éphémé-rophyte. Rare. (y).

- Physalis virginiana* Mill., var. *virginiana* – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte. Adventice au Québec.
- ***Scopolia carniolica* Jacq. – Europe -- 1938 -- Hémigiophyte : Mont Royal. Inconnu ailleurs au Canada d'après Boivin (1966). (z).
- **Solanum carolinense* L. – Est des États-Unis -- 1884 -- Époécophyte. Rare et restreint au sud-ouest de la province. (z).
- Solanum Dulcamara* L. – Eurasie -- XVIII -- Hémigiophyte + holoagiophyte. (z).
- Solanum nigrum* L. – Eurasie -- XIX -- Époécophyte + hémigiophyte. (z).
- Solanum rostratum* Dunal – Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- Solanum sarachoides* Sendtner – Amérique du Sud -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- Solanum triflorum* Nutt. – Ouest de l'Amérique du Nord -- 1889 -- Peut-être époécophyte dans l'ouest de l'Ontario ; éphémérophyte ailleurs. (z).
- Solanum tuberosum* L. – Amérique du Sud -- XVIII ? -- Éphémérophyte. (y).

SCROPHULARIACEAE

- Antirrhinum majus* L. – Europe -- XX – Éphémérophyte. Très rare. (y).
- **Antirrhinum Orontium* L. – Europe -- 1897 – Éphémérophyte. Très rare. (y).
- **Calceolaria scabiosifolia* R. & S. – Amérique du Sud -- 1947 -- Éphémérophyte : Ottawa. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
- Chaenorrhinum minus* (L.) Lange – Europe -- 1898 -- Époécophyte. (z).
- **Cymbalaria muralis* Gaertn, Mey. & Scherb. – Eurasie -- 1894 -- Époécophyte. Rare. (y).
- **Digitalis ambigua* Murr. – Eurasie -- 1952 -- Hémigiophyte ? Cité pour Aurora, comté d'York, par Montgomery (1957) *sub nom.* *D. grandiflora* Mill. (y).
- ***Digitalis lutea* L. – Europe -- 1942 -- Éphémérophyte : Mont Royal. Inconnu ailleurs au Canada selon Boivin (1966). (y).
- **Digitalis purpurea* L. – Europe -- 1912 -- Éphémérophyte : Galt. (y).
- Linaria canadensis* (L.) Dumont, var. *canadensis* – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.
- Linaria dalmatica* (L.) Mill., var. *dalmatica* – Europe -- XX -- Hémigiophyte + époécophyte. (y).
- Linaria vulgaris* Hill – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Lindernia dubia* (L.) Pennell, var. *dubia* – Est de l'Amérique du Nord – Extrapophyte.
- Mimulus moschatus* Dougl. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Hémigiophyte. (y).
- ***Nemesia strumosa* Benth. – Afrique du Sud -- 1968 -- Éphémérophyte : Sainte-Foy. Première mention pour le Canada. (y).
- Odontites serotina* (Lam.) Dum. – Europe -- 1914 -- Époécophyte + hémigiophyte. Rare. (z).
- Penstemon Digitalis* Nutt. – États-Unis -- 1906 -- Hémigiophyte + époécophyte. (y).
- Verbascum Blattaria* L. – Eurasie -- Début du XIX -- Époécophyte. Rare au Québec (z).
- **Verbascum nigrum* L. – Europe -- 1861 -- Éphémérophyte : Augusta, comté de Grenville. (z).
- Verbascum phlomoides* L. – Europe -- XX -- Époécophyte + hémigiophyte. Très rare. (z).
- Verbascum Thapsus* L. – Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).

- **Verbascum virgatum* Stokes - Europe -- 1901 -- Éphémérophyte : Sandwich, comté d'Essex. (z).
- Veronica agrestis* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
- **Veronica Anagallis-aquatica* L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte. (z).
- Veronica arvensis* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Veronica Beccabunga* L. - Eurasie -- XVIII -- Hémiagriophyte. (y).
- Veronica Chamaedrys* L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Veronica filiformis* Sm. - Eurasie -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
- **Veronica incana* L. - Asie -- 1950 -- Hémiagriophyte : Grimsby Beach, comté de Lincoln. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- **Veronica latifolia* L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Veronica longifolia* L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Veronica officinalis* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Veronica peregrina* L. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Veronica persica* Poir. - Eurasie -- XX -- Époécophyte. (z).
- **Veronica polita* Fries - Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
- Veronica serpyllifolia* L., var. *serpyllifolia* - Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- ***Veronica spicata* L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- **Veronica verna* L. - Eurasie -- 1934 -- Éphémérophyte : Stokes Bay, comté de Bruce. Cité par Fernald (1950). (z).

MARTYNIACEAE

- **Proboscidea louisianica* (Mill.) Thell. - États-Unis -- 1892 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

OROBANCHACEAE

- **Orobanche purpurea* Jacq. - Eurasie -- 1895 -- Éphémérophyte : Wingham, comté d'Huron. Selon Boivin (1966), cette espèce n'a jamais été retrouvée ailleurs au Canada. (z).

PLANTAGINACEAE

- **Plantago aristata* Michx. - Centre des États-Unis -- 1901 -- Éphémérophyte. Rare. (z).
- Plantago lanceolata* L. - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Plantago major* L. - Eurasie -- XVII -- Époécophyte. (z).
- Plantago media* L. - Eurasie -- XVIII ? -- Époécophyte. (z).
- Plantago Psyllium* L. - Eurasie -- 1929 -- Époécophyte. Très rare au Québec. (z).
- Plantago Rugelii* Dcne - États-Unis -- 1821 -- Époécophyte. (z).

RUBIACEAE

- **Asperula arvensis* L. - Eurasie -- 1895 -- Éphémérophyte : Hamilton. (z).
- **Asperula glauca* (L.) Besser - Eurasie -- 1906 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- **Asperula odorata* L. - Eurasie -- 1949 -- Éphémérophyte : Dorcas Bay, comté de Bruce. (y).
- Galium boreale* L. - Circomboréal - Intrapophyte.
- Galium Mollugo* L. - Europe -- 1897 -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- ***Galium saxatile* L. - Europe -- 1963 -- Époécophyte : Saint-Flavien, comté de Lotbinière. (z).
- **Galium tricorne* Stokes - Europe -- 1878 -- Éphémérophyte : London. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
- Galium verum* L. - Eurasie -- 1879 -- Époécophyte. (z).

Sherardia arvensis L. - Europe -- 1882 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).

CAPRIFOLIACEAE

Lonicera Morrowii Gray - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

**Lonicera Periclymenum* L. - Eurasie -- XX ? -- Hémiagriophyte : Niagara Falls. (y).

***Lonicera prolifera* (Kirchner) Rehder, var. *prolifera* - Centre des États-Unis -- 1939 -- Hémiagriophyte : Pierreville, comté d'Yamaska. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).

Lonicera sempervirens L., var. *sempervirens* - États-Unis -- XX -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

Lonicera tatarica L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).

Lonicera Xylosteum L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. (y).

***Sambucus Ebulus* L. - Eurasie -- 1929 -- Hémiagriophyte. Très rare. (y).

**Sambucus nigra* L. - Eurasie -- 1949 -- Hémiagriophyte : Goderich, comté d'Huron. (y).

Symphoricarpos albus (L.) Blake - Amérique du Nord - Intrapophyte.

Symphoricarpos occidentalis Hook. - Ouest de l'Amérique du Nord - Extrapophyte. Ce taxon nous paraît indigène exclusivement dans l'ouest de l'Ontario.

Viburnum Lantana L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).

**Viburnum Opulus* L., var. *Opulus* - Europe -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y).

VALERIANACEAE

Valeriana officinalis L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).

**Valerianella Locusta* Betcke - Europe -- 1892 -- Éphémérophyte : Jordan, comté de Lincoln. (z).

DIPSACACEAE

***Cephalaria alpina* Schrader - Europe -- 1955 -- Éphémérophyte : Carleton, comté de Bonaventure. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).

Dipsacus sylvestris Huds. - Europe -- Début du XIX -- Époécophyte (Ontario). Très rare au Québec et peut-être éphémérophyte. (z).

Knautia arvensis (L.) Duby - Europe -- XX -- Époécophyte. (z).

***Succisa australis* (Wulf.) Reichenb. - Europe -- XVIII ? -- Époécophyte. Selon Raymond (1950), ce taxon serait naturalisé à Chambly et près de Saint-Jean depuis le Régime français. (z).

**Succisa pratensis* Moench - Eurasie -- 1942 -- Époécophyte ? Clarksburg, comté de Grey. (z).

CUCURBITACEAE

Citrullus vulgaris Schrader - Afrique tropicale -- XVIII -- Éphémérophyte. Très rare. (y).

Cucumis sativus L. - Asie -- XVIII -- Éphémérophyte. Très rare. (y).

***Cucurbita Pepo* L., var. *condensa* Bailey - Amérique tropicale ? -- 1968 -- Éphémérophyte : Cap Rouge, comté de Québec. Première mention pour le Canada. (y).

Echinocystis lobata (Michx.) T. & G. - Sud des États-Unis. -- XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (y).

Sicyos angulatus L. - Sud des États-Unis -- 1821 -- Époécophyte + hémiagriophyte. (y).

Thladiantha dubia Bunge - Asie -- 1909 -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).

CAMPANULACEAE

- Campanula glomerata* L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- **Campanula Medium* L. - Europe -- 1873 -- Éphémérophyte : Owen Sound, comté de Grey. (y).
- Campanula persicifolia* L. - Europe -- 1954 -- Hémiagriophyte : Guelph + Saugeen River, comté de Wellington ; Oka, comté des Deux-Montagnes, et Berthier, comté de Montmagny. (y).
- Campanula rapunculoides* L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Campanula Trachelium* L. - Eurasie -- XX -- Époécophyte. (y).
- Lobelia inflata* L. - Est de l'Amérique du Nord - Intrapophyte.

COMPOSITAE

Subfam. I. TUBULIFLORAE

- **Achillea filipendulina* Lam. - Asie -- 1956 -- Éphémérophyte : Galetta, comté de Carleton. Seule localité canadienne selon Boivin (1966). (y).
- Achillea Millefolium* L. - Circomboréal - Intrapophyte.
- Achillea Millefolium* L., f. *purpurea* (Gouan) Schinz & Thellung - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Achillea Ptarmica* L. - Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Ambrosia artemisiifolia* L. - Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Ambrosia psilostachya* DC., var. *coronopifolia* (T. & G.) Farw. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte. (z).
- Ambrosia trifida* L., var. *trifida* - Amérique du Nord - Extrapophyte.
- Anaphalis margaritacea* (L.) B & H. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Anthemis arvensis* L., var. *agrestis* (Wallr.) DC. - Europe -- XX -- Époécophyte. (z).
- Anthemis Cotula* L. - Europe -- XVII -- Époécophyte. (z).
- Anthemis tinctoria* L. - Europe -- 1878 -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Arctium Lappa* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
- Arctium minus* (Hill) Bernh. - Eurasie -- XVII -- Époécophyte. (z).
- Arctium nemorosum* Leg. & Court. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Arctium tomentosum* Mill. - Eurasie -- 1936 -- Époécophyte. Rare. (z).
- Artemisia Abrotanum* L. - Europe -- 1901 -- Éphémérophyte quoique dans le sud-ouest de l'Ontario, il semble persister au moins pendant quelques années. (y).
- Artemisia Absinthium* L. - Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
- Artemisia annua* L. - Eurasie -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- Artemisia biennis* Willd. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XIX -- Époécophyte. (z).
- Artemisia frigida* Willd. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Artemisia ludoviciana* Nutt., var. *gnaphalodes* (Nutt.) T. & G. - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1889 -- Époécophyte. (z).
- Artemisia pontica* L. - Europe -- XX -- Époécophyte, du moins dans le sud-ouest de l'Ontario. (z).
- Artemisia Stelleriana* Bess. - Asie -- 1904 -- Hémiagriophyte. (y).
- Artemisia vulgaris* L. - Eurasie -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Aster laevis* L. - Amérique du Nord - Extrapophyte. Naturalisé au Québec.

- Aster laurentianus* Fern. – Ouest de l'Amérique du Nord -- 1897 -- Éphémérophyte. (z).
- **Aster oblongifolius* Nutt., var. *oblongifolius* – Est des États-Unis -- 1894 -- Éphémérophyte : Toronto. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
- Bellis perennis* L. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
- Bidens frondosa* L. – Amérique du Nord – Intrapophyte.
- **Bidens pilosa* L., var. *radiata* Sch. Bip. – Amérique tropicale -- 1962 -- Éphémérophyte : Pelée, comté d'Essex. Seule localité au Canada selon Boivin (1966). (z).
- Calendula officinalis* L. – Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (y).
- Carduus acanthoides* L. – Europe -- 1907 -- Époécophyte. (z).
- **Carduus crispus* L. – Eurasie -- 1904 -- Éphémérophyte. Seulement deux spécimens cités par Mulligan et Frankton (1954) pour l'Ontario (Snelgrove + Inglewood, comté de Peel) et tous deux récoltés entre 1904 et 1907. (z).
- Carduus nutans* L. – Eurasie -- 1903 -- Époécophyte. (z).
- **Centaurea Calcitrapa* L. – Eurasie -- 1905 -- Époécophyte, du moins dans le sud-ouest de la province. (y).
- Centaurea Cyanus* L. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Centaurea Jacea* L. – Europe -- 1850 -- Époécophyte. (z).
- ***Centaurea macrocephala* Puschk. – Asie -- 1948 -- Éphémérophyte : Hull. Seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- Centaurea maculosa* Lam. – Europe -- XX -- Époécophyte. (z).
- Centaurea montana* L. – Europe -- XX -- Hémiagriophyte + holoagriophyte. (y).
- Centaurea nigra* L. – Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
- **Centaurea repens* L. – Asie -- XX -- Époécophyte. (z).
- Centaurea Scabiosa* L. – Europe -- 1897 -- Époécophyte. Très rare. (z).
- **Centaurea solstitialis* L. – Europe -- 1896 -- Époécophyte. Rare. (z).
- **Centaurea vochinensis* Bernh. – Europe -- 1908 -- Époécophyte. Rare. (z).
- Chrysanthemum Balsamita* L. – Eurasie -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- **Chrysanthemum lacustre* Brot. – Europe -- 1948 -- Éphémérophyte : Ottawa. Unique localité canadienne d'après Boivin (1966). (y).
- Chrysanthemum Leucanthemum* L. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Chrysanthemum Parthenium* (L.) Berhn. – Europe -- XIX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Chrysanthemum uliginosum* Pers. – Europe -- 1939 -- Hémiagriophyte : Lachine sur l'île de Montréal et Morrisburg, comté de Dundas. (y).
- **Chrysopsis falcata* (Pursh) Ell. – Est des États-Unis -- 1949 -- Époécophyte ? Toronto. Selon Cody (1952) et Boivin (1966), cette plante est inconnue ailleurs au Canada. (z).
- Cirsium arvense* (L.) Scop. – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Cirsium Flodmanii* (Rydb.) Arthur – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Cirsium vulgare* (Savi) Tenore – Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Coreopsis grandiflora* Hogg – Sud des États-Unis -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. Rare. (y).
- Coreopsis tinctoria* Nutt. – Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte quoiqu'il puisse persister pendant quelques années. (y).
- Coreopsis verticillata* L. – Sud des États-Unis -- 1901 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).

- ***Cosmos bipinnatus* Cav. - Mexique -- XX -- Éphémérophyte. Connue que de trois localités. (y).
- ***Cotula coronopifolia* L. - Afrique du Sud -- 1930 -- Hémiagriophyte. (z).
- **Dyssodia papposa* (Vent.) Hitchc. - Centre des États-Unis -- 1884 -- Éphémérophyte : environs de Niagara et Fort Érié. Selon Groh (1946) et Boivin (1966), cette plante est inconnue ailleurs au Canada. (z).
- **Echinacea pallida* Nutt. - Centre des États-Unis -- 1902 -- Éphémérophyte. Très rare. (z).
- **Echinacea purpurea* (L.) Moench, var. *purpurea* - Centre des États-Unis -- 1952 -- Hémiagriophyte : Saint-Thomas, comté d'Elgin. Unique station canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
- Echinops exaltatus* Schrader - Eurasie -- XX -- Éphémérophyte quoiqu'il puisse persister pendant quelques années. (y).
- Echinops sphaerocephalus* L. - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + épocéophyte. (y).
- **Eclipta alba* (L.) Hassk. - Tropiques -- 1905 -- Éphémérophyte : Pointe Pelée, comté d'Essex. Seule localité canadienne d'après Boivin (1966). (z).
- Erigeron annuus* (L.) Pers. - Circomboréal - Extrapophyte.
- Erigeron canadensis* L. - Sûrement indigène dans certaines régions de l'Amérique du Nord mais maintenant cosmopolite ; l'on ne pourra jamais affirmer avec certitude si ce taxon est indigène ou introduit sur le territoire couvert par le présent travail. Extrapophyte ? Épocéophyte + hémiagriophyte ? (z).
- Erigeron philadelphicus* L., var. *philadelphicus* - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Erigeron pulchellus* Michx., var. *pulchellus* - Est de l'Amérique du Nord - Extrapophyte. Très probablement naturalisé au Québec où il demeure restreint aux Cantons de l'Est.
- Erigeron strigosus* Muhl. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- **Filago arvensis* L. - Europe -- 1956 -- Hémiagriophyte : Sheguindah, île Manitoulin. (z).
- Gaillardia aristata* Pursh - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. (y).
- Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake - Amérique tropicale -- 1893 -- Épocéophyte. (z).
- Galinsoga parviflora* Cav. - Amérique tropicale -- XX -- Épocéophyte. Rare. (z).
- Gnaphalium sylvaticum* L. - Europe -- 1907 -- Épocéophyte, hémiagriophyte + holoagriophyte. (z).
- Gnaphalium uliginosum* L. - Eurasie -- XVIII -- Épocéophyte + hémiagriophyte. (z).
- Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1891 -- Épocéophyte. Rare. (z).
- Helenium nudiflorum* Nutt. - Sud des États-Unis -- 1924 -- Hémiagriophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (z).
- Helianthus annuus* L., cv. *giganteus* - Europe ? -- XIX -- Éphémérophyte quoiqu'il puisse persister pendant quelques années. (y).
- **Helianthus grossiserratus* Mertens - Centre des États-Unis -- 1895 -- Hémiagriophyte. Rare. (y).
- **Helianthus hirsutus* Raf., var. *hirsutus* - Centre des États-Unis -- XX -- Épocéophyte. Très rare. (z).
- Helianthus laetiflorus* Pers. - États-Unis -- XX -- Hémiagriophyte + épocéophyte. (y).

- Helianthus Maximilianii* Schrader - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Éphémérophyte. (z).
- Heliopsis helianthoides* (L.) Sweet, var. *scabra* (Dunal) Fern. - Amérique du Nord - Extrapophyte. Adventice au Québec.
- **Inula britannica* L. - Eurasie -- 1928 -- Hémiagriophyte. Cité par Montgomery (1957) pour Etobicoke River, comté de Peel, et pour Toronto par Boivin (1966). (z).
- Inula Helenium* L. - Europe -- XVIII ? -- Époécophyte. (z).
- Iva xanthifolia* Nutt. - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1897 -- Époécophyte. (z).
- **+*Liatris pycnostachya* Michx. - Centre des États-Unis -- 1970 -- Hémiagriophyte : Oka, comté des Deux-Montagnes. Nouveau pour le Canada. (y).
- Madia glomerata* Hook. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XX -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (z).
- Matricaria Chamomilla* L. - Eurasie -- XX -- Époécophyte. Rare. (z).
- Matricaria maritima* L. - Europe -- 1880 -- Époécophyte. (z).
- Matricaria matricarioides* (Less.) Porter - Ouest de l'Amérique du Nord -- 1912 -- Époécophyte. (z).
- Onopordum Acanthium* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte (Ontario) ; éphémérophyte (Québec). (z).
- **Petasites japonicus* F.W. Schmidt - Asie -- Vers 1935 -- Hémiagriophyte : Chippawa, comté de Welland. Cité par Montgomery (1957) et Boivin (1966). Unique localité canadienne. (y).
- Rudbeckia hirta* L. - Ouest de l'Amérique du Nord -- XVIII -- Époécophyte. Peut-être indigène dans l'ouest de l'Ontario. (z).
- ***Rudbeckia laciniata* L., cv. *hortensis* - Eurasie -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Rudbeckia triloba* L., var. *triloba* - Est des États-Unis -- XX -- Hémiagriophyte. Rare. (y) ?
- Senecio Jacobaea* L. - Europe -- 1904 -- Éphémérophyte. (z).
- ***Senecio sylvaticus* L. - Europe -- 1904 -- Hémiagriophyte. (z).
- Senecio viscosus* L. - Europe -- 1922 -- Époécophyte. Rare en Ontario. (z).
- Senecio vulgaris* L. - Europe -- XVII -- Époécophyte. (z).
- **Silphium laciniatum* L. - Centre des États-Unis -- 1955 -- Éphémérophyte ? Maidstone, comté d'Essex, serait la seule localité canadienne au dire de Boivin (1966). (y).
- Silphium perfoliatum* L. - Centre des États-Unis - Extrapophyte. Adventice au Québec où il ne fut récolté qu'une seule fois, en 1918.
- Silybum Marianum* (L.) Gaertn. - Eurasie -- 1910 -- Éphémérophyte. (y).
- Solidago canadensis* L., var. *canadensis* - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Solidago nemoralis* Ait. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Solidago rugosa* Ait., var. *rugosa* - Est de l'Amérique du Nord - Intrapophyte.
- ***Tagetes patula* L. - Mexique -- 1968 -- Éphémérophyte : Sainte-Foy. Première mention pour le Canada. (y).
- Tanacetum vulgare* L. - Europe -- XIX -- Époécophyte. (y).
- Tussilago Farfara* L. - Europe -- XIX -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- **Xanthium spinosum* L. - Europe -- XIX -- Éphémérophyte. (z).
- Xanthium strumarium* L. - Cosmopolite - Intrapophyte.

Subfam. II LIGULIFLORAE

- Cichorium Intybus* L. - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Crepis capillaris* (L.) Wallr. - Europe -- 1932 -- Éphémérophyte. (z).

- Crepis tectorum* L. - Eurasie -- 1897 -- Époécophyte dans la région du Saguenay - Lac Saint-Jean; éphémérophyte ailleurs. (z).
- Hieracium aurantiacum* L. - Europe -- 1886 -- Hémiagriophyte + époécophyte. (y).
- Hieracium florentinum* All. - Europe -- 1905 -- Époécophyte. (z).
- Hieracium floribundum* Wimm. & Grab. - Europe -- 1931 -- Époécophyte. (z).
- Hieracium Lachenalii* C.C. Gmelin - Europe -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Hieracium murorum* L. - Europe -- Vers 1930 -- Éphémérophyte? (z).
- Hieracium pilosella* L. - Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).
- Hieracium pratense* Tausch - Europe -- 1896 -- Époécophyte. (z).
- **Hieracium praealtum* Gochnat, var. *decepiens* W.D.J. Koch - Europe -- 1894 -- Époécophyte. (z).
- Hieracium tridentatum* Fries - Eurasie -- Vers 1930 -- Hémiagriophyte. Rare. (z).
- Hypochaeris radicata* L. - Eurasie -- Vers 1930 -- Éphémérophyte? (z).
- Lactuca biennis* (Moench) Fern. - Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Lactuca canadensis* L. - Est de l'Amérique du Nord - Intrapophyte.
- Lactuca muralis* (L.) Gaertner - Europe -- 1933 -- Hémiagriophyte? Très rare. (z).
- Lactuca pulchella* (Pursh) DC. - Amérique du Nord - Extrapophyte.
- **Lactuca saligna* L. - Europe -- Vers 1925 -- Époécophyte? (z).
- **Lactuca sativa* L. - Eurasie -- 1885 -- Éphémérophyte. Très rare. (y).
- Lactuca Scariola* L. - Europe -- 1891 -- Époécophyte. (z).
- Lapsana communis* L. - Eurasie -- XVIII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Leontodon autumnalis* L. - Eurasie -- XIX -- Époécophyte. (z).
- **Leontodon hispidus* L. - Europe -- 1910 -- Éphémérophyte: Galt. Unique localité canadienne au dire de Boivin (1966). (z).
- **Picris echioides* L. - Europe -- 1886 -- Éphémérophyte. Récolté seulement deux fois. (z).
- **Picris hieracioides* L., var. *hieracioides* - Eurasie -- XX -- Époécophyte. (z).
- Sonchus arvensis* L., var. *arvensis* - Europe -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Sonchus arvensis* L., var. *glabrescens* Guenth., Grab. & Wimm. - Europe -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Sonchus asper* (L.) Hill - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Sonchus oleraceus* L. - Europe -- XVIII -- Époécophyte. (z).
- Taraxacum laevigatum* (Willd.) DC. - Eurasie -- 1902 -- Époécophyte. (z).
- Taraxacum officinale* Weber - Eurasie -- XVII -- Époécophyte + hémiagriophyte. (z).
- Tragopogon dubius* Scop. - Europe -- 1937 -- Époécophyte. (z).
- Tragopogon porrifolius* L. - Europe -- XX -- Hémiagriophyte + époécophyte au sud-ouest de Kingston; éphémérophyte ailleurs. (y).
- Tragopogon pratensis* L. - Europe -- XIX -- Époécophyte. (z).

Total : 936.

Nous espérons qu'un lecteur consultera cette liste vers la fin du vingt-et-unième siècle et qu'il notera tous les changements floristiques qui seront survenus depuis la rédaction du présent travail.

Remerciements

Notre plus sincère gratitude s'adresse à M. B. Gauthier, géographe, pour les suggestions qu'il nous a apportées lors de la préparation de ce travail et à M. L. Cinq-Mars, professeur de botanique à l'Université Laval et conservateur de l'Herbier Louis-Marie, qui a relu ce texte. Cordial merci au regretté docteur Jacques Rousseau, ethnobotaniste de réputation internationale, qui nous a permis de consulter ses notes manuscrites relatant le voyage de Pehr Kalm au Canada et à M. Roger Van den Hende, responsable du Jardin pédagogique de l'Université Laval, qui nous a fourni de précieuses informations concernant les plantes ornementales échappées de culture. Nous sommes aussi reconnaissant envers les conservateurs d'herbiers suivants : les docteurs E. Rouleau (MT), W.J. Cody (DAO), J.H. Soper (CAN), J.E. Cruise (TRT) et L.I. Nevling (GH) ; les deux premiers nous ont facilité notre tâche au moment de nos visites à l'herbier alors que les autres ont correspondu avec nous lors de l'élaboration de ce travail. Nous tenons aussi à remercier bien sincèrement le Conseil des recherches agricoles du Québec dont l'assistance financière nous a été très utile.

Références

- ANDREWS, H., 1961. Two new orchid records for Ontario. *Rhodora*, **63**: 175-176.
- BAILEY, L.H., 1949. Manual of cultivated plants. The MacMillan Company, New York.
- BOIVIN, B., 1966 et 1967. Énumération des plantes du Canada. *Naturaliste can.*, **93**: 253-274 ; 371-437 ; 583-646 ; 989-1063 ; **94**: 131-157, 471-528.
- BOIVIN, B., 1968-1969. Flora of the Prairie Provinces. Part II. Provancheria, **3**. Mémoires de l'Herbier Louis-Marie, Faculté d'agriculture, Université Laval.
- CAYOUILLE, R., 1966. *Potentilla Hippiana* Lehm. et *Potentilla thuringiaca* Bernh. au Québec. *Naturaliste can.*, **93**: 889-894.
- CODY, W.J., 1952. *Chrysopsis falcata* adventive in Canada. *Rhodora*, **54**: 308.
- CODY, W.J., 1967. *Sedum* in the Ottawa District. *Can. Fld Nat.*, **81**: 273-274.
- CODY, W.J., 1970. *Paronychia fastigiata* (Caryophyllaceae), forked chickweed new to Ontario. *Can. Fld Nat.*, **84**: 58.
- DORE, W.G., 1959. Grasses of the Ottawa District. *Publs Dep. Agric. Can.*, **1049**.
- DORE, W.G., 1961. A centennial floristic census of Prescott, Ontario. *Trans. R. Can. Inst.*, **33**: 49-115.
- FERNALD, M.L., 1905. Some recently introduced weeds. *Trans. Mass. hort. Soc.*, **1**: 11-22.
- FERNALD, M.L., 1950. *Gray's Manual of Botany*, Eight ed. American Book Company, New York.
- FOX, W.S. and J.H. SOPER, 1953. The distribution of some trees and shrubs of the Carolinian zone of Southern Ontario. *Trans. R. Can. Inst.*, **30**: 3-32.
- 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.
- GROH, H., 1944-1947. Canadian weed survey. *Rep. Dep. Agric. Can.*, **1st - 4th**.
- GROH, H. and C. FRANKTON, 1948-1949. Canadian weed survey. *Rep. Dep. Agric. Can.*, **5th - 7th**.
- JOSSLYN, J., 1672. *New England rarities*. Facsimile — Edition. Ed. W. Junk, Lochem, Holland. 1946.
- KORNAS, J., 1968. Synantropizacja szaty roślinnej I. Neofityzm i apofityzm w szacie roślinnej Polski. (Synanthropic flora. I. Neophytism and apophytism in the flora of Poland). *Materialy zakładu fitosocjologii stosowanej U.W.*, **25**: 33-41.

- MACOUN, J., 1883-1890. *Catalogue of Canadian plants*. Dawson Brothers, Montréal. 5 parts.
- MACOUN, J.M., 1894-1906. Contributions to Canadian Botany. I-XVIII. *Can. Rec. Sci.*, 6 and 7; *Ottawa Nat.*, 12, 13, 15, 16 and 20.
- MONTGOMERY, F.H., 1948. Introduced plants of Waterloo and adjacent counties, Ontario. *Can. Fld Nat.*, 62: 79-95.
- MONTGOMERY, F.H., 1956. The introduced plants of Ontario growing outside of cultivation (Part I). *Trans. R. Can. Inst.*, 31: 91-102.
- MONTGOMERY, F.H., 1957. The introduced plants of Ontario growing outside of cultivation (Part II), *Idem*, 32: 3-34.
- MULLIGAN, G.A. and C. FRANKTON, 1954. The plumeless thistles (*Carduus* spp.) in Canada. *Can. Fld Nat.*, 68: 31-36.
- MULLIGAN, G.A. and C. FRANKTON, 1962. Taxonomy of the genus *Cardaria* with particular reference to the species introduced into North America. *Can. J. Bot.*, 40: 1411-1425.
- PROVANCHER, L., 1862. Flore canadienne. J. Darveau, Québec. 2 vols.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, 5.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, 95: 49-169.
- ROUSSEAU, C., 1971. Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. I. Caractères généraux. *Naturaliste can.*, 98: 529-533.
- ROUSSEAU, C. et L. CINQ-MARS, 1969. Les plantes introduites du Québec. 1 - Listes des espèces. *Le Jeune Scientifique*, 7: 163-168. 2 - Statistiques. *Idem*, 7: 192-195. 3 - Historique. *Idem*, 7: 219-222.
- ROUSSEAU, J. et G. BÉTHUNE, 0-0-0-0. *Voyage de Kalm au Canada*. Cercle du Livre de France, Montréal. Sous presse.
- SENN, H.A., 1941. Notes on rare Canadian plants II. *Can. Fld Nat.*, 55: 17-19.
- SOPER, J.H., 1949. *The vascular plants of Southern Ontario*. Univ. Toronto and Fed. Ont. Nat., Toronto.
- STROUD, J.J., 1941. A study of the flora of Wellington County, Ontario. *Can. Fld Nat.*, 55: 73-76.
- SWALES, D.E. and J.R. BIDER, 1970. *Nardus stricta* L., moor grass at Lac Carré, Terrebonne County, P.Q. *Can. Fld Nat.*, 84: 49-53.

COMMUNICATIONS BRÈVES**ABACIDUS PERMUNDUS SAY (COLEOPTERA : CARABIDAE)
IN CANADA**

ANDRÉ LAROCHELLE
Collège Bourget, Rigaud, Québec

While studying the collection of Paul Bouchard, Québec City, my attention was drawn to a robust iridescent specimen, taken June 9, 1934, in Montréal, Québec, by Paul Bouchard.

This species is easily recognized by the following diagnostic features : hindangles of pronotum rectangular ; sides of pronotum with an evident raised bead which reaches to hind-angles ; scutellar striae present ; elytra strongly iridescent, microsculpture consisting of extremely dense and fine lines ; last tarsal segments setose underneath.

Lindroth (1966, p. 536) saw specimens of this species from Iowa, Kansas, Indiana, Louisiana and Texas, but wrote that Chagnon (1934, p. 95) erroneously recorded this species from Québec.

I wish to thank Mr. R. de Ruelle of the Entomology Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa, for verifying the identification of the specimen.

Références

- CHAGNON, G., 1934. Contribution à l'étude des Coléoptères de la Province de Québec. *Naturaliste can.*, **61**: 84-95.
- LINDROTH, C. H., 1966. The Ground-Beetles of Canada and Alaska. *Opusc. ent.*, **34**: 945-1192.

LE *RHUS VERNIX* DANS LE QUÉBEC

MARCEL RAYMOND

4900 Blvd Pie IX, Montréal

La plus ancienne récolte du *Rhus Vernix* dans le Québec fut faite par John Macoun en 1903, à East Templeton, dans le comté de Papineau. C'est son fils James qui la publia (Ottawa Nat. 20 : 164, 1906) de la façon suivante : « *Abundant by the little lake west of East Templeman (sic)* ». Cette localité fut repérée par la suite par Calder et Frankton du Ministère de l'agriculture d'Ottawa, la situation exacte étant le lac Beauchamp (No 4764, dupl. in MTJB).

Le frère Marie-Victorin semble avoir méconnu cette mention puisque dans sa *Flore Laurentienne* (p.392, 1935), il indique : « *Marécages de La-prairie. Très rare* ». Il s'agit en fait de la grande Commune bien connue dans la région.

La même année, le frère Hadulphe découvrait une nouvelle localité à Ste-Victoire dans le comté de Richelieu, autour d'un petit lac tourbeux. Cet endroit fut visité par la suite par à peu près tous les botanistes du Québec et il existe de nombreux spécimens dans presque tous les herbiers.

En 1939, le frère Cléonique, à son tour, repérait notre arbuste à St-Chrysostome, dans le comté de Châteauguay, dans une tourbière.

Beaucoup plus tard, une trouée au travers un marécage qui borde la Baie Missisquoi, à l'occasion de la construction d'une nouvelle route reliant Clarenceville à Venise-en-Québec, permettait à l'équipe du Jardin botanique de découvrir de très beaux individus du *Rhus Vernix*. Ce bois humide, où domine l'*Acer rubrum*, est d'ailleurs d'un grand intérêt puisqu'on y trouve des espèces très rares ou locales, comme le *Thelypteris simulata*, le *Woodwardia virginica*, le *Wollfia columbiana*, le *Carex Grayii*, le *Decodon verticillatus*, l'*Aronia arbutifolia*, le *Cephalanthus occidentalis*, etc.

Il communique d'ailleurs avec les vastes étendues vaseuses de la Rivière-du-Sud, où la Zizanie à hauteur d'homme s'étend à perte de vue, paradis des oiseaux aquatiques et halte obligée des grands migrateurs.

Cette localité à mes yeux présente un intérêt non seulement botanique, mais folklorique. Ayant plus ou moins grandi dans cette région, les pêcheurs, les chasseurs de grenouilles qui hantent ces marécages m'avaient toujours parlé qu'il existait deux sortes d'herbe-à-la-puce : la vraie, et puis, le « bois-d'enfer » qui rendait beaucoup plus malade que la première. J'avais demandé

en vain qu'on me montre le « bois-d'enfer » en question, mais on m'avait amené devant toutes sortes d'arbrisseaux inoffensifs. J'ai cru alors qu'il s'agissait de termes populaires désignant des types de dermatites plus douloureuses l'une que l'autre. Ainsi notre découverte justifie cette notion locale et le folklore devient une réalité.

En résumé le sumac-à-vernis demeure très rare dans le Québec, distribué localement dans les comtés de Papineau, Richelieu, Laprairie, Châteauguay et Missisquoi.

Références

DORE, W. G., 1962. Poison Sumac in Eastern Ontario. *Can.Fld Nat.*, 76: 121.

DISTRIBUTION CANADIENNE DU
CLADIUM MARISCOIDES (MUHL.) TORR.

MARCEL RAYMOND
4900 Blvd Pie IX, Montréal

Une fois élagué des espèces à tiges aplaties pleines et à feuilles équitantes, surtout australasiennes, polynésiennes et antillaises, qu'on place maintenant dans le genre *Machaerina*, le genre *Cladium* P. Brown, entendu au sens strict (tiges rondes et creuses, feuilles sur trois rangs, etc.), ne comprend que 3 espèces : *C. mariscoides* (Muhl.) Torr., *C. mariscus* (L.) R. Br. et *C. jamaicense* Crantz.

Mais alors que l'espèce nord-américaine, *C. mariscoides* est isolée par des caractères très nets, son vicariant eurasiatique, *C. mariscus* est relié à la tropicale par une série de formes luxuriantes qui apparaissent vers le sud du Portugal et s'étalent surtout dans la région méditerranéenne.

Dans leurs extrêmes, toutefois, ces deux espèces sont absolument distinctes : on observe peu de ressemblance entre la plante modeste des tourbières européennes et les taillis impénétrables (jusqu'à 3 m de hauteur) de sa consœur tropicale, *C. jamaicense*, à feuilles spinulées sur la nervure centrale et la marge, coupantes comme des rasoirs, qu'on peut voir à la Jamaïque, à Saint-Domingue, et même en Floride.

L'aire canadienne du *Cladium mariscoides* s'étend depuis Terre-Neuve jusqu'à la Saskatchewan, mais elle présente des lacunes énormes, à partir de la population centrale (sud-est de l'Ontario, sud-ouest du Québec et Nouvelle-Écosse) vers les deux localités extrêmes du sud-ouest de Terre-Neuve et de la Saskatchewan.

Ainsi, au Nouveau-Brunswick, d'après Mme Patricia Roberts-Pichette, de l'Université du Nouveau-Brunswick (*in litt.*), cette Cypéracée n'est-elle connue que dans le comté de Charlotte, dans le sud, y compris l'île Grand Manan, alors qu'on compte de nombreuses localités en Nouvelle-Écosse et dans l'île du Cap Breton.

L'unique récolte terre-neuvienne provient du comté St-George: Harry's Brook, near Dump Pool (Kennedy 925, GH), d'après les renseignements de Bernard Boivin (*in litt.*) qui m'indique aussi la location de la seule station en Saskatchewan, soit dans une tourbière à Daulton, à environ 150 milles au nord-est de Saskatoon (*leg. Breitung*).

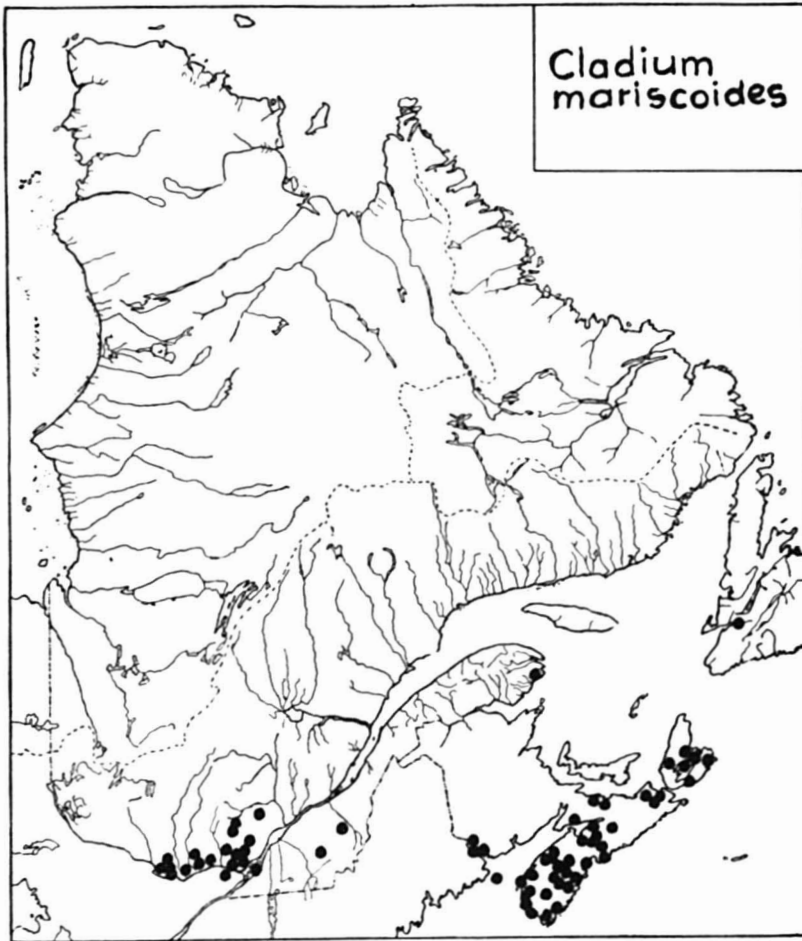


FIG. 1. Distribution québécoise du *Cladium mariscoides* (Del. J. Arros).

La découverte de deux localités québécoises (région de la Beauce et Gaspésie) qui sont des jalons vers l'unique localité terre-neuvienne, nous a incité à publier la présente carte de distribution.

Notons que la plus ancienne récolte canadienne a été faite par Holmes, vers 1820, aux environs de Montréal. Le spécimen porte deux étiquettes : l'une de la main de Holmes, « *Shoenus mariscoides*, July 29, sent to Torrey » ; l'autre de la main de Torrey, le grand cypérologue de l'époque, indique *Cladium mariscoides* Torrey et comme synonyme *Shoenus mariscoides* Muhl. En effet, cette espèce fut décrite dans le genre *Schoenus* par Muhlenberg, d'après du matériel de Pennsylvanie comme on pourra le voir dans la courte synonymie qui suit.

Cladium mariscoides (Muhlenberg) Torr. Ann. Lyc. N.Y. 3: 372, 1836; Steudel, Synops. Cyper. 152. 1855; Boeckeler, Linnaea 38: 233. 1874; Macoun, Cat. Canad.

Pl. 4: 107. 1888; Kükenthal, Feddes Repert. 51: 183. 1942; Fernald, Gray's Man. 8th ed. 290. 1950.

Mariscus mariscoides (Muhlenberg) O. Ktze, Rev. gen. pl. 2: 755. 1891; Marie-Victorin, Fl. Laurent. 700. 1935.

Schoenus mariscoides Muhlenb. Descr. uber. Gram. 4: 1817. — Habitat in spongiosis Pennsylvaniae.

Cladium triglomeratum Nees, Linnaea 9: 301. 1834 (nomen); Kunth, Enumer. pl. 2: 304. 1837 (excl. syn. *Scleria triglomerata* Michx.); C.B. Clarke, Kew Bull. Add. ser. 8: 124. 1908; Illus. Cyper. tab. 82, fig. 1-6. 1908.

Voici la distribution telle qu'actuellement connue dans le Québec (fig. 1) de cette intéressante cypéracée.

PONTIAC: Shawville, lac Vert. *Gauthier 2502* (MT).

HULL: Templeton. *Calder M-265* (DA).

GATINEAU: Farrelton, lac Bernard. *Rolland-Germain 2618* (MT); *G. F. Rowe*, s.n. (DA) — Lac St-Antoine, *Calder, Savile & Cody 7376* (DA). Ramsy Lake, 25 m. w. of Hull. *Breitung 7305* (DA). — Hull: St-Pierre de Wakefield, *Marie-Victorin & Rolland-Germain 10277* (MT). *Dore & Cody 47-1134* (DA).

LABELLE: Nominique, petit lac Nominique. *Robert 1923* (MT, RAY). Rivière entre les deux lacs Nominique. *Lucien 1028* (MT).

PAPINEAU: Notre-Dame de la Salette, lac Cole. *Cléonique 7784* (MT). Buckingham, lac Donaldson. *Cléonique 7322* (MT). Wakefield. *Dore & Cody 47-1134* (DA). Templeton. *Calder M-265* (DA).

ARGENTEUIL: St-Adolphe, lac Ste-Marie. *Rolland-Germain 6038* (MT) Lac Jean Jeunes. *Raymond 1602* (MTJB).

TERREBONNE: St-Jérôme, lac à la Barbotte. *Marie-Victorin 3885* (MT); *11114* (MT); *20226* (MT). — St-Jérôme. *Nabor-Gabriel 316* (MT).

DEUX-MONTAGNES: lac des Iroquois. *Cinq-Mars et Louis-Marie*, s.n. (DA,MT). Lac des Deux-Montagnes. *Cléonique 7973* (MT).

VAUDREUIL: Rigaud. *Roy 4078* (DA, MT).

MONTCALM: St-Théodore, lac tourbeux. *Marie-Victorin & Rolland-Germain 45599* (DA); *49125* (MT).

HOCHELAGA: Montreal Region; s.l. *Holmes* (MTJB). Cited by Torrey, collected ca. 1820.

RICHMOND: St-Georges de Windsor, lac Wattopekah. *Louis-Marie & al. s.n.* (MT).

BEAUCE: Beauceville, grèves rocheuses du Rapide du Diable. *Raymond 59014* (MTJB).

GASPÉ: northeastern edge of Grande-Rivière bog. *Rollins & Wood 55210* (GH, MTJB).

L'auteur remercie particulièrement Mme Patricia Roberts-Pichette, le Dr Bernard Boivin, le Dr Carroll E. Wood, Jr. (Harvard), ainsi que M. Jeno Arros qui ont rendu possible la rédaction de cette courte note.

REVUE DES LIVRES

GÉOTECHNIP, 1970. **Manuel de photo-interprétation.** Éditions Technip, Paris. 248 p., 3 pl. et 6 cahiers annexes de photos aériennes. 22.0 x 28.5 cm. Texte broché, feuillets mobiles sous jaquettes, l'ensemble présenté dans une boîte de carton, 245 FF.

Existe-t-il encore des groupes professionnels oeuvrant à la mise en valeur et à l'exploitation rationnelle des ressources naturelles qui ignorent l'utilité des photographies aériennes ? Quel merveilleux outil de travail ! Mis au point au cours des cinquante dernières années, cet instrument d'une grande efficacité, lorsqu'on sait s'en servir, est devenu indispensable non seulement aux photogrammétristes, cartographes, topographes et militaires, mais à tous ceux qui étudient la surface de la terre (géologues, géomorphologues, pédologues), à ceux qui s'adonnent aux sciences de l'espace terrestre (ingénieurs, géographes, urbanistes, etc.), ou à ceux qui inventorient les richesses naturelles renouvelables (forestiers, écologistes, spécialistes de l'eau, de l'environnement, de la faune, etc.)

Le manuel de photo-interprétation rédigé par la Société Géotechnip et publié par les Éditions Technip constitue une introduction fort valable qui montre avec beaucoup d'éloquence les diverses possibilités d'utilisation offertes par les photographies aériennes. L'ouvrage comprend deux tomes ; l'un que l'on peut qualifier de théorique comprend un manuel de 248 pages de texte et d'illustrations, l'autre que l'on peut qualifier de pratique est constitué de six fascicules contenant des exemples commentés d'interprétation de photographies aériennes.

La partie théorique comporte deux sections ; la première intitulée *Interprétation et application par grands thèmes d'études* traite des divers aspects de la photographie aérienne dans les différents domaines. La seconde, intitulée *Technique spécifique et expression des résultats* constitue une introduction indispensable à la photogrammétrie permettant au photo-interprète d'exploiter pleinement les documents aériens. Les grandes divisions de l'ouvrage portent sur la photographie aérienne et les études thématiques (p. 3-14), les études relatives au sous-sol et au sol (p. 15-66), les études relatives à la végétation naturelle (p. 67-82), l'étude relative du milieu (p. 83-113), la prise de vue aérienne (p. 121-160), l'exploitation métrique et stéréo-photogrammétrique des clichés aériens (p. 161-188), et la cartographie (p. 189-214). Un utile glossaire d'une trentaine de pages est fourni en appendice.

La partie pratique comprend six fascicules constitués de photographies aériennes verticales, en noir et blanc et en couleurs, montées en triplets stéréoscopiques et accompagnées de croquis en couleurs sur calques transparents et de commentaires en trois langues (français, anglais et espagnol). Les fascicules abordent les sujets suivants : 1) généralités, méthodes, émulsions, spectre de houle, génie civil ; 2) géologie et géomorphologie ; 3) pédologie ; 4) végétation ; 5) habitat rural, occupation du sol et archéologie ; 6) urbanisme. Au total, 43 exemples provenant principalement de la France (37%) et de l'Afrique (44%) sont fournis, les commentaires étant faits par des spécialistes rattachés pour la plupart à la Société Géotechnip. Les exemples offerts sont tirés de la revue *Photo-interprétation* et ont été reproduits sans modifications.

Dans l'ensemble, cet ouvrage nous est apparu de bonne qualité. Imposant par des dimensions, il est plutôt modeste par son contenu qui laissera plus d'un photo-interprète sur son appétit. Disons tout de suite qu'il s'adresse plutôt au débutant, même si certains exem-

ples fournis font appel à l'expérience. La démonstration de l'utilité de la photographie aérienne nous paraît réussie. Était-elle vraiment nécessaire ? Nous doutons que les photo-interprètes des diverses spécialités concernées y trouvent leur compte. Visiblement, l'ouvrage ne leur est pas destiné. La nature trop générale de l'ouvrage le rend vulnérable aux critiques des spécialistes. On ne peut satisfaire tout le monde en même temps. Les auteurs en sont conscients qui écrivent (p. 5) : « *Devant le caractère pluri-disciplinaire de l'information photographique aérienne, il faut donc se garder à la fois d'une polyvalence toute théorique comme d'une trop étroite orientation spécialisée.* » Une des premières questions à se poser n'est-elle pas de savoir ce qu'est un photo-interprète ? Les auteurs répondent (p. 10) : « *Un observateur de photographie capable de visualiser et d'analyser une image aérienne et pouvant, par la réflexion, établir des rapports entre les résultats de son analyse.* » Plusieurs utilisateurs de photographies aériennes auraient avantage à méditer cette définition avant de s'afficher comme photo-interprètes, surtout ceux qui ne recourent pas à la vision stéréoscopique. Les auteurs (p. 15) considèrent la géomorphologie comme une science de synthèse constituant le support essentiel de l'interprétation stéréoscopique des photographies aériennes. Voilà une affirmation à laquelle nombre d'interprètes d'expérience souscriront volontiers. Mais ils rappellent également (p. 63) que le photo-interprète « *doit être polyvalent car sinon il est cloisonné et risque de laisser passer beaucoup de choses qui ont pourtant une grande importance dans la discipline même qu'il sert, car la photo, elle, n'est pas cloisonnée et montre la nature dans sa totalité.* » Il convient de souligner ici que polyvalence ne signifie nullement spécialisation dans toutes les branches du savoir concernées.

Les clichés, exceptés quelques-uns (63-2/8 et 69-3/1), sont de qualité bonne à moyenne compte tenu des effets de la reproduction. Les calques d'interprétation et les notices explicatives suppléent jusqu'à un certain point à cette déficience. Les nuances comptent beaucoup en photo-interprétation ; aussi importe-t-il de travailler avec des matériaux de la meilleure qualité possible. Un effort dans ce sens aurait été apprécié, d'autant plus que les textes explicatifs sont de qualité très inégale.

Au royaume de la francophonie, d'aucuns se réjouiront de constater la qualité de la langue, du style et du vocabulaire. Quelques petites lacunes doivent être cependant soulignées. On aurait pu éviter le snobisme en bannissant des mots comme *bed-rock* quand l'on a en français les termes *substrat*, *soubassement* et *bâti rocheux*. L'expression *argile à blocs* est imprécise et désuète ; il faut dire *till argileux*. Pourquoi employer *géomorphologiste* au lieu de *géomorphologue*, et *photo-interpréteur* au lieu de *photo-interprète* ? L'emploi du terme *falaise* pour désigner tout escarpement rocheux escarpé, nous paraît abusif. Ce terme a une signification bien précise et doit être réservé au modelé littoral, une falaise se définissant comme un escarpement raide en bordure d'une nappe d'eau (lac, mer, océan), qui est dû à l'action des vagues et des courants. Mentionnons également quelques erreurs techniques malheureuses qui se sont glissées dans la préparation des calques d'interprétation. Comme il s'agit d'une reprise d'édition, on aurait dû apporter les corrections nécessaires. Ainsi, sur le cliché 63-1/8, la légende indique une palmeraie par une trame à points rouges ; or, sur le croquis transparent elle est représentée par une trame verte. Sur le cliché 64-3/8, il y a inversion des symboles ou trames pour représenter les plates-formes rocheuses littorales et les plages. Sans conséquences sérieuses pour le professionnel, ces erreurs peuvent semer la confusion parmi les débutants. De même certains talus d'éboulis du cliché 65-2/2 en laisseront plusieurs sceptiques.

Les ouvrages français consacrés à l'interprétation des photographies aériennes étant peu nombreux, cet ouvrage impressionnant recevra sans doute bon accueil. Les auteurs démontrent avec beaucoup de conviction l'utilité et les possibilités offertes par la photographie aérienne. Ils donnent aussi un exemple de collaboration, car l'ouvrage n'est pas signé ; ce qui se révèle ennuyeux lorsqu'il s'agit de le citer en référence. Avec la publication de tels guides, la France reprend un peu le terrain perdu. On se gardera de faire des compa-

raisons avec le *Manual of color aerial photography*, publié, il y a quelques années, par l'American Society of Photogrammetry. Le prix de l'ouvrage nous paraît excessif. La diffusion en sera réduite. On comprend mal pourquoi une maison d'édition qui reprend des clichés qu'elle a déjà publiés ailleurs soit forcée de fixer des prix aussi élevés. Il faut bien reconnaître qu'en dehors des compagnies et des bibliothèques, peu de gens disposeront de la somme nécessaire pour se procurer une quarantaine de clichés aériens commentés. C'est malheureux !

Jean-Claude DIONNE

Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère des pêches et des forêts, Sainte-Foy, Qué.

IRVING, R. M. et PRIDDLE, G. B. (éditeurs), 1971. *Crisis. Readings in environmental issues and strategies*. Macmillan, Toronto, 354 p., 9 fig., 8 tab. 20 X 13 cm. Relié-papier, \$4.95.

Il vaut mieux tard que jamais, dit le proverbe. Dans le cas de la pollution du milieu, en particulier des milieux à fortes densités de population, il est déjà très tard sinon trop tard. Les gouvernements, préoccupés par des problèmes immédiats et les intérêts de certains groupes minoritaires qui ont les moyens d'échapper au désastre, ont négligé consciemment ou non de s'occuper de la conservation du milieu. Devant la menace grandissante d'une pollution généralisée, la population s'éveille lentement, prend conscience des dangers imminents qui menacent l'équilibre écologique. Elle réagit avec plus ou moins d'énergie pendant que le législateur, encore incapable d'évaluer en votes le coût de l'opération « épuration-survie », suit de loin les agissements des plus clairvoyants.

Nous avons à réparer les dommages immenses causés par des années de négligence. Alors que la majorité de nos cours d'eau et de nos lacs du Québec méridional sont gravement pollués, nous pensons soudainement d'intervenir. Les mollusques des rivages du Saint-Laurent et du Saguenay ne font plus la joie des gastronomes laurentiens, mais provoquent l'inquiétude ou engendrent de graves maux d'estomac quand ils n'entraînent pas la mort. Les pêcheurs d'anguilles du moyen estuaire se voient interdite une activité qui leur permettait de subsister sans l'assistance sociale. Des populations innocentes sont affectées par la typhoïde ou d'autre virus dangereux pour avoir bu l'eau de nos aqueducs locaux. Par ailleurs, il est interdit de se baigner dans de nombreux lacs et cours d'eau au voisinage des développements urbains. Dans les villes, le bruit rend irascible, l'air vicié empoisonne peu à peu ceux qui le respirent. Tout cela inquiète avec raison une partie de la population et certains dirigeants responsables. Mais la vraie prise de conscience, celle qui permettra aux politiciens de s'appuyer sur les revendications du peuple, n'est pas encore prise. On continue à déverser des tonnes de produits chimiques dans les cours d'eau, à décorer nos routes touristiques de cimetières de voitures, à jeter par les fenêtres de nos autos tous les rebus qui nous tombent sous la main. Le civisme, ça regarde les autres ! La pollution regarde tout le monde : les individus, les gouvernements, les compagnies industrielles. Tous, nous avons une responsabilité dans la conservation du milieu. Si la pollution la plus dangereuse demeure de nature chimique, les autres types de pollution et de dégradation du milieu ne doivent pas pour autant être négligés.

L'ouvrage *Crisis*, publié chez Macmillan sous la direction de deux professeurs de géographie de l'Université de Waterloo, nous plonge au coeur d'un des problèmes les plus angoissants des pays industrialisés : la destruction du milieu par la rupture de l'équilibre écologique. Vingt-six articles ont été réunis dans cet ouvrage destiné à un vaste public. Après avoir posé clairement le problème de la pollution et montré comment l'équilibre écologique est mis en danger, les éditeurs fournissent toute une série d'exposés sur divers aspects de la pollution de l'eau, de l'air, du milieu urbain et sur les pesticides. Les arti-

cles sont intéressants, variés et de qualité inégale, mais tous permettent de mieux comprendre la nécessité d'une action concertée, d'une guerre justifiée à un ennemi terrible que nous avons nous-mêmes engendré. Le titre de l'ouvrage dit vrai ; il s'agit bel et bien d'une crise grave, puisque l'état dans lequel nous sommes présentement résulte des progrès scientifiques de l'homme. Ce qui nous échappe cependant, c'est la menace de destruction que représentent ces mêmes progrès. D'une part l'homme a conquis l'espace en marchant sur la lune, de l'autre il a gaspillé et souillé sans raison le milieu dans lequel il évolue. Rares sont les oiseaux qui salissent leur nid ; mais l'homme, qu'on dit intelligent et raisonnable, le fait aveuglément.

La lecture de *Crisis* permettra sans aucun doute à ceux qui désirent combattre la pollution et œuvrer à la conservation de l'environnement de réaliser l'ampleur des problèmes et l'urgence de la situation. L'opération « nettoyage-conservation-aménagement rationnel » coûtera très cher. Il faut dès maintenant choisir entre la vie ou la mort de la planète des singes. À ceux qui sont conscients et désirent échapper au désastre, nous recommandons de lire prochainement cet ouvrage simple et à prix modique et de le faire lire à leurs amis.

Jean-Claude DIONNE

*Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère des pêches et des forêts, Ste-Foy, Qué.*

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

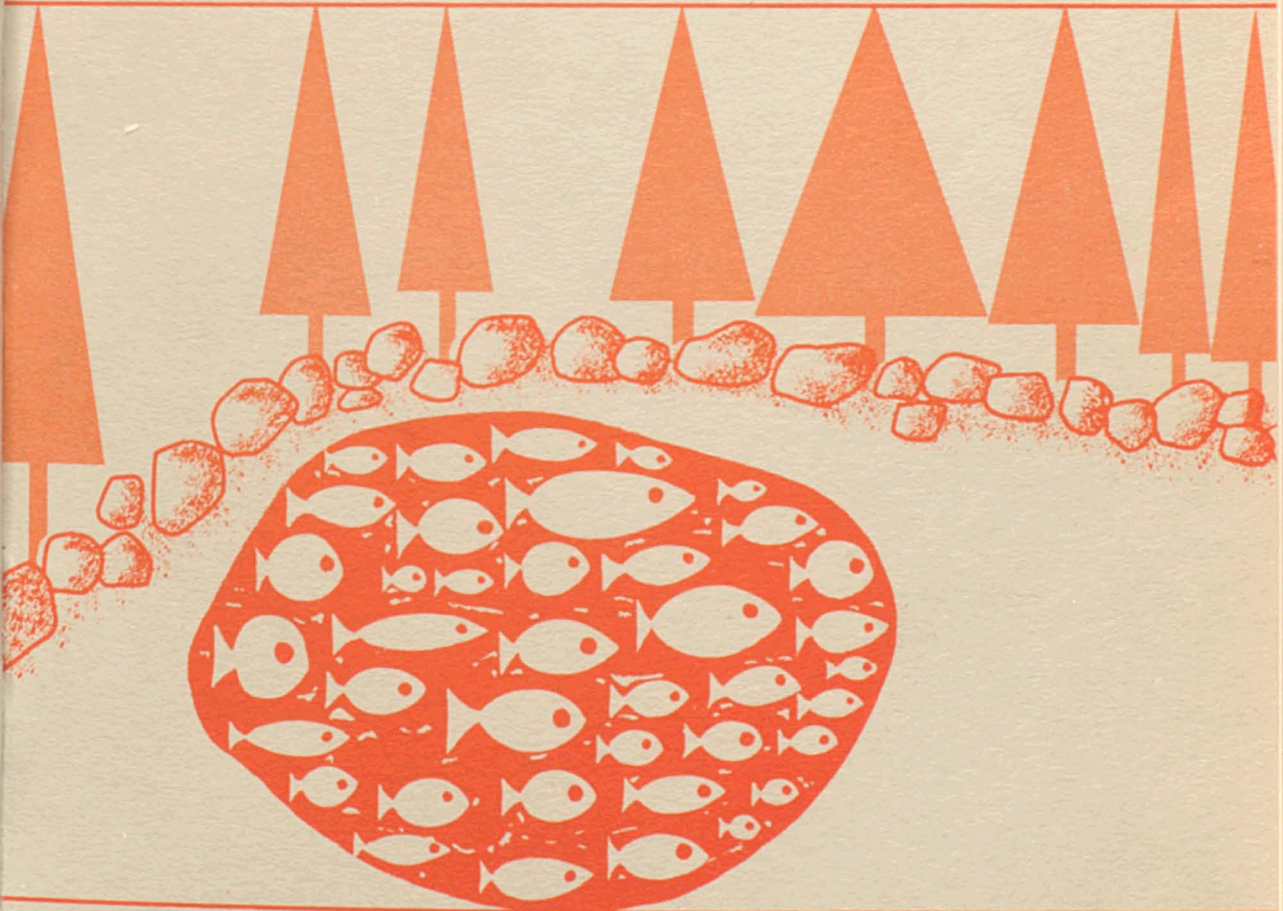
Inventaire des fourmis de la station de biologie de l'Université de Montréal, St-Hyppolyte, Québec (<i>Hymenoptera: Formicidae</i>) M. LETENDRE, A. FRANCOEUR, R. BÉIQUE et J. G. PILON	591
Quelques nouveaux <i>Glossosoma</i> orientaux (Trichoptera: Glossosomatidae) F. SCHMID	607
Valeur de l'analyse chimique du sol pour l'étude de la disponibilité du molybdène pour la fléole et la luzerne B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE	633
Contenu en molybdène total et assimilable des sols du Québec B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE	639
Altération ultrastructurale des chloroplastes dans les cellules de blé infecté par la rouille noire A. JANITOR, J. PINON et G. M. OLA'H	645
Les épervières du Québec ERNEST LEPAGE	657
The vegetation and its distribution on a Rideau river island, Ottawa J. L. CAMERON and J. D. H. LAMBERT	675
Addition du <i>Linum sulcatum</i> Riddell à la flore du Québec RICHARD CAYOUCETTE et CLÉMENT LEDUC	691
Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. II. Liste des espèces CAMILLE ROUSSEAU	697
COMMUNICATIONS BRÈVES	
<i>Abacidus Permundus</i> Say (<i>Coleoptera: Carabidae</i>) in Canada ANDRÉ LAROCHELLE	731
Le <i>Rhus Vernix</i> dans le Québec MARCEL RAYMOND	733
Distribution canadienne du <i>Cladium mariscoides</i> (Muhl.) Torr. MARCEL RAYMOND	735
REVUE DES LIVRES	739



PROPRIÉTÉ DE LA DÉPARTEMENT
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC.

Volume 98,
n° 5,
septembre-octobre 1971

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

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

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

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*

LLOYD M. DICKIE, *Institut océanographique de Bedford*

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

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

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

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*

A. C. NEISH, *Conseil national des recherches du Canada, Halifax*

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

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

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

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

Abonnement annuel

au Canada : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

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

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Septembre-Octobre

No 5

PRODUCTION PRIMAIRE DANS LA BAIE-DES-CHALEURS (GOLFE SAINT-LAURENT)

LOUIS LEGENDRE ¹

*Institute of Oceanography, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia,
et Station de biologie marine, Grande-Rivière, Gaspé, Québec*

Résumé

L'étude de deux séries de données hydrographiques estivales permet de confirmer la présence d'une remontée d'eau profonde au milieu de la région intermédiaire de la Baie-des-Chaleurs. Cet "upwelling" influence le système de production de la baie en modifiant la distribution verticale des sels nutritifs. Les eaux riches en sels nutritifs de la Baie-des-Chaleurs supportent une forte production primaire et les moyennes de production estivale se situe aux environs de $1 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$; la chlorophylle *a* est le facteur qui rend compte de la plus grande partie de la variance de la production.

Abstract

Evidence from two series of summer hydrographic observations gives support to the existence of an upwelling zone, in the center of the intermediate area of Baie-des-Chaleurs. The production system of the bay is influenced by the upwelling through its effect on the vertical distribution of nutrients. Nutrient-rich water of Baie-des-Chaleurs yields high primary production and summer averages near $1 \text{ g C/m}^2/\text{day}$ are reached; the factor accounting for the largest fraction of the variance in primary production is chlorophyll *a*.

Introduction

La Baie-des-Chaleurs fait depuis plusieurs années l'objet de recherches océanographiques, tant à caractère physique que biologique. Une revue des travaux d'océanographie physique effectués entre 1924 et 1967 (Boudreault, 1968) rapporte de nombreuses études sur la circulation générale ainsi que l'origine et les caractéristiques des diverses masses d'eau de la baie; de même, des phénomènes tels que les marées internes ou les fluctuations saisonnières des températures et salinités ont retenu l'attention des chercheurs. Parallèlement

¹ Adresse actuelle: Station zoologique, 06 - Villefranche-sur-Mer, France.

à ces études sur le milieu physique, des recherches furent faites sur divers aspects de la biologie de la baie et notamment sur le zooplancton; les deux principaux travaux d'écologie d'ensemble du zooplancton de la région sont ceux de Brunel (1959) et de Lacroix (1968ms).

Bien que l'on possède un excellent ouvrage taxonomique sur le phytoplancton de la Baie-des-Chaleurs (Brunel, 1962), les études écologiques au niveau des producteurs primaires ne furent pas très nombreuses: en fait, le seul travail publié est une esquisse de la distribution générale de la production primaire dans la baie (Legendre et Watt, 1970).

La principale hypothèse formulée par Legendre et Watt (1970) est celle d'une remontée d'eau profonde au milieu de la région intermédiaire de la Baie-des-Chaleurs, dont l'apport en sels nutritifs influencerait la production primaire; l'esquisse de la distribution horizontale de la production dans la baie fut dégagée à partir de calculs sur les variations saisonnières de la température, de l'oxygène et des phosphates. Une analyse détaillée des caractéristiques physiques et chimiques est nécessaire pour vérifier l'hypothèse d'"upwelling" et en dégager les mécanismes, alors qu'une vérification des valeurs de production primaire obtenues par l'étude des variations saisonnières d'éléments non-conservateurs doit être faite au moyen de la méthode du carbone-14. Outre ces objectifs, la présente étude vise à dégager le rôle des principaux facteurs associés à la production primaire dans la Baie-des-Chaleurs.

La Baie-des-Chaleurs

La Baie-des-Chaleurs, située au nord-ouest du golfe Saint-Laurent (figure 1), s'étend sur une longueur de quelques 120 kilomètres; sa largeur maximum est

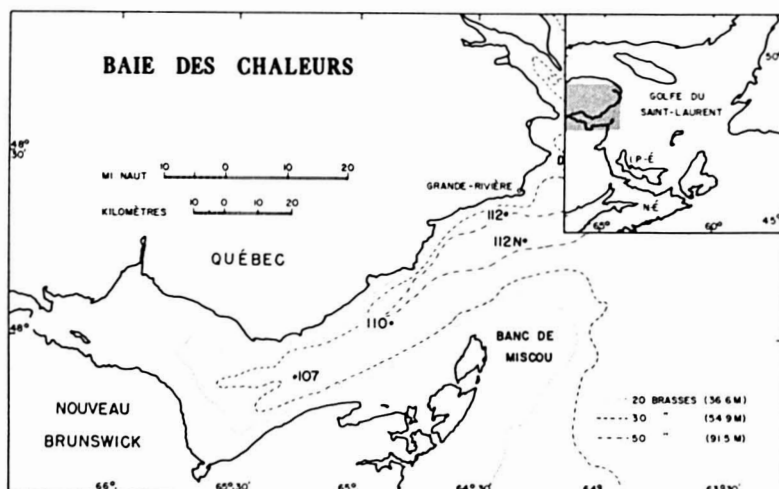


FIGURE 1. Carte de la Baie-des-Chaleurs montrant la position des stations d'échantillonnage et les principaux isobathes.

de 40 kilomètres. La topographie de la baie est celle d'une vallée (Tiphane, 1965), large et peu accidentée à l'amont (ouest), qui se rétrécit et se creuse à l'aval (est).

La circulation générale de la Baie-des-Chaleurs est de type cyclonique, les eaux entrant dans la baie le long des côtes gaspésiennes et ressortant le long de la côte du Nouveau-Brunswick (Tremblay, 1943). Les eaux qui pénètrent dans la baie seraient soumises, de façon variable selon les saisons, à l'influence du courant de Gaspé (Lauzier, Trites et Hachey, 1957) alors que celles qui en ressortent sont marquées des apports d'eau douce, particulièrement importants à la fonte des neiges, du bassin de drainage de la baie; ce type de circulation engendrerait un tourbillon cyclonique, localisé dans la partie orientale de la baie.

Matériel et méthodes

Les données à la base de cette étude furent recueillies à l'occasion de croisières hebdomadaires nocturnes, effectuées au cours des étés 1968 et 1969. Les dates de ces croisières sont consignées au tableau I. Deux stations furent visitées à chaque croisière: la station 110 (48°03'00"N., 64°50'30"O.), qui est située aux environs du centre du tourbillon cyclonique, et la station 112N (48°17'15"N., 64°19'00"O.), sise à l'embouchure de la Baie-des-Chaleurs, dans le golfe Saint-Laurent (figure 1). La profondeur des stations 112N et 110 est respectivement de 115 et 79 mètres.

TABLEAU I

Dates des croisières aux stations 112N et 110 de la Baie-des-Chaleurs au cours des étés 1968 et 1969

	Dates des croisières	
	1968	1969
Mai		13 † , 21-22, 26-27
Juin	5-6, 12-13, 19-20, 26-27	2-4, 17-18, 23-24, 30
Juillet	3-4, 10-11, 17-18, 24-25, 31	2, 8-9, 15-16, 21-22, 28-29
Août	1, 7- 8, 14-15, 21-22	4-5, 11-12, 18-19, 25 †
Total	12 croisières	15 croisières

† croisière à la station 112N seulement.

À chacune des stations, des échantillons d'eau étaient prélevés à 0, 10, 25, 50 et 75 mètres (ainsi qu'à 100 mètres, à la station 112N) au moyen de bouteilles "Van Dorn". Un premier échantillon était immédiatement filtré sur Millipore pour détermination ultérieure des chlorophylles, alors qu'une série de subéchantillons étaient gardés au froid pour les déterminations en laboratoire de sels nutritifs.

Une seconde série d'échantillons d'eau étaient recueillis aux profondeurs correspondant à 1%, 10%, 25%, 50% et 100% de la radiation incidente à la surface, au cours de la soirée précédente, au moyen de bouteilles "Van Dorn" munies de soies n° 3 (vide de maille de 0.333 mm). Ces échantillons étaient subdivisés pour les déterminations de pH, d'alcalinité et de production primaire.

La technique dite "*in situ* imité" fut utilisée pour l'étude de la production primaire. Dès le retour au laboratoire, les bouteilles claires et sombres étaient inoculées de 5 microcuries de bicarbonate de sodium - C¹⁴ et placées dans un incubateur à température constante, sous des filtres neutres. Au terme d'une incubation d'une quinzaine d'heures, du lever au coucher du soleil, les échantillons étaient filtrés sur Millipore et l'activité des filtres était déterminée après

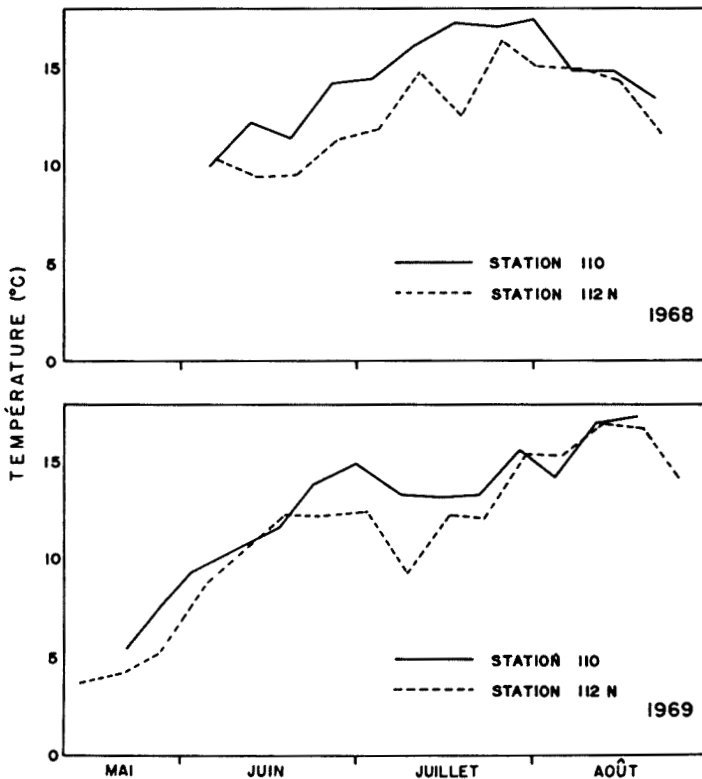


FIGURE 2. Variations estivales de la température de surface aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969.

exposition aux vapeurs d'HCl. Le protocole suivi est une adaptation de celui de Strickland et Parsons (1965), en accord avec les recommandations du groupe d'experts de l'Unesco (1967).

Les analyses chimiques furent effectuées selon le manuel de Strickland et Parsons (1965), les échantillons étant gardés à -15°C . Les salinités furent déterminées au moyen d'un salinomètre à induction et normalisées pour 20°C .

Caractéristiques physiques et chimiques

TEMPÉRATURE

L'évolution des températures de surface (figure 2) jusqu'à la fin de juin semble indiquer un réchauffement pré-estival assez semblable au cours des deux années; la progression un peu plus rapide de 1969 est vraisemblablement liée à la différence du niveau moyen de radiation solaire (tableau II). Tant en 1968 qu'en 1969, la température de surface atteinte à la fin de juin se situe entre 14°C et 15°C à la station 110 et aux environs de 12°C à la station 112N.

TABLEAU II

Radiation incidente moyenne (langley/jour) à Grande-Rivière,
au cours des deux saisons d'échantillonnage

Date	1968	1969
16 - 31 mai	513	453
1 - 15 juin	469	532
16 - 30 juin	463	539
1 - 15 juillet	577	496
16 - 31 juillet	508	404
1 - 15 août	471	441
16 - 31 août	389	439

À compter du début de juillet, le réchauffement de 1968 est beaucoup plus rapide que celui de 1969, mais il se termine brusquement peu après le début d'août alors qu'en 1969 la progression se poursuit au moins jusqu'à la mi-août. Ces différences reflètent assez bien les moyennes de radiation solaire (tableau II), très forte pendant la première quinzaine de juillet 1968 et diminuant rapidement jusqu'à la fin d'août, tandis que le profil de l'été 1969 demeure très monotone.

L'été hydrographique 1969 est donc plus long qu'en 1968. Tel qu'observé par Lacroix et Filteau (1969) pour les étés 1960-64, les maximums de tem-

pérature sont généralement atteints à peu près simultanément à l'intérieur et à l'extérieur de la baie et les températures de surface de l'intérieur sont dans l'ensemble plus élevées que celles de l'extérieur.

La figure 3 illustre les variations saisonnières de la stratification thermique aux deux stations d'échantillonnage. Les fluctuations des isothermes à la station

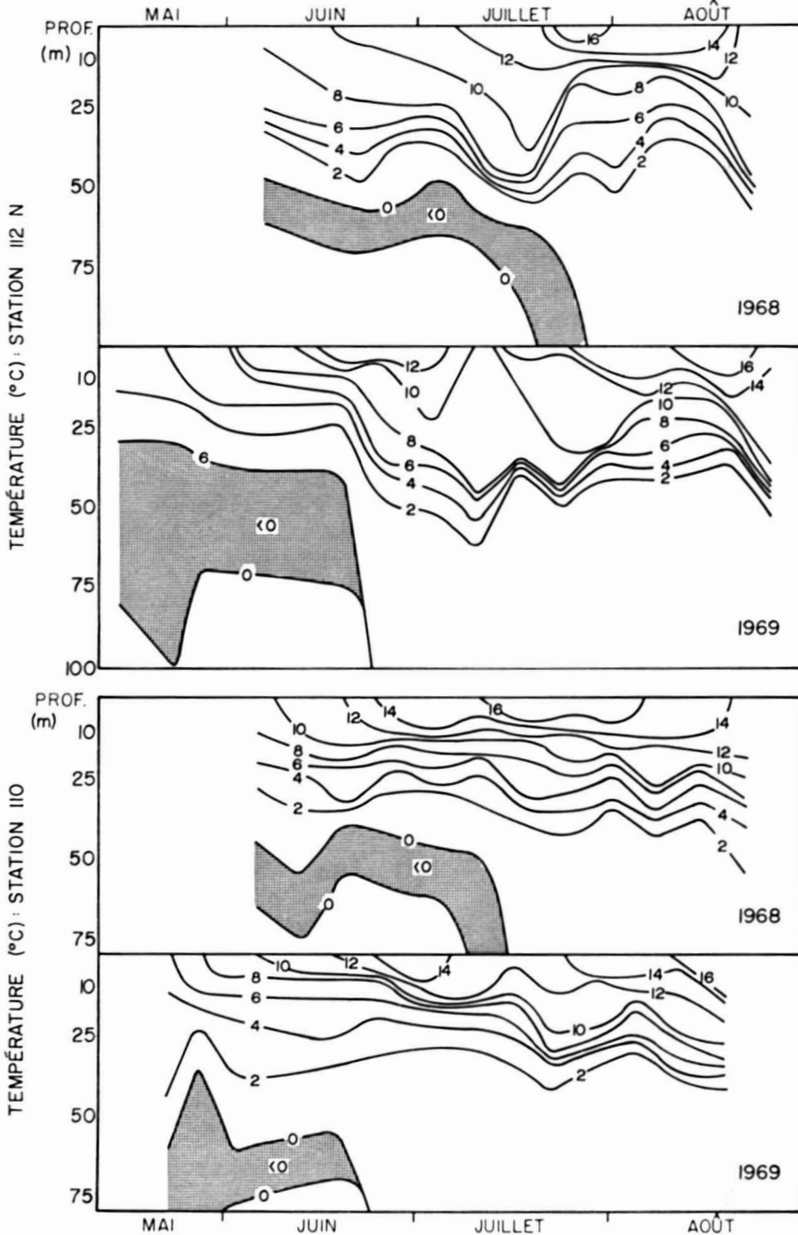


FIGURE 3. Variations estivales de la profondeur des isothermes aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969.

112N suivent les grandes lignes du modèle dégagé par Boudreault (1967) pour la station-pilote 112 (figure 1). Au cours de l'été, le plus fort gradient de température peut être observé entre les isothermes de 8°C et 2°C, qui définissent les limites supérieure et inférieure de la thermocline. Les isothermes s'enfoncent progressivement jusqu'à la mi-juillet, ce qui indique un réchauffement intense de la colonne d'eau, et les températures négatives disparaissent au cours du processus. À compter de la mi-juillet, en 1968, les isothermes de la thermocline subissent une forte oscillation vers la surface alors qu'ils demeurent beaucoup plus stables en 1969.

La thermocline à la station 110 est moins bien définie qu'à la station 112N et semble être située entre les isothermes de 10°C à 8°C et ceux de 4°C à 2°C (figure 3). Les deux années ne présentent pas de différences marquantes et les isothermes de la thermocline, à part quelques faibles oscillations, demeurent à une profondeur à peu près constante.

Une analyse de variance fut menée pour chacune des deux stations et des deux saisons en vue de dégager la signification de la distribution verticale des températures. La somme des carrés d'écart attribuable aux différences entre les profondeurs fut elle-même partagée en composantes indépendantes possédant chacune un seul degré de liberté; les $z - 1$ comparaisons entre les z profondeurs furent définies comme un ensemble de fonctions orthogonales, ayant pour but de mettre en évidence l'originalité de l'étage de 25 mètres. Pour ce faire, des sommes de carrés d'écart furent calculées pour les différences de températures entre la surface et 10 mètres, l'étage 0-10 mètres et 25 mètres, ainsi qu'entre la couche 0-25 mètres et l'ensemble des profondeurs situées au-dessous; des composantes furent de même isolées, à la station 112N, pour les comparaisons entre 50 mètres et la couche 75-100 mètres, ainsi qu'entre 75 et 100 mètres, alors que seule était calculée la différence entre 50 et 75 mètres à la station 110.

La zone au-dessous de 50 mètres apparaît comme uniformément homogène à la station 110 et ne présente pas de différences hautement significatives ($p < 0.001$) à la station 112N; de même, la couche de surface, au-dessus de 10 mètres, n'accuse pas de variations hautement significatives. Il existe cependant des différences hautement significatives entre les températures de la couche de surface et celles de l'étage de 25 mètres, de même qu'entre l'étage 0-25 mètres et la couche inférieure. Les analyses de variance viennent donc confirmer la présence d'une discontinuité thermique séparant deux couches assez homogènes et qui se situe entre 10 et 50 mètres.

La composante saisonnière de la variance était, dans tous les cas, hautement significative.

Les isothermes de la station 110 sont plus stables que ceux de la station 112N, alors que le gradient moyen de température entre la base de la thermo-

cline (isotherme de 2°C) et la surface est plus fort à la station 110 de presque 0.1°C/mètre (tableau III). Cette différence dans les gradients est principalement liée à la profondeur moyenne de l'isotherme de 2°C, plus faible à la station 110 d'une dizaine de mètres. La stabilité relative de la structure thermique à la station 110 ainsi que le fort gradient de température dans la zone supérieure sont autant de facteurs qui supportent l'hypothèse d'un tourbillon cyclonique centré aux environs de la station 110.

TABLEAU III

Moyenne, pour les mois de juin à août, de la température de surface, de la profondeur de l'isotherme de 2°C et du gradient de température entre cet isotherme et la surface

	Station 110		Station 112N	
	1968	1969	1968	1969
Température de surface (°C)	14.4	14.1	12.6	13.2
Profondeur _{2°C} (m)	37	35	44	42
Gradient (°C/m)	0.34	0.35	0.25	0.28

SALINITÉ

La figure 4 illustre les variations estivales de la distribution verticale des salinités. Le phénomène le plus caractéristique est la très grande stabilité des isohalines sous 25 mètres. Les quelques oscillations de plus forte amplitude, généralement limitées à la couche superficielle, sont vraisemblablement liées à des déplacements horizontaux ainsi qu'à l'effet des marées internes.

Les valeurs minimales de salinité, à la surface, sont généralement observées en juin (au début de juillet à la station 112N, en 1968) et les valeurs les plus élevées apparaissent en août.

La salinité moyenne de l'étage inférieur (25 mètres et plus) est une caractéristique très stable des stations d'échantillonnage, puisque seules les moyennes observées dans la couche supérieure (0 et 10 mètres) présentent des différences significatives ($p < 0.05$) entre les deux années. Les moyennes de la salinité estivale à 25 mètres sont 28.90% et 29.10%, aux stations 112N et 110, et atteignent des valeurs respectives de 31.35% et 31.86% à 75 mètres; la moyenne des observations de 100 mètres, à la station 112N, est de 32.10%. La signification des plus fortes salinités de la couche inférieure, à la station 110, est dégagée au chapitre de la discussion.

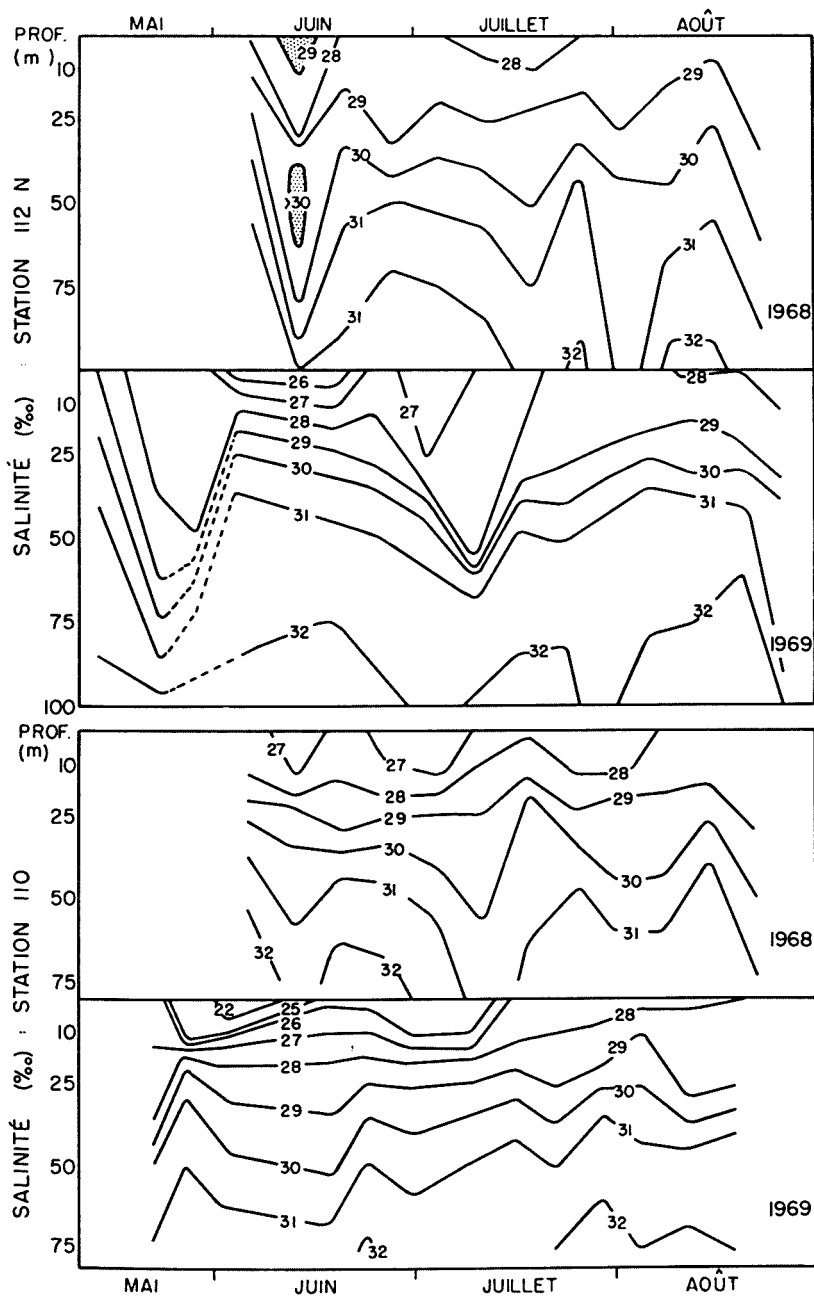


FIGURE 4. Variations estivales de la profondeur des isohalines aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969. Les traits discontinus indiquent l'absence d'une observation.

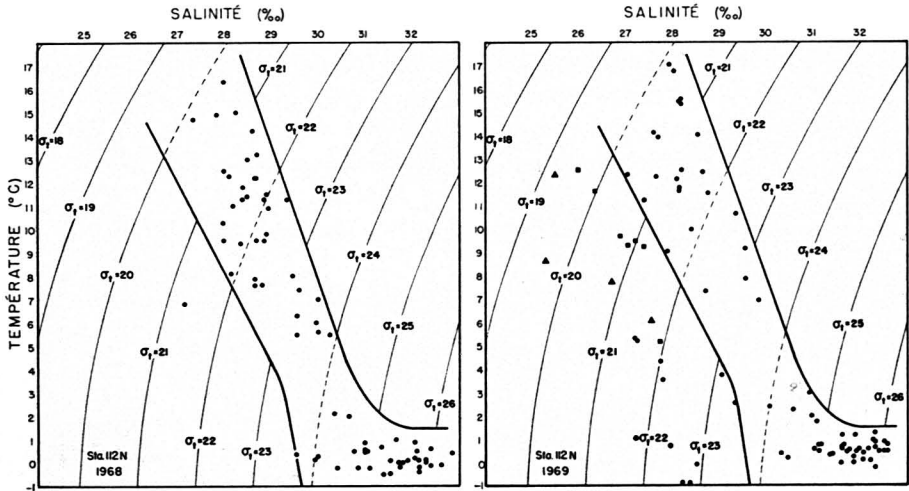


FIGURE 5. Diagrammes T-S des observations estivales à la station 112N en 1968 et 1969. Pour l'explication des symboles, voir le texte.

Une analyse de variance de même type que celle des températures (voir plus haut) a mis en évidence l'homogénéité de la couche 0-10 mètres ($p > 0.05$, sauf à la station 110 en 1969, où $0.01 > p > 0.001$), dégageant ainsi un parallèle entre la distribution des températures et des salinités à la surface. La seule autre comparaison ne présentant pas de différences hautement significatives ($p < 0.001$) est celle des deux étages du fond ($0.05 > p > 0.01$, sauf à la station 110 en 1968, où $p < 0.001$), ce qui illustre bien l'importance du gradient de salinité à travers presque toute la colonne d'eau. Le gradient vertical domine d'ailleurs la distribution des salinités à un tel point que la composante saisonnière de la variance n'est très significative que dans la moitié des cas.

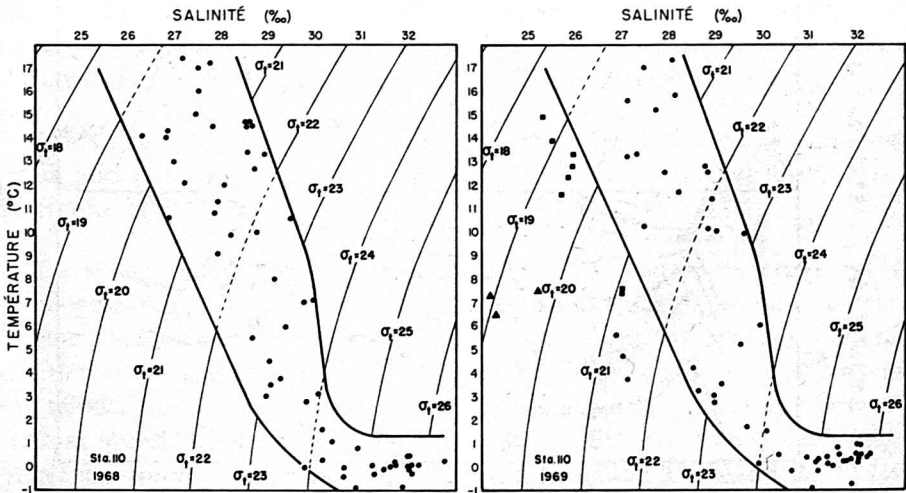


FIGURE 6. Diagrammes T-S des observations estivales à la station 110 en 1968 et 1969. Pour l'explication des symboles, voir le texte.

DIAGRAMMES TEMPÉRATURE-SALINITÉ

La figure 5 présente les températures et salinités de la station 112N sous forme de diagrammes T-S. L'enveloppe tracée vise à rendre compte des conditions estivales moyennes des deux saisons d'échantillonnage, à l'exclusion de certaines données de la couche de surface, en 1969. Les observations estivales exclues de l'enveloppe moyenne sont celles des 4 et 18 juin (\blacktriangle), qui correspondent à une intrusion d'eau de faible salinité, ainsi que celles des 2 et 9 juillet (\blacksquare), qui présentent des conditions de salinité relativement basse associée à des températures assez élevées. Les observations de la zone de surface des 13 au 27 mai (\bullet) sont de type nettement printanier et, de ce fait, non comprises dans l'enveloppe estivale.

De même pour la station 110 (figure 6), l'enveloppe estivale de 1969 ne comprend ni les données de très basse salinité (\blacktriangle) des 26 mai et 2 juin (un point de salinité 21‰ n'est pas représenté), ni les observations légèrement anormales (\blacksquare) des 17 juin au 8 juillet. Les données du 21 mai sont considérées comme printanières (\bullet).

Les enveloppes des deux stations sont assez semblables et révèlent la présence d'une masse d'eau, située entre les isopycnes 24 et 26, où sont rassemblées de façon très compacte les observations de 50 mètres et plus. Les points provenant de 0 et 10 mètres se retrouvent au-dessus de l'isopycne 22, leur dispersion étant attribuable à la distribution des observations tout au cours de l'été. Quant aux données de 25 mètres, comprises entre les isopycnes 22 et 24, elles marquent la discontinuité qui isole les eaux de profondeur de celles de la surface.

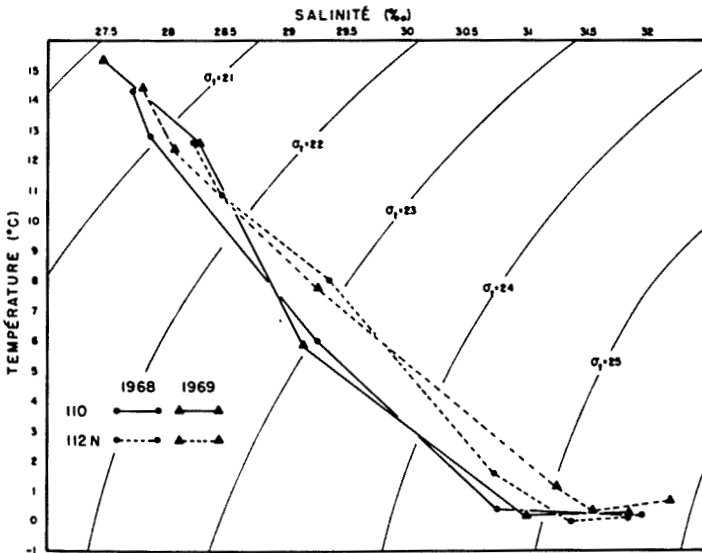


FIGURE 7. Courbes T-S des observations estivales aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969.

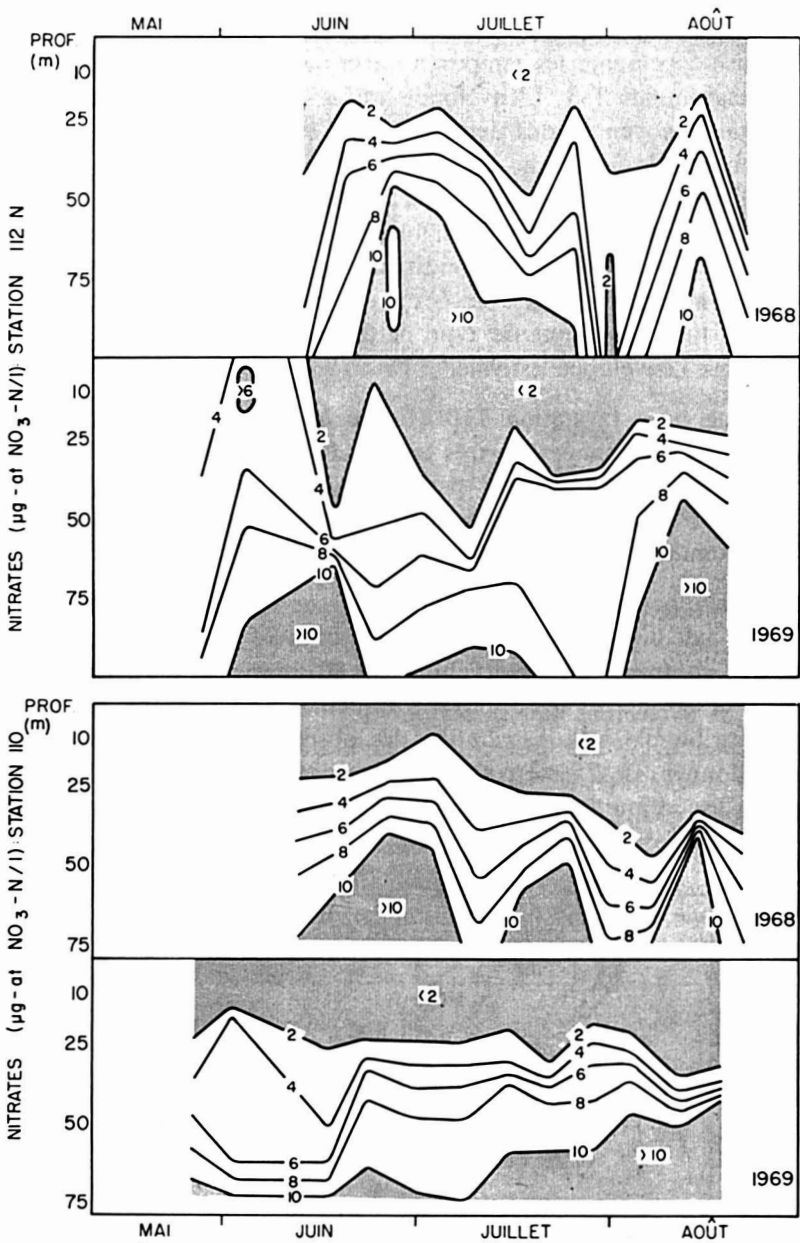


FIGURE 8. Variations estivales de la profondeur des isoplèthes de nitrates aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969.

Les températures et salinités comprises dans les enveloppes ont servi à calculer, pour chacune des profondeurs, les températures et salinités moyennes qu'illustre, sous forme de courbes T-S, la figure 7. Les secteurs des courbes situées au-dessus de l'isopycne 22 (0 et 10 mètres) et autour de l'isopycne 25

(50 mètres et plus) sont très semblables pour les deux stations. La principale différence entre les stations réside à l'étage de 25 mètres, situé sur l'isopycne 23, où l'on note un écart de quelques 2°C; cette observation rejoint celle déjà faite au sujet du gradient de température à la station 110 et pourrait être interprétée en relation avec une remontée possible des eaux de profondeur à cette station.

SELS MINÉRAUX AZOTÉS

Les sels nutritifs azotés étudiés en relation avec la production primaire furent les nitrites, les nitrates et l'ammoniaque. Les concentrations de nitrites, qui sont très faibles (moyenne de 0.08 $\mu\text{g-at NO}_2\text{-N/litre}$), ne furent évaluées que pour corriger les déterminations de nitrates, réduits sous forme de nitrites en cours d'analyse.

La figure 8, qui illustre les variations estivales de la distribution verticale des nitrates, met en évidence l'influence de la stratification sur les concentrations de sels nutritifs. Au cours des deux saisons d'échantillonnage, les observations de la couche 0-10 mètres ne furent supérieures à 1.0 $\mu\text{g-at NO}_3\text{-N/litre}$ que dans 15% des cas, alors que plus de la moitié des valeurs de 25 mètres étaient inférieures à 2.0 $\mu\text{g-at NO}_3\text{-N/litre}$; par contraste, 95% des observations sous 25 mètres sont supérieures à 2.0 $\mu\text{g-at NO}_3\text{-N/litre}$.

À compter du moment où la stratification est bien établie, l'isoplèthe de 2.0 $\mu\text{g-at NO}_3\text{-N/litre}$ correspond assez intimement à l'isotherme de 8°C et à l'isohaline de 30‰, ce qui permet de bien localiser la zone de mélange. Une analyse de variance de même type que celle menée pour les températures (voir plus haut) confirme par ailleurs l'homogénéité de la couche 0-25 mètres; de même que pour les salinités, le gradient vertical domine la distribution des nitrates à un point tel que la composante saisonnière de la variance n'est généralement pas significative.

Les données d'ammoniaque sont limitées à 9 croisières de l'été 1969 par suite du rejet de toutes les autres déterminations, conséquence d'un mauvais contrôle des blancs. Contrairement aux nitrates, les variations estivales d'ammoniaque (figure 9) sont limitées à la surface, sous laquelle se retrouve une nappe très homogène de faible concentration (en moyenne, 1.0 $\mu\text{g-at NH}_3\text{-N/litre}$). La figure 10 illustre la relation directe qui se manifeste entre la concentration d'ammoniaque dans la couche de surface et la quantité de zooplancton présente, tant à la surface que dans toute la colonne (soies no 6: vide de maille de 0.239 mm). Les poids secs de zooplancton furent convertis en atomes d'azote à partir des déterminations de Harris et Riley (1956), selon lesquelles l'azote constitue 8.91% du poids sec du zooplancton: le facteur de conversion est par conséquent 6.35 $\mu\text{g-at N/mg}$ de zooplancton.

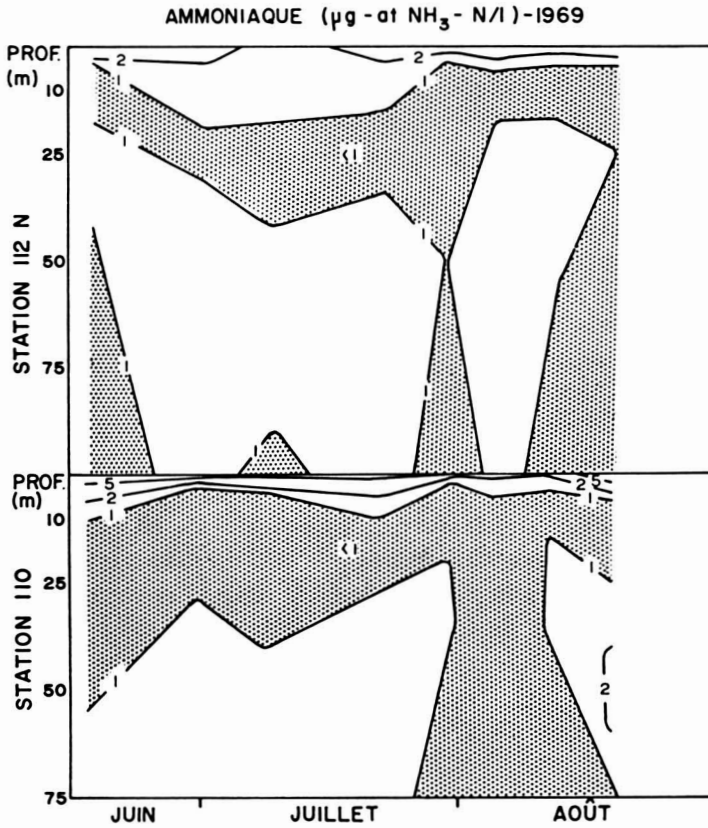


FIGURE 9. Variations estivales de la profondeur des isoplèthes d'ammoniaque aux stations 112N et 110 en 1969.

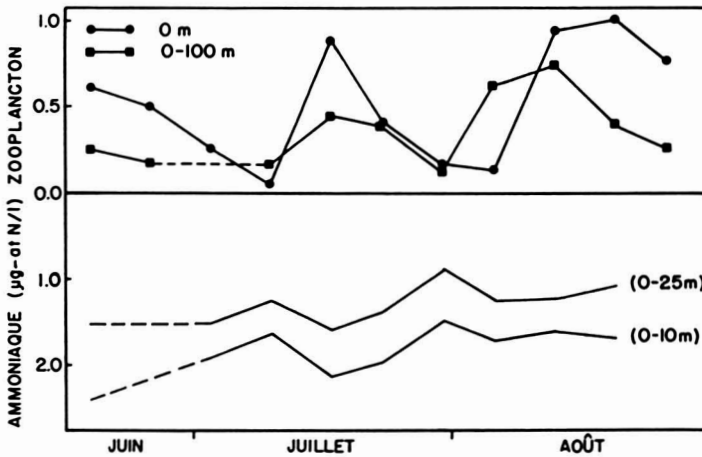


FIGURE 10. Variations estivales des quantités de zooplancton à la surface (0 m) et dans toute la colonne (0-100 m), en regard des variations moyennes d'ammoniaque $\text{NH}_3\text{-N}$ dans les couches 0-10 et 0-25 mètres, à la station 112N en 1969. Les traits discontinus indiquent l'absence d'une observation.

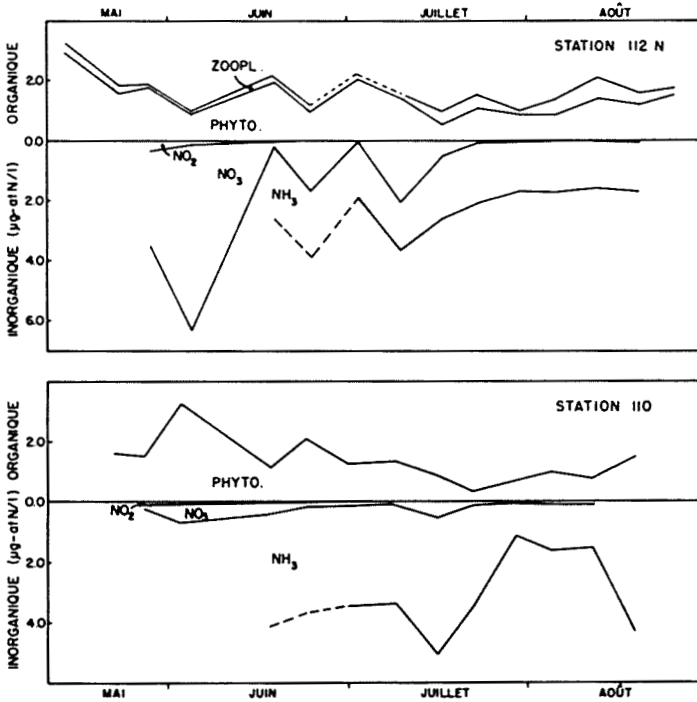


FIGURE 11. Variations estivales des quantités moyennes de phytoplancton en regard des variations moyennes des sels minéraux azotés dans la couche de surface (0-10 mètres), aux stations 112N et 110 en 1969; les quantités de zooplancton dans toute la colonne (0-100 mètres) sont indiquées pour 112N. Les traits discontinus indiquent l'absence d'une observation.

Les quantités d'azote organique, qu'illustre la figure 11, furent calculées en considérant que la quantité de chlorophylle *a* (en µg) correspond à 95% de celle de l'azote du phytoplancton (en µg-at); cette valeur, tirée de Harris (1959), permet de calculer un facteur de 1.05 µg-at N/µg de chlorophylle *a*. Les variations saisonnières des sels minéraux azotés, liées à des phénomènes biologiques, semblent limitées à la couche de surface de telle sorte que les valeurs présentées sont une moyenne des deux premiers étages d'échantillonnage. Tel que relevé par Riley, Stommel et Bumpus (1949) pour les eaux côtières du nord-ouest de l'Atlantique, l'on note une disparition quasi complète des nitrates de la couche de surface à compter du milieu de l'été; cette caractéristique, que présentent tout aussi bien les observations de 1968, laisse soupçonner l'importance de la régénération de l'ammoniaque par le zooplancton et les bactéries pour la production primaire de fin d'été. Les quantités de phytoplancton évoluent de façon très monotone au cours de l'été et leur distribution semble indiquer que la période de floraison printanière se termine alors que débute l'échantillonnage.

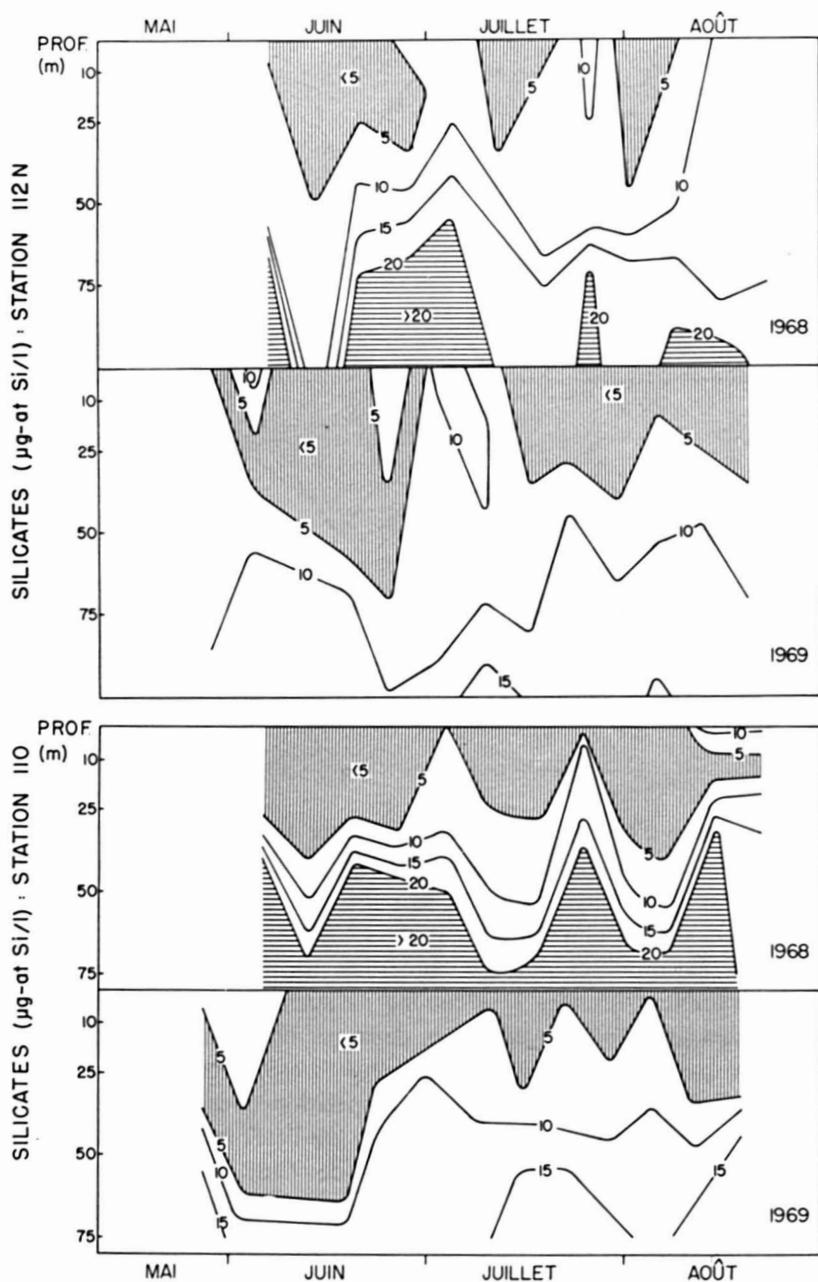


FIGURE 12. Variations estivales de la profondeur des isoplèthes de silicates aux stations 112N et 110 en 1968 et 1969.

SILICATES

Les variations estivales de la distribution verticale des silicates sous la zone de mélange (figure 12) sont très similaires à celles des nitrates (figure 8), alors que les concentrations de surface varient de façon à peu près simultanée aux deux stations. De même que pour les concentrations de nitrates, l'analyse de variance de la distribution verticale des silicates dégage l'homogénéité de la couche 0-25 mètres, qui est bien isolée de la zone sous-jacente. La composante saisonnière de la variance n'est très significative ($p < 0.01$) qu'à la station 112N.

TABLEAU IV

Coefficients de corrélation partielle entre les facteurs physiques et chimiques, selon leur distribution spatio-temporelle au cours des étés 1968 (partie supérieure des tableaux) et 1969 (partie inférieure).

Le nombre des degrés de liberté (d.l. = n-6) en 1968 et 1969 est respectivement, à la station 112N, 60 et 66 et, à 110, 49 et 54.

Facteurs	Temp.	Sal.	NO ₃	Si	Date	Prof.
Station 112N						
Temp.		-0.376**	-0.053	0.231	0.192	-0.530**
Sal.	-0.147		0.496**	0.152	0.176	0.289*
NO ₃	-0.351**	0.544**		0.450**	-0.307*	0.037
Si	0.176	-0.527**	0.677**		0.290*	0.112
Date	0.559**	0.492**	0.023	0.012		0.000
Prof.	-0.278*	0.588**	-0.093	0.426**	0.000	
Station 110						
Temp.		-0.416**	0.059	0.139	0.433**	-0.502**
Sal.	-0.273*		0.242	0.186	0.459**	0.310*
NO ₃	-0.195	0.007		0.551**	-0.492**	0.324*
Si	-0.015	-0.131	0.674**		0.228	0.008
Date	0.613**	0.650**	0.163	0.081		0.000
Prof.	-0.203	0.542**	0.496**	-0.032	0.000	

** probabilité d'indépendance des 2 variables < 1%.

* probabilité d'indépendance des 2 variables < 5%, mais > 1%.

Les variations des concentrations de surface des silicates sont évidemment directement liées à la croissance des populations de diatomées et ne semblent pas présenter de caractère limitant; les fortes concentrations observées au

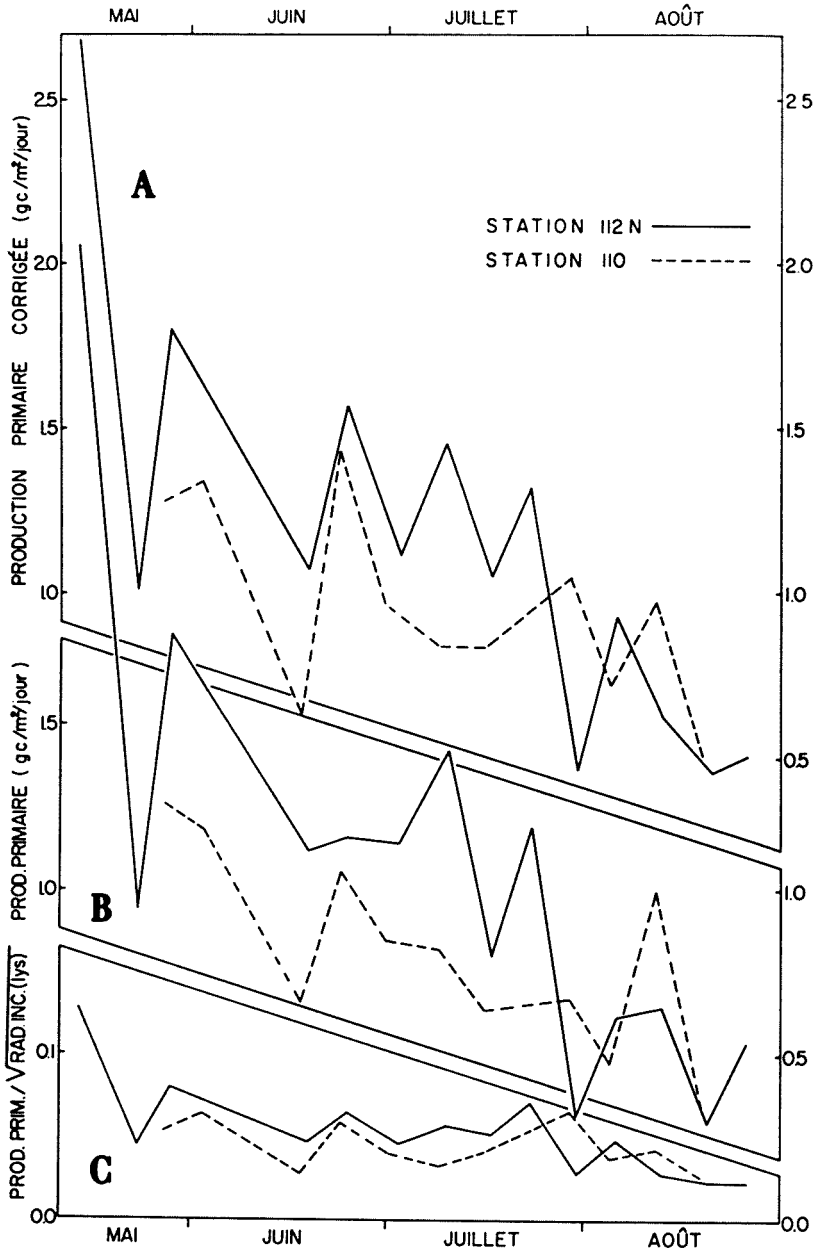


FIGURE 13. Variations estivales de la production primaire totale (A) corrigée en rapport avec la radiation solaire incidente moyenne, (B) observée au cours de l'incubation et (C) indépendante de la radiation solaire, aux stations 112N et 110 en 1969.

début de juin 1969 correspondent vraisemblablement à l'intrusion d'une masse d'eau plus douce, décrite plus haut.

INTERACTION DES FACTEURS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Un examen des coefficients de corrélation partielle, consignés au tableau IV, permet de dégager le mode d'interaction des principaux facteurs physiques et chimiques, en relation avec la date et la profondeur de leur échantillonnage. Les coefficients de corrélation partielle étant calculés sur la base d'une relation linéaire, les significations mises en évidence sont minimales.

Le fait le plus intéressant est la très grande similitude des deux années d'échantillonnage à la station 110: 13 coefficients de corrélation sur 15 font preuve, à cette station, d'un même type d'interaction (significative ou non-significative) au cours des deux années, alors que ce nombre se limite à 7 à la station 112N.

Il y a 3 cas où l'on observe une interaction similaire entre deux variables au cours des deux années et aux deux stations d'échantillonnage: température-silicates, nitrates-silicates et salinité-profondeur. De même, il n'y a que 3 cas où une interaction ne se manifeste que deux fois: salinité-nitrates, date-nitrates et profondeur-nitrates.

De façon générale, température et salinité semblent évoluer tout au long de l'été selon les axes profondeur et temps; ces deux facteurs hydrographiques font montre d'une relation inverse généralement significative, qui rejoint très bien la linéarité des courbes T-S (figure 7). Les sels nutritifs, silicates et nitrates, sont fortement liés entre eux et l'on note une bonne corrélation salinité-nitrates à la station 112N ainsi qu'entre la distribution des nitrates et la profondeur, à la station 110,

La station 110 présente donc un caractère assez différent de celui de la station 112N, tant au plan de la stabilité annuelle qu'à celui du comportement des sels nutritifs en relation avec les facteurs hydrographiques. Les variations des sels nutritifs, d'autre part, démontrent une forte corrélation au cours des deux saisons d'échantillonnage et aux deux stations.

Production primaire

VARIATIONS ESTIVALES EN 1967 ET 1969

Seules les données de production primaire des étés 1967 et 1969 feront l'objet d'une analyse détaillée, par suite d'une incertitude technique concernant les valeurs obtenues en 1968: la solution de $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$, alors employée contenait des particules qui pouvaient être retenues lors de la filtration. Les données de l'été 1967 ont déjà été l'objet d'un premier examen (Legendre, 1968); les valeurs observées après le 7 août 1967 présentaient un caractère anormal, qu'il

est maintenant possible d'associer au début de la période d'utilisation de la solution suspecte de carbonate de sodium.

Les courbes de distribution verticale de la production primaire à chacune des stations furent intégrées, pour chacune des croisières, au moyen de la formule suivante:

$$\text{production totale} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} \left[(z_{i+1} - z_i) \times (P_{i+1} + P_i) \right] \quad (1)$$

où la production primaire totale (g C/m²/jour) est calculée à partir des n profondeurs d'échantillonnage (z_i : mètres) et de la production primaire à chacune de ces profondeurs (P_i : g C/m³/jour). Les résultats de cette intégration, pour l'été 1969, sont illustrés à la figure 13B.

Les valeurs de production primaire obtenues par la méthode du carbone-14 sont fortement dépendantes des conditions prévalant au moment de l'incubation et ne représentent pas nécessairement la production moyenne au cours de la période étudiée. La radiation solaire incidente, qui est l'un des facteurs critiques, subit de fortes variations quotidiennes en fonction des conditions météorologiques; il importe donc de corriger les valeurs de production primaire observée en rapport avec la radiation solaire moyenne.

Ryther (1956) propose une courbe de la photosynthèse relative dans la zone photique, dont l'expression suivante fournit une bonne approximation:

$$\text{photosynthèse relative} = b (\text{radiation incidente})^{1/2} \quad (2)$$

où b est une constante.

TABLEAU V

Analyse de variance de la droite d'estimation de la production primaire (g C/m²/jour) à partir de la racine carrée de la radiation incidente ($\sqrt{\text{langleys}}$), au cours de l'été 1969.

Source de variance	Somme des carrés d'écarts	Degrés de liberté	Estimation de la variance	t	R ²
Estimation	1.879316	1		2.789*	0.253
Résiduelle	5.555437	23	0.241541		
Totale	7.434753				

$$\text{Production} = -0.097 + 0.055 \sqrt{\text{Radiation}}$$

* probabilité de $t < 5\%$, mais $> 1\%$.

Le tableau V présente une analyse de variance de la droite d'estimation de la production primaire totale à partir de la racine carrée de la radiation incidente: cette analyse permet d'établir qu'il existe une relation significative ($0.02 > p > 0.01$) entre la production et l'insolation au cours de l'incubation et que l'emploi d'un modèle linéaire élimine quelque 25% de la variance observée. La droite d'estimation passe par l'origine:

$$t_{(23)} = \frac{Y_o}{\sqrt{V(Y_o)}} = \frac{-0.097328}{\sqrt{0.151177}} = -0.250 \quad (p > 0.05)$$

ce qui est en accord avec le modèle (2). Le quotient de la production primaire par la racine carré de la radiation solaire au cours de l'incubation est illustré, pour l'été 1969, à la figure 13C.

La multiplication de cette valeur, indépendante de la radiation solaire observée, par la racine carrée de la radiation incidente moyenne a pour résultat

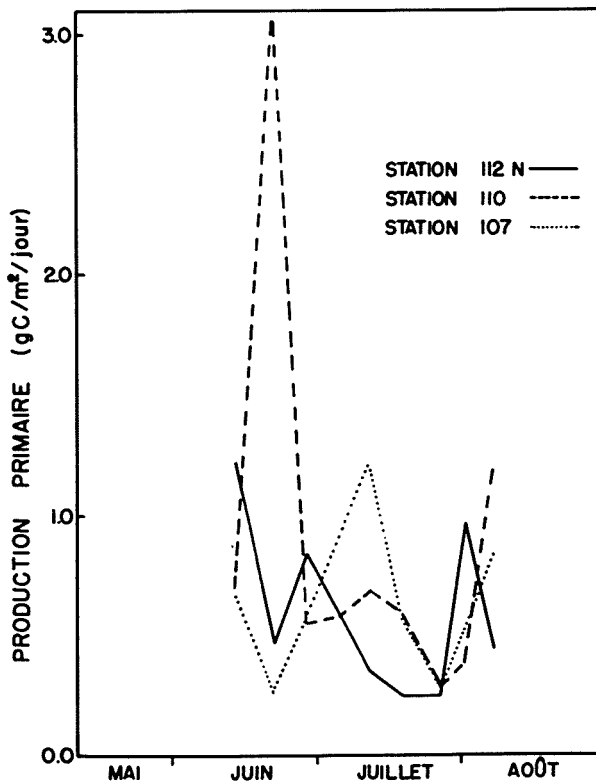


FIGURE 14. Variations estivales de la production primaire totale, corrigée en rapport avec la radiation solaire incidente moyenne, aux stations 112N, 110 et 107 en 1967.

TABLEAU VI

Coefficients de corrélation partielle entre k_b (production primaire relative) et quelques facteurs, selon leur distribution spatio-temporelle au cours de l'été 1967.

Facteurs	k_b	Chl.a	Temp.	Sal.	Date	Prof.
Stations 112N (d.l. = 33) et 110 (d.l. = 35)						
k_b		0.277	-0.128	-0.353*	0.087	0.216
Chl.a	0.863**		0.062	0.212	-0.243	-0.176
Temp.	-0.185	0.054		-0.426*	0.683**	-0.619**
Sal.	0.256	-0.316	-0.619**		0.580**	0.351*
Date	0.129	-0.198	0.435**	0.398*		0.000
Prof.	-0.423**	0.300	-0.313	0.493**	0.000	

Station 107 (d.l. = 27)

Chl.a	0.368*					
Temp.	-0.233	0.011				
Sal.	-0.027	-0.206	-0.508**			
Date	0.352	-0.244	0.615**	0.544**		
Prof.	-0.247	-0.055	-0.603**	0.234	0.000	

** probabilité d'indépendance des 2 variables < 1%.

* probabilité d'indépendance des 2 variables < 5%, mais > 1%.

une valeur corrigée de production primaire. La radiation incidente moyenne est calculée à partir d'une formule de moyenne pondérée:

$$I_o = \frac{1}{8} \left[I_{j-2} + 3I_{j-1} + 3I_j + I_{j+1} \right] \quad (3)$$

où la radiation incidente moyenne (I_o) est une fonction de la radiation observée au cours de l'incubation (I_j) et de celle des jours voisins ($I_{j \pm 1}$). La production primaire observée est donc corrigée au moyen de la formule:

$$\text{production corrigée} = \text{production totale} \times \sqrt{\frac{I_o}{I_j}} \quad (4)$$

où la *production totale* et I_o sont calculés respectivement à partir de (1) et (3).

Les valeurs de production primaire corrigée des étés 1969 et 1967 sont illustrées aux figures 13A et 14.

La production primaire aux stations d'échantillonnage décroît de façon continue tout au long de l'été 1969, pour atteindre un niveau de l'ordre de 0.5 g C/m²/jour à la fin d'août; bien que les valeurs de la station 112N soient supérieures à celles de la station 110 dans 70% des cas, les deux stations ne présentent pas de différences très marquantes. L'évolution saisonnière de 1967 est moins bien caractérisée que celle de 1969, par suite de l'absence d'observations au début et à la fin de l'été; le trait caractéristique de la période d'échantillonnage, aux stations 112N et 110, semble être un plateau de basse production encadré entre les valeurs plus élevées de juin et d'août, et qui s'étend sur tout le mois de juillet. La production primaire à la station 107 subit une évolution plus irrégulière au cours de la période d'échantillonnage. Les valeurs observées en 1967 sont, dans l'ensemble, plus faibles que celles de 1969.

TABLEAU VII

Résultats, par étapes, de l'estimation multiple de k_b (production primaire relative) à partir de quelques facteurs et de leur distribution spatio-temporelle au cours de l'été 1967.

La différence entre les carrés des coefficients de corrélation multiple (ΔR^2) représente la fraction de la variance de k_b qui est éliminée par suite de l'inclusion des facteurs donnés dans l'estimation.

Facteurs	Station 112N		Station 110		Station 107	
	R	ΔR^2	R	ΔR^2	R	ΔR^2
Chl.a	0.233	0.054	0.843	0.710	0.351	0.123
Date } Prof. }	0.325	0.051	0.850	0.013	0.474	0.102
Temp. } Sal. }	0.466	0.112	0.891	0.071	0.525	0.051
Total	0.466	0.217	0.891	0.794	0.525	0.276

ANALYSE DES VARIATIONS DE L'ÉTÉ 1967

Les prélèvements de salinité et de chlorophylle *a* ayant été effectués, en 1967, aux profondeurs correspondant à 1%, 10%, 25%, 50% et 100% de l'illumination de surface, il est possible d'étudier la relation entre la production primaire à ces étages et les divers facteurs échantillonnés. Pour ce faire, les

données de production furent transformées en valeurs de production primaire relative, au moyen de l'expression développée par Platt (1969):

$$k_b = P_z / I_z$$

où la production primaire relative (k_b : m^{-1}) est égale au quotient de la production observée à la profondeur z (P_z : kg.cal./ m^3 /jour) par la radiation solaire pénétrant jusqu'à cette profondeur (I_z : langley / jour).

Les coefficients de corrélation partielle (tableau VI) dégagent une évolution des températures et salinités selon les axes profondeur et temps, semblable à celle des étés 1968 et 1969 (voir plus haut); de même, la relation inverse température-salinité est significative aux trois stations, bien qu'il ne s'agisse ici que de la zone photique. Aux stations 110 et 107, les coefficients de corrélation partielle détectent une relation significative entre la production primaire relative et la chlorophylle a .

L'importance relative des facteurs observés par rapport à la production primaire se dégage des résultats de l'estimation multiple du tableau VII. L'addition des températures et salinités, en l'absence de données sur les sels nutritifs et le nombre de cellules, peut expliquer de 5% à 10% de la variance de k_b ; de même, la distribution spatio-temporelle de k_b rend compte d'un autre 5% à 10% de la variance, du moins lorsque l'influence relative de la chlorophylle a se fait peu sentir. Le facteur principal demeure donc la concentration de chlorophylle a , qui explique jusqu'à 70% de la variation à la station 110. L'absence d'une forte corrélation entre la chlorophylle a et la production primaire relative aux stations 112N et 107 ne signifie pas que le rôle de ce facteur y soit moindre qu'à la station 110, mais repose plutôt sur l'absence d'observations extrêmes au cours de la période d'échantillonnage; le caractère relativement monotone des données résulte de l'aspect essentiellement estival de l'échantillonnage de 1967.

ANALYSE DES VARIATIONS DE L'ÉTÉ 1969

Contrairement à l'été 1967, les données physiques et chimiques de 1969 proviennent d'étages fixes, alors que les prélèvements pour la détermination de la production primaire furent effectués aux divers étages lumineux: il n'est par conséquent pas possible d'étudier point par point la relation entre la production et les divers facteurs. Cette difficulté est contournée en considérant plutôt la relation entre la production primaire totale (non corrigée) et les valeurs moyennes de chlorophylle a , de salinité et de sels nutritifs dans la couche 0-10 mètres; le choix de cette couche plutôt que celle de 0-25 mètres repose sur le fait que 1) de 75% à 85% de la production primaire a lieu dans les 10 mètres de surface et 2) la profondeur correspondant à 1% de la radiation incidente à la surface se situe généralement entre 10 et 25 mètres.

TABLEAU VIII

Résultats, par étapes, de l'estimation multiple de la production primaire totale à partir des facteurs physiques et chimiques et de leur distribution saisonnière au cours de l'été 1969. La différence entre les carrés des coefficients de corrélation multiple (ΔR^2) représente la fraction de la variance de la production qui est éliminée par suite de l'inclusion des facteurs donnés dans l'estimation.

Facteurs	Station 112N		Station 110	
	R	ΔR^2	R	ΔR^2
Chl.a	0.513	0.263	0.512	0.262
$\sqrt{\text{Rad.}}$	0.714	0.246	0.720	0.256
Strat.	0.897	0.295	0.729	0.013
Si } NO ₃ }	0.942	0.084	0.752	0.035
Sal. } Date }	0.985	0.081	0.827	0.118
Total	0.985	0.969	0.827	0.684

Les facteurs les plus importants par rapport à la production primaire aux deux stations (tableau VIII) sont la concentration de chlorophylle *a* et la radiation solaire incidente, qui rendent compte chacun de quelque 25% de la variance (ce qui est conforme à l'estimation de la production à partir de la radiation solaire, du tableau V). Le rôle joué par la stratification thermique (gradient de température entre l'isotherme de 2°C et la surface) est variable selon les stations: négligeable à la station 110, ce facteur explique près de 30% de la variation à la station 112N. L'addition des sels nutritifs contribue à l'élimination de moins de 10% de la variance et celle de la salinité et de la date d'échantillonnage, à environ 10%.

La principale différence entre les stations réside donc dans l'écart de 30% au niveau de la stratification thermique, que dégage de façon plus précise l'analyse de variance de la droite d'estimation de la production totale à partir du gradient de température aux deux stations d'échantillonnage (tableau IX). La relation entre la production primaire et la stratification thermique n'étant pas significative à la station 110, seule la droite d'estimation des valeurs de la station 112N fut retenue (figure 15); il semble cependant que la droite calculée pour la station 112N puisse rendre compte des données de la station 110, puisque celles-ci se retrouvent à l'intérieur des limites de l'intervalle qui comprendrait 95% des valeurs liées à l'estimation. Contrairement à la station 112N,

le gradient à la station 110 n'est presque jamais inférieur à 0.25°C/mètre au cours de l'été (les seules observations inférieures sont celles des 21 juin et 2 juillet), de telle sorte qu'il ne se dégage pas de nette relation entre la production et la stratification à cette station.

TABLEAU IX

Analyse de variance de la droite d'estimation de la production primaire (g C/m²/jour) à partir du gradient de température entre l'isotherme de 2°C et la surface (°C/m), aux stations (1) 112N et (2) 110 en 1969

(1) Production = 1.886 — 3.467 Stratification

Source de variance	Somme des carrés d'écart	Degrés de liberté	Estimation de la variance	t	R ²
Estimation	1.206943	1		3.378**	0.559
Résiduelle	0.951967	9	0.105774		
Totale	2.158910	10			

(2) Production = 1.423 — 1.784 Stratification

Estimation	0.208827	1		1.709 NS	0.245
Résiduelle	0.643791	9	0.071532		
Totale	0.852618	10			

** probabilité de $t < 1\%$.

NS probabilité de $t > 5\%$.

Discussion et conclusions

CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

La caractéristique commune la plus importante des deux stations d'échantillonnage réside dans la forte stratification que l'on observe tout au long de la saison estivale; l'analyse de variance de la distribution verticale des divers facteurs étudiés — température, salinité, nitrates et silicates — dégage dans tous les cas, au cours des deux années et aux deux stations d'échantillonnage, une différence hautement significative ($p < 0.001$) de part et d'autre de la zone 25-50 mètres. Les différences entre températures et salinités de 0 à 10 mètres ne sont que peu ou pas significatives, définissant de ce fait une couche superficielle; la distribution des nitrates et silicates est généralement homogène jusqu'à 25 mètres, correspondant ainsi à l'ensemble de la zone de mélange. Sous la discontinuité, la distribution verticale des variables étudiées (sauf celle de la

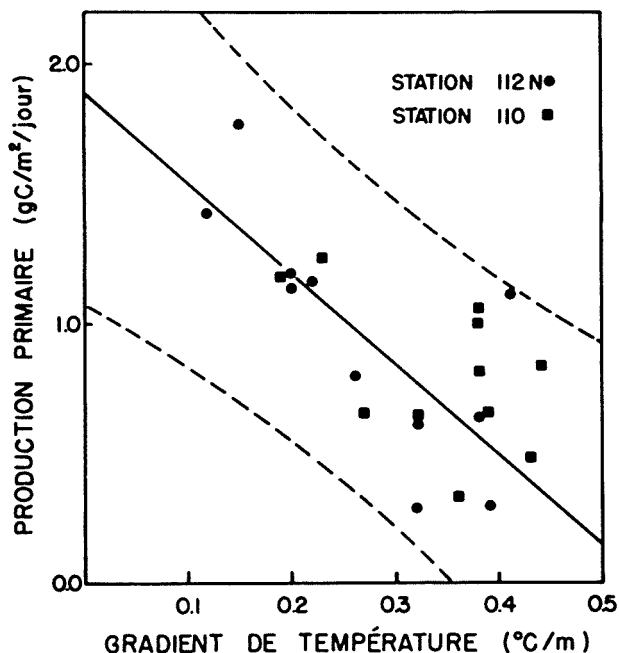


FIGURE 15. Production primaire totale observée au cours de l'incubation en fonction du gradient de température entre l'isotherme de 2°C et la surface, aux stations 112N et 110 en 1969. La droite d'estimation et les limites de l'intervalle de confiance pour les valeurs individuelles de production ($p = 0.05$) sont calculées à partir des données de la station 112N.

température) est marquée d'un fort gradient, qui se termine aux environs de 75 mètres alors que les courbes T-S tendent à s'aligner sur les isopycnes, favorisant ainsi le mélange des masses d'eau (figure 7).

La tendance générale des courbes T-S à couper perpendiculairement les isopycnes, au-dessus de 50 mètres, indique que les caractéristiques des diverses masses d'eau sont la résultante du mélange 1) d'eau de salinité élevée (aux environs de 32‰) et de basse température, localisée sous 50 mètres, et 2) d'eau relativement saumâtre, dont les caractéristiques sont très variables selon le moment de la saison; cette interprétation, de même que l'observation d'une relation inverse température-salinité (tableau IV), rejoint l'analyse du régime hydrographique de trois stations du sud-ouest du golfe Saint-Laurent préparée par Lauzier (1957).

Les caractéristiques de la nappe d'eau superficielle, à la station 112N, reflètent vraisemblablement les conditions du courant de Gaspé, alors que celles de la station 110 sont sous l'influence des rivières qui se déversent à l'extrémité orientale de la baie: il en découle que les eaux de surface à la station 110 sont plus douces et de température plus élevée que celles de la

station 112N (figure 7). À compter de 25 mètres, les eaux de la station 110 sont plus salées et plus froides que celles de la station 112N, indiquant une remontée des eaux de profondeur; le phénomène n'est cependant pas détectable à 10 mètres, par suite du mélange avec la couche de surface. Il semble donc assez bien établi qu'il y ait remontée d'eaux profondes au milieu de la région intermédiaire de la Baie-des-Chaleurs, aux environs des stations 107 (Brunel, 1959) et 110, dont le mécanisme serait lié à la présence d'un tourbillon cyclonique (Legendre et Watt, 1970).

La distribution verticale des sels nutritifs devrait refléter la remontée d'eau à la station 110; en accord avec cette prédiction, la profondeur moyenne de l'isoplèthe de $2 \mu\text{g-at NO}_3\text{-N/litre}$, au cours de l'été 1968 et après le 4 juin 1969 respectivement, est plus faible à la station 110 de 6.5 mètres et 4 mètres, tandis que celle de l'isoplèthe de $10 \mu\text{g-at Si/litre}$ est plus faible à la station 110 de 10 mètres et 23.5 mètres. Tel qu'établi plus haut, nitrates et silicates ont une stratification très similaire et font montre d'une forte corrélation dans leur distribution spatio-temporelle; les concentrations d'ammoniaque sont plutôt liées aux quantités de zooplancton et à la régénération bactérienne.

PRODUCTION PRIMAIRE

Un examen de la production primaire, telle que mesurée par la méthode du carbone-14 dans des régions relativement semblables au sud-ouest du golfe Saint-Laurent, permet de mieux dégager la signification des caractéristiques hydrographiques de la Baie-des-Chaleurs.

Steemann Nielsen (1954) rapporte une production primaire de $0.47 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ dans le sud de la Manche, alors que les études de Cushing (1958), Steele (1957) et Wimpenny (1958) permettent d'établir que la production dans la Mer du Nord varie d'un minimum hiémal de moins de $0.01 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ à un maximum de près de $1.0 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$, atteint lors de la période de floraison printanière d'avril-mai. Plus au nord, dans les eaux danoises, Steemann Nielsen (1958) cite des valeurs oscillant de $0.01 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$, en décembre jusqu'à $0.7 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ au mois d'août. Certaines des observations dans la Baie-des-Chaleurs atteignent plus que le double de la production rapportée pour ces régions.

Il convient donc d'examiner les données de production primaire provenant des zones où il se produit des remontées d'eau de profondeur (upwelling). Zeitzschel (1969) a observé, au cours des mois de novembre et décembre, des valeurs de production de $0.45\text{-}0.95 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ dans la partie sud du golfe de Californie. Ryther (1963) cite une production primaire de $0.41\text{-}0.80 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ dans le courant du Pérou, en novembre, tandis que Steemann Nielsen (1954) rapporte des observations échelonnées de $0.46 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ à $3.80 \text{ g C/m}^2/\text{jour}$ dans le courant du Bengale. Un fjord du Groenland, irrigué d'eau remontée de

profondeur, atteint une production de l'ordre de 1.2 g C/m²/jour (Stemann Nielsen, 1958).

La production primaire observée dans la Baie-des-Chaleurs au cours des deux saisons d'échantillonnage varie d'un minimum de 0.29 g C/m²/jour à un maximum de 2.96 g C/m²/jour, à la station 112N, et de 0.33 g C/m²/jour à 2.31 g C/m²/jour à la station 110; la production moyenne à la station 107 au cours de l'été 1967, est de 0.63 (0.27-1.23) g C/m²/jour. Les valeurs observées dans la Baie-des-Chaleurs apparaissent être de même type que celles qui sont généralement associées au phénomène d' "upwelling".

La production primaire moyenne à la station 110, au cours des huit semaines comprises entre la mi-juin et la mi-août, est de 0.91 g C/m²/jour en 1967 et 0.95 g C/m²/jour, en 1969; par contraste, la production moyenne à la station 112N au cours de cette même période est de 0.57 g C/m²/jour en 1967 et 1.09 g C/m²/jour, en 1969. La production de la station 112N est sans doute sous l'influence saisonnière des eaux riches en sels nutritifs du courant de Gaspé (Vachon, Gaudry et Bernard, 1938), alors que celle de la station 110 repose vraisemblablement sur une remontée assez constante de sels nutritifs.

Les valeurs moyennes s'insèrent bien dans l'esquisse de la distribution horizontale de la production tracée par Legendre et Watt (1970), selon laquelle la station 110, située aux environs du centre du tourbillon cyclonique, est 1.5 fois plus productive que la station 107; la production de la station 112N étant soumise à des phénomènes de plus grande échelle, tel que le régime saisonnier du courant de Gaspé, semble difficile à prédire.

Les résultats de l'analyse des facteurs liés à la production primaire sont en accord avec les travaux de Platt (1970) dans la Baie St. Margaret: le facteur qui explique la plus grande partie de la variance de la production est la concentration de chlorophylle *a*, qui semble répondre de façon globale aux changements du milieu. Il y a cependant une limitation importante au succès de l'analyse de la production primaire en fonction des propriétés du milieu: la présence nécessaire d'observations extrêmes; en l'absence de telles observations, la relation entre la production et les facteurs étudiés ne se dégage généralement pas de façon significative.

La forte production observée à l'intérieur de la Baie-des-Chaleurs, et même quelquefois un peu à l'extérieur, peut être mise en relation avec la distribution des concentrations de zooplancton. Brunel (1959) observe des volumes planctoniques très élevés au milieu de la région intermédiaire de la baie et relève le fait que cette zone est comprise entre les courants qui se déplacent en direction opposée, à l'entrée de la Baie-des-Chaleurs. De même, Lacroix et Filteau (1969) démontrent que les volumes planctoniques moyens à l'intérieur de la baie sont significativement plus élevés que ceux de l'extérieur.

Les fortes concentrations de zooplancton observées dans la Baie-des-Chaleurs sont sûrement liées à la production primaire élevée de certaines des régions de la baie. Il serait intéressant de connaître plus à fond le sort de cette production organique aux niveaux supérieurs du réseau alimentaire.

Remerciements

L'auteur désire tout d'abord remercier le docteur Walton D. Watt de l'Université Dalhousie, qui a bien voulu diriger ses travaux de thèse, et il se doit de mentionner le support financier que lui a accordé le Conseil national des recherches du Canada. C'est grâce à la Direction des pêches du Québec, et notamment à la collaboration du docteur Alexandre Marcotte, directeur du Service de biologie, qu'il nous a été possible d'effectuer notre échantillonnage ainsi qu'une partie des analyses en laboratoire; les illustrations ont été réalisées par M. Gilles Chabot, de ce même Service. Nos assistants d'été, messieurs Renaud Langlois et Jean-Yves Anctil, nous ont apporté une aide précieuse.

Les navires nolisés par la Station de biologie marine de Grande-Rivière étaient, en 1968, le M.V. LA COMÈTE et, en 1969, le M.V. JEANNE-D'ARC.

Références

- BOUDREAU, F. R., 1967. Régime thermique saisonnier d'une station-pilote à l'entrée de la Baie des Chaleurs. *Naturaliste can.*, **94**: 695-698.
- BOUDREAU, F. R., 1968. Revue des travaux d'océanographie physique effectués dans la Baie-des-Chaleurs (1924-1967). *Cah. Inf. Stn. biol. mar. Grande-Rivière*, (47): 1-24.
- BRUNEL, J., 1962. Le phytoplancton de la Baie-des-Chaleurs. *Contr. Minis. Chasse Pêch. Québec*, (91): 1-365.
- BRUNEL, P., 1959. Le zooplancton de la baie des Chaleurs en 1955: distribution horizontale quantitative et corrélations hydroclimatiques. *Contr. Dépt Pêch. Québec*, (73): 1-65.
- CUSHING, D. H., 1958. Some experiments using the ^{14}C technique. *Rapp. Cons. Explor. Mer*, **144**: 73-75.
- HARRIS, E., 1959. The nitrogen cycle in Long Island Sound. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **17** (1): 31-65.
- HARRIS, E. and G. A. RILEY, 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. VIII. Chemical composition of the plankton. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **15**: 315-323.
- LACROIX, G., 1968 ms. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). Thèse présentée à l'École des Gradués de l'Université Laval, pp. 1-360, pl. 1-21.
- 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**: 359-397.
- LAUZIER, L., 1957. Variations of temperature and salinity in shallow waters of the south-western Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, (111): 251-268.
- LAUZIER, L., R. W. TRITES and H. B. HACHEY, 1957. Some features of the surface layer of the Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, (111): 195-212.

- LEGENDRÉ, L., 1968. Productivité primaire dans la Baie-des-Chaleurs en 1967. *Rapp. Stn biol. mar. Grande-Rivière*, 1967: 25-43.
- LEGENDRÉ, L. and W. D. WATT, 1970. The distribution of primary production relative to a cyclonic gyre in Baie des Chaleurs. *Marine Biology*, 7: 167-170.
- PLATT, T., 1969. The concept of energy efficiency in primary production. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 653-659.
- PLATT, T. and D. V. SUBBA RAO, 1970. Energy flow and species diversity in a marine phytoplankton bloom. *Nature*, 227: 1059-1060.
- RILEY, G. A., H. STOMMEL and D. F. BUMPUS, 1949. Quantitative ecology of the plankton of the western North Atlantic. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, 12 (3): 1-169.
- RYTHER, J. H., 1956. Photosynthesis in the oceans as a function of light intensity. *Limnol. Oceanogr.*, 1: 61-70.
- RYTHER, J. H., 1963. Geographic variations in productivity. In: *The Sea*, Vol. 2, Interscience Publish., Londres, pp. 347-380.
- STEELE, J. H., 1957. A comparison of plant production estimates using ^{14}C and phosphate data. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 36: 233-241.
- STEEMANN NIELSEN, E., 1954. On organic production in the oceans. *J. Cons. Explor. Mer*, 19: 309-328.
- STEEMANN NIELSEN, E., 1958. A survey of recent Danish measurements of the organic productivity in the sea. *Rapp. Cons. Explor. Mer*, 144: 92-95.
- STRICKLAND, J. D. H. and T. R. PARSONS, 1965. A manual of sea water analysis, 2^e éd. rev. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, (125): 1-203.
- TIPHANE, M., 1965. Topographie de la baie des Chaleurs. *Cah. Inf. Stn biol. mar. Grande-Rivière* (29): 1-3, 1 carte hors-texte.
- TREMBLAY, J. L., 1943. Revue des Travaux. Hydrographie. In: *Rapport général sur les activités de la Station biologique du Saint-Laurent pendant les années 1936-1942*, Université Laval, Québec, pp. 48-51.
- UNESCO, 1967. Report of a meeting of the joint group of experts on radiocarbon estimation of primary production. *Unesco technical papers in marine science*, (6): 1-6.
- VACHON, A., R. GAUDRY et R. BERNARD, 1938. Contribution à l'étude des phosphates dans l'estuaire du St-Laurent. *Contr. Stn biol. St Laurent, Univ. Laval*, (12): 1-11.
- WIMPENNY, R. S., 1958. Carbon production in the sea at the Smith's Knoll lightvessel. *Rapp. Cons. Explor. Mer.*, 144: 70-72.
- ZEITZSCHEL, B., 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Marine Biology*, 3: 201-207.

LES FLUCTUATIONS QUANTITATIVES DU ZOOPLANCTON DE LA BAIE-DES-CHALEURS (GOLFE DU SAINT-LAURENT)

III. FLUCTUATIONS DES COPÉPODES AUTRES QUE *CALANUS*^{1 2 3}

GUY LACROIX et GABRIEL FILTEAU

Département de biologie, Université Laval, Québec (10e)

Résumé

Des treize espèces de Copépodes de la baie des Chaleurs retenues pour leur importance numérique et leur fréquence en 1960, 1961 et 1962, huit présentent des sommets de densité en 1962, trois seulement en 1961 et deux en 1960. Au cours de cette dernière année cependant, cinq autres espèces ont des densités remarquablement élevées.

Six des huit espèces à densité maximale de 1962 sont des espèces boréales, typiques des eaux superficielles (*T. longicornis*, *T. discaudatus*, *C. hamatus*, *E. herdmanni*, *A. clausi*, *O. similis*) et généralement prédominantes à l'intérieur de la baie des Chaleurs, ce qui reflète bien les conditions hydroclimatiques de 1962, remarquables essentiellement par une plus grande homogénéité des propriétés physiques et par une plus grande épaisseur de l'épithalassa.

Les trois espèces à densité maximale de 1961 sont toutes trois de type arctique ou subarctique, typiques des eaux de la nappe d'eau froide et des eaux de l'extérieur de la baie des Chaleurs (*M. longa*, *C. hyperboreus*, *E. norvegica*). Cette constatation est en harmonie avec la principale caractéristique de 1961, à savoir la persistance estivale des températures négatives dans la nappe d'eau froide, résultat de la brièveté de « l'été hydrographique » et du mélange des eaux moins marqué qu'en 1962.

Enfin, l'année 1960, peu contrastée quant aux conditions hydroclimatiques et également plus complexe par suite de la disparité thermique des eaux de la région, a permis la prolifération peu tranchée d'un mélange d'espèces boréales, subarctiques et arctiques.

¹ Travaux sur les pêcheries du Québec, n° 35. Direction des pêches, Ministère de l'industrie et du commerce du Québec.

² Contribution n° 80 du Département de biologie. Faculté des sciences, Université Laval, Québec 10.

³ 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.

Abstract

Among the thirteen Copepoda species particularly abundant and frequent in the Baie des Chaleurs area from 1960 to 1962, eight reached density peaks in 1962, versus three in 1961 and two in 1960. In the latter year though, five other species exhibited a rather high density level.

Six of the eight species showing maximum density in 1962 are boreal species, typical in surface waters (*T. longiremis*, *T. discaudatus*, *C. hamatus*, *E. herdmani*, *A. clausi*, *O. similis*) and generally predominant inside the bay. This situation reflects accurately hydroclimatic conditions in 1962, especially notable for the greater homogeneousness demonstrated by physical properties and the greater thickness of surface layer above the thermocline.

All three maximum density species of 1961 are either arctic or sub-arctic species typical of the cold layer and occurring in waters outside the bay (*M. longa*, *C. hyperboreus*, *E. norvegica*). This finding is consistent with the main 1961 characteristic, namely the persistence of negative temperatures in summer within the cold layer, brought about by a brief hydrographic summer period and less intensive mixing of water than in 1962.

Comparatively to 1961 and 1962, hydroclimatic conditions in 1960 were much less sharp, and also less simple due to the thermal heterogeneity of waters in the area, thus permitting a rather undifferentiated proliferation of various boreal, subarctic and arctic species.

Introduction

Le premier article de cette série (Lacroix et Filteau, 1969) présentait les conditions hydroclimatiques de la Baie-des-Chaleurs au cours des années 1960, 1961, 1962 et 1964 et faisait état de l'existence de variations annuelles significatives dans les volumes moyens de zooplancton et dans les régimes saisonniers de fluctuation des stocks actuels.

Dans un second article (Lacroix et Filteau, 1970), nous avons présenté la composition générale du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs et décrit analytiquement les fluctuations des Copépodes du genre *Calanus*.

Dans le présent article, nous décrirons les fluctuations spatiales et temporelles des Copépodes autres que *Calanus*, soit les autres espèces très communes (*Pseudocalanus minutus*, *Temora longicornis*, *Metridia longa*), les espèces communes (*Acartia longiremis*, *Tortanus discaudatus*, *Centropages hamatus*), les espèces secondaires (*Eurytemora herdmani*, *Acartia clausi*, *Metridia lucens*, *Euchaeta norvegica*), tandis que nous ne donnerons que quelques indications sur les espèces plus rares.

Nous avons déjà décrit de façon détaillée les méthodes suivies dans les articles précédents (Lacroix et Filteau, 1969, 1970).

Résultats

Fluctuations de *Pseudocalanus minutus* (Krøyer)

Cette espèce est tout aussi fréquente que ne l'était *Calanus finmarchicus* dans le plancton de la Baie-des-Chaleurs (Lacroix et Filteau, 1970). Elle est présente dans 99.2% des échantillons, ce qui indique peu de variation de fréquence d'une année à l'autre. Sa densité moyenne générale (100.32 ind./m³) est cependant 2.5 fois plus faible que celle de *C. finmarchicus*. La densité moyenne annuelle fluctue considérablement. Nous avons pu reconnaître deux années de grande abondance, 1961 et 1962 (densités annuelles respectives de 136.20 et de 179.89 ind./m³) et deux années pauvres, 1960 et 1964 (densités annuelles respectives de 70.01 et de 20.77 ind./m³). On peut rappeler ici qu'il y a parallélisme partiel avec *C. finmarchicus*. Les années pauvres de *C. finmarchicus* étaient 1960 et 1961.

Dans le cas de *Pseudocalanus*, notre échantillonnage était encore plus sélectif que dans le cas de *C. finmarchicus*. Les seuls stades prélevés convenablement sont les stades 11 et 12. Comme le montre le tableau I, résumant l'analyse de 5359 individus de 1961 et 1796 individus de 1964, les stades 9 et 10 sont, tout compte fait, éliminés de nos échantillons. Les mâles et femelles de stade 11 sont représentés dans des proportions identiques et comptent ensemble pour près de la moitié des *Pseudocalanus* de nos échantillons. L'autre moitié est constitué presque uniquement de femelles adultes, les mâles ne comptant que pour une très faible fraction.

TABLEAU I

Répartition par stade de développement des *Pseudocalanus minutus* dans les échantillons de 1961 et 1964, basée sur l'analyse d'une fraction représentative du matériel

Stade	1961 (%)	1964 (%)
9	0.04	0.06
10	1.1	1.7
11 ♀	29.2	23.7
11 ♂	22.5	17.5
12 ♀	43.6	55.0
12 ♂	3.5	2.1

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

La distribution verticale de *P. minutus* présentée au tableau II s'applique évidemment aux seuls stades bien représentés dans nos échantillons, les stades 11 et 12.

On notera que les trois étages d'échantillonnage ont fourni, en moyenne, des fractions presque égales de *P. minutus*. Dans les années de grande abondance, on peut observer quelques disparités : en 1961, la couche de surface est numériquement défavorisée par rapport aux autres couches ; en 1962, elle comptait au contraire une plus forte proportion des individus de l'espèce en cause, cette fois aux dépens de la couche intermédiaire. La plus grande abondance de 1961 est donc surtout due à un enrichissement de la couche intermédiaire, tandis que celle de 1962 est nettement obtenue grâce à un enrichissement de la couche de surface.

TABLEAU II

Distribution verticale diurne de *Pseudocalanus minutus*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	65.76	97.54	208.90	21.04	87.17	37.2
40-80	55.74	159.33	71.96	19.86	70.91	30.3
80-110	59.63	127.36	115.75	15.56	76.00	32.5

Ce dernier fait, de même que le type de distribution verticale lui-même, soulève un problème : est-il possible qu'une même population puisse se propager aussi facilement dans des couches d'eau dont les caractéristiques sont aussi dissemblables ? En analysant ci-après l'homogénéité des populations de *Pseudocalanus* de la Baie-des-Chaleurs, nous pourrions fournir quelque lumière à ce sujet.

VARIATIONS SAISONNIÈRES

Les observations faites par Filteau au cours des années 1945 à 1949 (Filteau, 1951 ms) avaient révélé, pour *Pseudocalanus*, des fluctuations annuelles et saisonnières considérables. Des cinq années de son échantillonnage, seule l'année 1949 était une année de très grande richesse : les courbes de variations saisonnières, qui s'appliquent à la plupart des stades de développement, affichent alors des variations d'amplitude fort imposantes, présentant des valeurs très élevées à plusieurs reprises, depuis la fin de mai jusqu'en septembre.

Dans les années plus pauvres, non seulement les valeurs maximales sont-elles plus petites, mais la densité moyenne elle-même est très faible.

Nos données, qui n'intègrent que les stades 11 et 12, ne sont pas forcément comparables à celles de Filteau (figure 1) : elles présentent un sommet unique lors des années de grande abondance et deux valeurs maximales lors des années pauvres. Sauf en 1964, alors que nous avons des données pour mai, révélatrices d'ailleurs d'une quasi absence de *Pseudocalanus*, les autres années — et plus particulièrement les années riches en *Pseudocalanus* — peuvent avoir montré une ou des valeurs maximales antérieurement à nos premiers échantillonnages. La distribution de 1961 tend notamment à rendre cette hypothèse fort plausible.

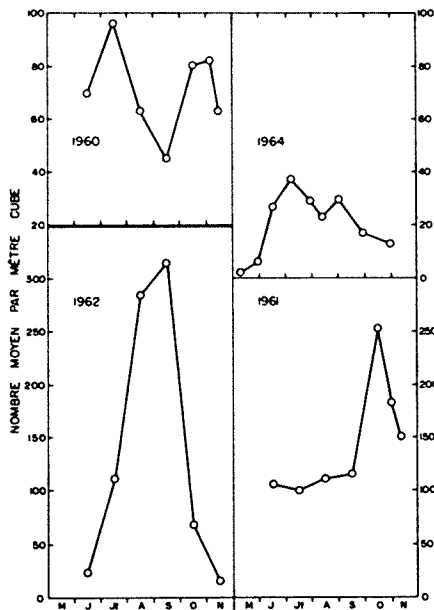


FIGURE 1. Variations saisonnières de *Pseudocalanus minutus*, d'après les moyennes mensuelles établies pour toute la colonne d'eau. Échelle différente pour 1961 et 1962.

En tout état de cause, ces sommets sont parfois estivaux (juillet, août, septembre) en 1960, 1962 et 1964 ou automnaux (octobre, novembre) en 1960 et 1961, mais il ne semble pas possible d'exploiter ces résultats pour interpréter les variations annuelles.

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES

Caractérisées dans le temps par une bimodalité saisonnière été/automne, les populations de *Pseudocalanus* sont-elles réparties uniformément dans toute l'étendue du territoire ? Les cartes de distribution (figure 2) suggèrent une abondance plus grande à l'intérieur de la baie qu'à l'extérieur. L'analyse statistique confirme cette proposition sans ambiguïté, la densité moyenne de l'intérieur de la baie étant, pour chacune des années qui nous touchent, significativement supérieure à la densité moyenne de l'extérieur de la baie (tableau

III). Il n'est cependant pas possible de déceler des tendances nord-sud tant soit peu régulières.

MÉLANGE DES POPULATIONS

L'analyse biométrique des *Pseudocalanus* montre clairement les effets de la sélectivité découlant de l'utilisation des soies no 2 dans notre échantillon-

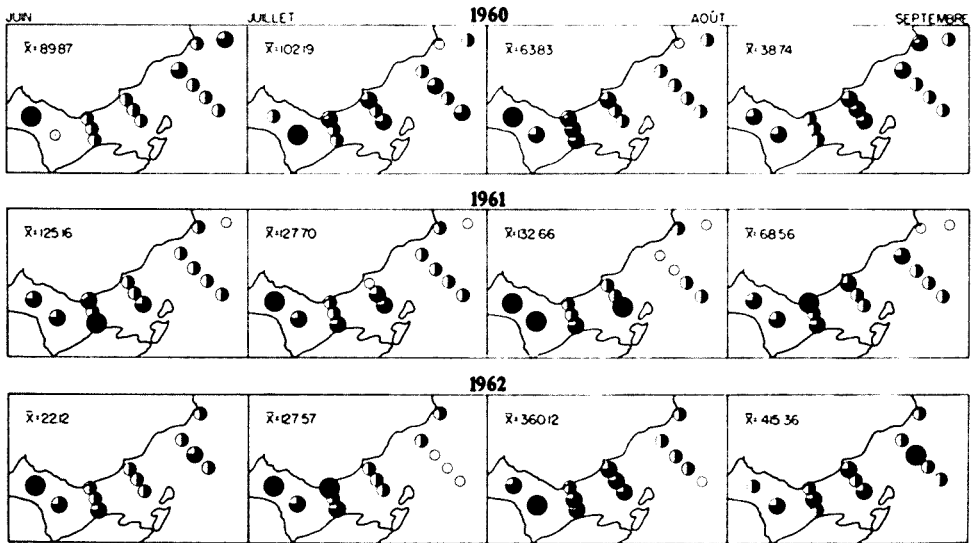


FIGURE 2. Variations géographiques des populations de *Pseudocalanus minutus* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Cercle plein: $> 2 \bar{X}$; cercle plein aux $\frac{3}{4}$: $2 \bar{X}$ à \bar{X} ; cercles à demi plein: \bar{X} à $\bar{X}/4$ petit cercle clair: $< \bar{X}/4$.

TABLEAU III

Comparaisons entre la densité moyenne des *Pseudocalanus minutus* 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.

0-40 mètres	1960	1961	1962	1964
\bar{D}_i	87.35	159.83	279.47	25.32
\bar{D}_e	55.40	51.78	161.16	21.12
U _{ei}	248.5	109.5	198.5	134
P *	0.024	< 0.01	0.040	0.026

* P significatif pour $P \leq 0.05$.

nage, mais elle nous permet de plus de détecter un mélange de populations, mélange du même type que celui dont nous avons parlé précédemment pour *Calanus finmarchicus* (Lacroix et Filteau, 1970).

Sars (1901) distinguait trois espèces de *Pseudocalanus* : *P. elongatus* Boeck (de petite taille), *P. gracilis* G.O. Sars et *P. major* G.O. Sars (de grande taille). Certains auteurs ont rejeté cette distinction, cependant que Wiborg (1954) la retenait comme valide. D'autres suggèrent qu'il ne s'agit que de formes (Farran, 1951) et plus récemment, McLaren (1965) remarquait avec beaucoup d'à-propos que ces espèces ont été décrites sans avoir tenu suffisamment compte des variations écophénotypiques. Pour nous, il ne s'agira ici que d'une tentative visant à déterminer le degré d'homogénéité des populations, les conditions estivales de la Baie-des-Chaleurs permettant la coexistence potentielle de formes boréale et arctique, comme le sont la "forme" *elongatus* et la "forme" *major* de *Pseudocalanus minutus*.

Les figures 3-5 présentent sommairement les mesures que nous avons faites. Nous n'avons guère insisté sur les détails, puisqu'il n'était pas dans nos objectifs de suivre les variations saisonnières de taille, que de toute façon la précision de nos mesures (1 unité micrométrique : 0.063 mm) n'aurait pas permis de mettre très clairement en relief. Les distributions de fréquence de longueurs des femelles adultes de 1961 (figure 3) et 1964 (figure 4) présentent

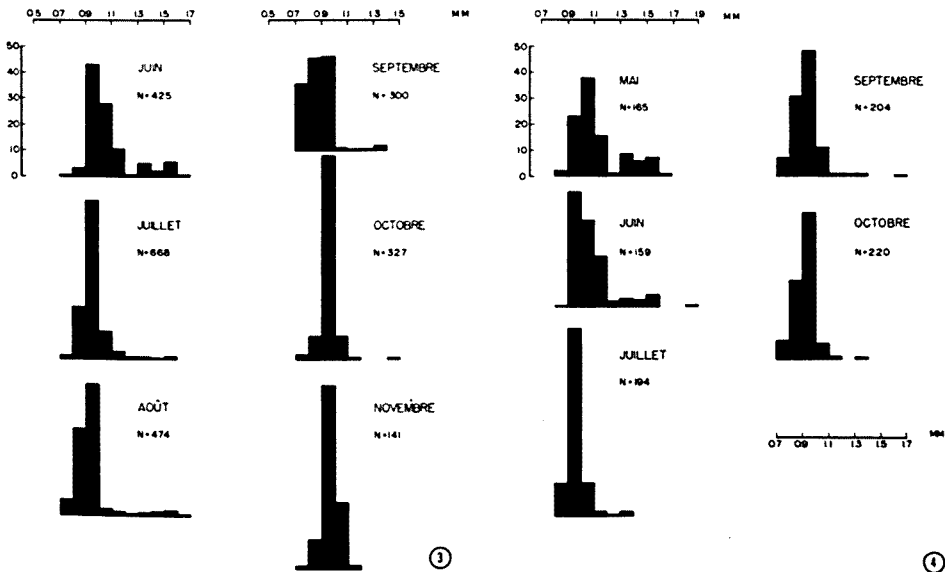


FIGURE 3. Fréquences en pourcentages des longueurs du céphalothorax des femelles adultes de *Pseudocalanus minutus*, en 1961.

FIGURE 4. Fréquences en pourcentages des longueurs du céphalothorax des femelles adultes de *Pseudocalanus minutus*, en 1964.

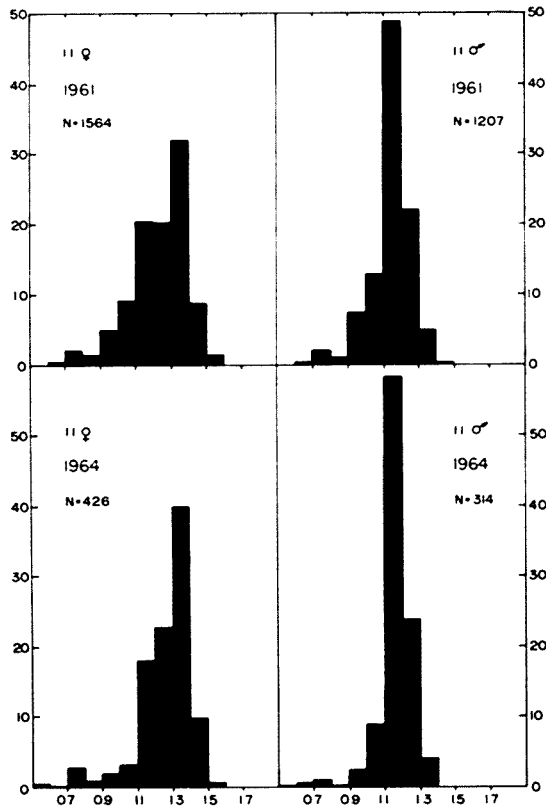


FIGURE 5. Fréquences en pourcentages des longueurs du céphalothorax des femelles et mâles, stade 11, de *Pseudocalanus minutus*, en 1961 et 1964.

en mai et juin une bimodalité assez distincte, mais on peut noter la prédominance très forte des "petits" *Pseudocalanus* (longueur du céphalothorax de 0.7 à 1.1 mm). Au fur et à mesure que progresse la saison, nous assistons à la disparition graduelle des "gros" *Pseudocalanus* (longueur du céphalothorax de 1.2-1.7 mm).

D'autre part, la distribution des fréquences de longueurs des mâles et femelles de stade 11 (figure 5) ne présente qu'un seul mode, caractérisé par des valeurs typiques de "gros" *Pseudocalanus*.

On constate donc que les individus de taille inférieure (0.8 mm) furent très mal échantillonnés. Néanmoins un fait surprenant demeure : nous avons pendant l'été une forte prédominance de "petits" *Pseudocalanus* de stade 12 et de "gros" *Pseudocalanus* de stade 11. Il nous semble qu'on doive interpréter ce phénomène en faisant appel à une antériorité très nette de la reproduction quant à la grosse forme, la "forme" *major*, qui passerait l'été à l'état de copépodite avancé. Une telle hypothèse gagne en plausibilité si l'on se rappelle

que Filteau (1951 ms) avait, dans le cas de *Pseudocalanus* comme dans celui de *C. finmarchicus*, noté au printemps une séparation des individus en deux groupes, un de ces groupes atteignant la maturité sexuelle beaucoup plus hâtivement que l'autre. Comme corollaire de cette hypothèse, la reproduction intensive de *Pseudocalanus* qui se produit pendant l'été (Filteau, *op. cit.*) serait celle de la "petite" forme, de la "forme" *elongatus*. Dans cette perspective, la pauvreté de nos échantillons en *elongatus* de stade 11 devient compréhensible, puisque, en périodes favorables, la reproduction, la métamorphose et la croissance des individus sont des phénomènes rapides et que la durée du stade 11 de la forme *elongatus* peut alors être fort brève, assez de toute façon pour échapper à un échantillonnage à périodicité très lâche et à sélectivité relativement très poussée.

Un tel mélange de populations expliquerait probablement le peu de disparité observée dans la distribution verticale, les stades 11 et 12 de la forme *elongatus* se trouvant pendant l'été surtout dans les eaux plus chaudes, tandis que ceux de la forme *major* habiteraient les couches plus profondes. De même, la signification des fluctuations saisonnières dans l'optique de la biologie de l'espèce proviendrait de ce mélange de populations. De telles hypothèses mériteraient une vérification, vérification rendue possible par l'emploi de soies de filtration à vide de maille plus restreint. Il est cependant peu vraisemblable que l'hétérogénéité géographique constatée soit alors infirmée, puisque la disparité observée entre l'intérieur et l'extérieur de la baie s'est avérée, de façon répétée, hautement significative.

Fluctuations de *Temora longicornis* (Müller)

Temora longicornis est l'une des espèces dominantes du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs et, sans aucun doute, l'espèce numériquement la plus importante du zooplancton estival des eaux de surface à l'intérieur de la baie.

La fréquence générale de cette espèce n'est que de peu inférieure à celle de *C. finmarchicus* et *P. minutus*. De 1960 à 1964, nous n'avons observé à cet égard que de faibles différences annuelles, la fréquence oscillant entre 89 et 96%. Sous le rapport de la densité, *T. longicornis* présente la moyenne générale la plus élevée de tous les copépodes (399 ind./m³). Nous avons fréquemment trouvé des nombres d'individus supérieurs à 1000/m³ dans des échantillons particuliers et la valeur individuelle la plus élevée pour un échantillon était de près de 6 000 ind./m³. *T. longicornis* présente également les moyennes annuelles les plus élevées parmi les copépodes (658.90 ind./m³ en 1962 ; 522.34 ind./m³ en 1960). La moyenne annuelle de 1964 n'est qu'un peu plus faible (329.84 ind./m³), mais celle de 1961 l'est vraiment beaucoup (119.65 ind./m³). Il y a lieu, croyons-nous, de souligner la coïncidences entre la pauvreté annuelle unique et les conditions hydrographiques très particulières du printemps et de l'été 1961, déjà exposées précédemment (Lacroix et Filteau, 1969).

Rappelons que notre échantillonnage de *T. longicornis* est très sélectif — comme celui de *P. minutus* — et qu'en définitive seuls les individus appartenant aux stades 11 et 12 furent vraiment retenus sur nos soies de filtration. Toutes proportions gardées, il y a donc lieu de penser que la très grande abondance de *T. longicornis* est encore plus marquée dans la réalité que ne l'indiquent nos estimations.

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

La distribution verticale diurne de *T. longicornis* (tableau IV) montre une nette préférence pour les eaux de surface qui contiennent, en moyenne, 63% de tous les individus récoltés. Une fraction appréciable des populations se trouve dans la couche intermédiaire (35%), mais la couche profonde ne renferme que des quantités négligeables de cette espèce (2%). Ce sommaire de la distribution verticale ne rend cependant pas compte des fluctuations annuelles assez tranchées que nous fûmes à même d'observer. En 1960, la répartition entre les trois couches favorise davantage la couche de surface, dans laquelle sont récoltés plus de 80% de tous les individus. En 1961 et 1962, la couche de surface et la couche intermédiaire ont fourni des nombres analogues, tandis que l'année 1964 présentait une distribution verticale identique à la structure verticale moyenne des quatre années.

TABLEAU IV

Distribution verticale diurne de *Temora longicornis*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Étage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	473.42	77.99	442.20	435.80	364.01	63.1
40-80	87.17	63.85	467.30	224.51	201.47	34.9
80-110	18.86	5.02	2.80	16.73	11.35	2.0

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES ET SAISONNIÈRES

On voit nettement par les cartes de distribution de juin (figure 6) que *T. longicornis* prolifère à partir de la baie des Chaleurs et que son extension à l'extérieur de la baie est très aléatoire. En 1962, année de très grande abondance pour *Temora*, les eaux de l'extérieur de la baie ne fournissent que de très petites quantités de cet organisme. En 1960, quatre des six stations de l'extérieur de la baie présentent des valeurs un peu plus élevées en juillet, mais en août, seulement deux stations sur six ont permis d'obtenir des nombres supérieurs au quart de la moyenne. En 1961, *T. longicornis* est rare en juin,

juillet et août aux stations de l'extérieur de la baie, et n'y prend quelque importance numérique qu'en septembre. Les densités moyennes (nombre d'ind./m³) de l'intérieur et de l'extérieur de la baie rendent parfaitement compte de ce phénomène :

1960	—	Intérieur :	1173.66	;	extérieur :	324.40
1961	—	Intérieur :	273.18	;	extérieur :	37.36
1962	—	Intérieur :	1195.29	;	extérieur :	235.18

Soumises à une analyse statistique, toutes ces paires de valeurs ont permis d'obtenir un très haut degré de signification ($P < 0.01$) en faveur de la supériorité numérique des stations de l'intérieur de la baie. En 1964, les moyennes de l'intérieur (659.99 ind/m³) et de l'extérieur (244.94 ind./m³) ne sont pas significativement différentes ($P = 0.13$) au niveau de signification choisi ($P \leq 0.05$), même si la moyenne de l'intérieur de la baie est près de trois fois supérieure à celle de l'extérieur de la baie. La faible portée statistique découlant des données de 1964 ressortit à l'extension horizontale insuffisante de l'échantillonnage, puisque trois seulement des huit stations de l'intérieur de la baie furent retenues dans le programme de 1964. Nous sommes donc fondé de considérer *T. longicornis* comme une espèce typique de l'intérieur de la baie qui ne connaît d'expansion à l'extérieur que dans les conditions les plus favorables.

Nous présentons sur la figure 7 les fluctuations saisonnières de *T. longicornis* dans l'étage supérieur, sans tenir compte de la division intérieur/extérieur de la baie. Les quatre courbes illustrées présentent des différences explicites. En 1960,

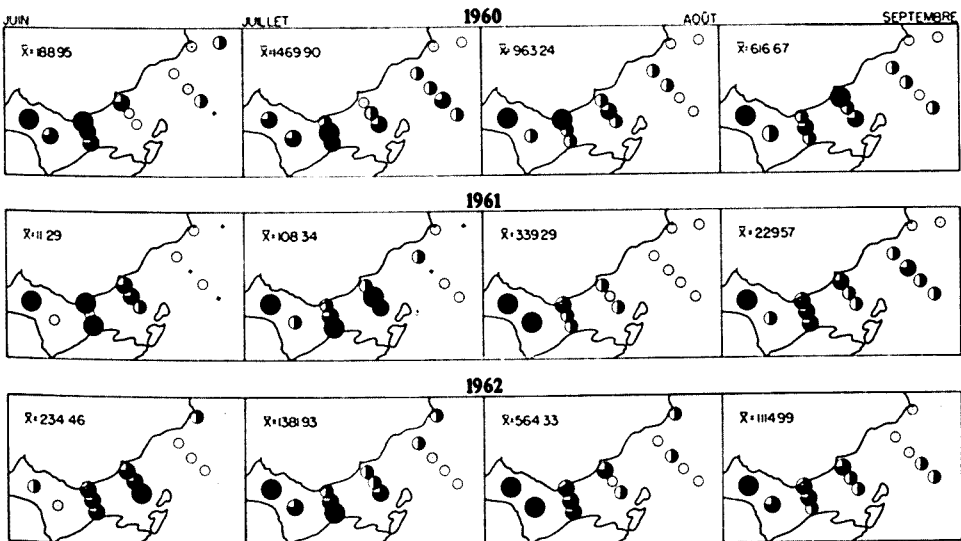


FIGURE 6. Variations géographiques des populations de *Temora longicornis* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

on ne peut noter qu'un seul sommet, situé en juillet. En 1961, la valeur maximale est celle d'août. En 1962, nous pouvons remarquer deux sommets de densité : le premier, en juillet et le second, un peu plus bas, en septembre. En 1964 par ailleurs, on notera une première valeur élevée au début de juillet, mais la valeur maximale n'est obtenue qu'au début de septembre.

Les données de Filteau (1951, ms) suggèrent un régime de fluctuations analogue à celui qu'illustre la figure 7, en ce qui a trait aux copépodites et son analyse avait permis d'évaluer à 6-7 semaines la durée du cycle vital. Selon cette estimation, nous pouvons relier nos valeurs maximales de juillet à une ponte faite au début de juin ou à la fin de mai et nos valeurs maximales de septembre à une ponte faite en juillet. Il semble donc peu probable qu'il y ait reproduction intensive avant le mois de mai, en somme avant le début véritable du réchauffement printanier. D'autre part, nos données de 1961 paraissent montrer une interdépendance entre la rapidité de ce réchauffement et le succès résiduel — la transformation aboutissant aux stades 11 et 12, compte tenu de la croissance et de la prédation — des pontes de *T. longicornis*, puisqu'en 1961, année au réchauffement printanier typiquement lent, nous obtenons non seulement une population à faible densité relative, mais un décalage dans l'apparition des valeurs maximales (août plutôt que juillet).

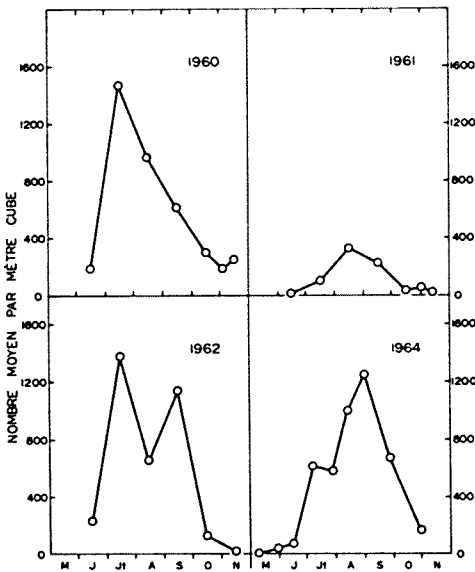


FIGURE 7. Variations saisonnières de *Te-mora longicornis* dans l'étage supérieur (0-40 m).

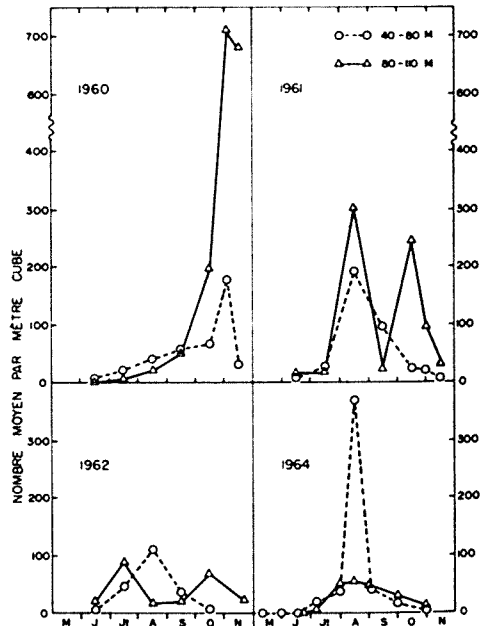


FIGURE 8. Variations saisonnières de *Mer-tridia longa* (stades 8 à 12), aux étages intermédiaire (40-80 m) et profond (80-110 m).

La très grande rareté d'adultes notés par Filteau (*op. cit.*) au printemps l'amena à émettre l'hypothèse que *T. longicornis* est une espèce à tendance benthique plus accusée que dans le cas des autres espèces et que sa remontée à la surface au printemps est plus tardive. Nous croyons plutôt que cette rareté constatée par Filteau est due à la localisation de son échantillonnage (notre station 112, à l'extérieur de la baie des Chaleurs). Les résultats que nous avons présentés indiquent clairement que *T. longicornis* est une espèce peu importante à l'extérieur de la baie et que sa prolifération se fait dans la baie des Chaleurs. Nos données de 1964 apportent un appui encore plus précis à cette proposition, en confirmant l'origine des premiers progéniteurs de *T. longicornis* dans la région de la Baie-des-Chaleurs. En mai 1964, nous n'avons prélevé aucun *T. longicornis* dans la couche profonde (80-110 mètres) de la station 112. Par ailleurs, dans la couche intermédiaire (40-80 mètres), nous notons une moyenne de 2.15 ind./m³ à l'intérieur de la baie et une moyenne de 0.10 ind./m³ à l'extérieur de la baie. Enfin, dans la couche de surface (0-40 mètres), la moyenne de l'intérieur de la baie est de 58.10 ind./m³ et celle de l'extérieur est de 1.10 ind./m³. La rareté des adultes au printemps est donc le fait de l'extérieur de la baie seulement.

Fluctuations de *Metridia longa* (Lubbock) et *Metridia lucens* (Boeck)

Tout comme *C. hyperboreus*, *M. longa* est une espèce typiquement arctique, plus répandue dans les eaux nordiques que *M. lucens*, mais moins étendue que cette dernière espèce vers les eaux méridionales (Bigelow, 1926). Herdman, Thompson et Scott (1898) n'ont pas récolté *M. lucens* dans le golfe Saint-Laurent, mais Willey (1919) l'a notée occasionnellement. Dans les échantillons de Filteau (1951, ms), *M. longa* était plutôt sporadique et *M. lucens*, vraisemblablement absente.

Dans nos échantillons, *M. longa* est l'une des 5 espèces de Copépode les plus fréquentes. Soixante-dix-neuf pour cent de nos échantillons réguliers ont rapporté un ou plusieurs exemplaires de cette espèce ; ce pourcentage est beaucoup plus élevé en 1960 (88%) et en 1961 (83%). Sous le rapport de la densité, *M. longa* est, avec une densité moyenne de 35.45 ind./m³, plus importante que *C. hyperboreus*. Les variations annuelles de densité sont relativement faibles, mais nous pouvons néanmoins reconnaître deux années relativement riches, 1960 (39.36 ind./m³) et 1961 (46.17 ind./m³) et deux années relativement pauvres, l'année 1962 (26.41 ind./m³) et l'année 1964 (27.44 ind./m³).

M. lucens est, par contre, une espèce secondaire, dont la fréquence moyenne n'est que de 18% et la densité générale d'aussi peu que 0.42 ind./m³. Cette espèce est plus fréquente en 1960 et 1961 (28 et 21%) qu'en 1962 et 1964 (9 et 14%), mais la seule densité annuelle vraiment plus faible est celle de

1964 (0.11 ind./m³). En 1962, nous avons enregistré une densité inférieure (0.42 ind./m³) à celle de 1960 (0.81 ind./m³), mais supérieure à celle de 1961 (0.30 ind./m³).

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

La distribution verticale (tableau V) reflète les tendances majeures de la distribution géographique générale. *M. longa*, espèce d'eau froide, est conséquemment beaucoup plus abondante dans les eaux de la couche profonde (62% des individus, en moyenne, à 80-110 mètres) que dans la couche de surface (5% à 0-40 mètres). Les individus trouvés dans la couche de surface se répartissent comme suit : 72% appartiennent aux stades 7, 8 et 9 ; 28% aux stades 10, 11 et 12. Dans la couche intermédiaire, 56% des individus récoltés appartenaient aux stades 7, 8 et 9 ; 44% aux stades 10, 11 et 12. Dans la couche profonde, les jeunes stades sont beaucoup moins importants, car 77% de tous les individus sont attribuables aux stades 10, 11 et 12. On voit donc ici encore le rôle des facteurs ontogénétiques dans l'établissement de la répartition verticale.

TABLEAU V

Distribution verticale diurne de *Metridia longa* et *Metridia lucens*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Espèce	Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
		1960	1961	1962	1964	Moyenne	%
<i>M. longa</i>	0-40	11.00	17.00	5.64	2.76	8.77	5.2
	40-80	44.32	68.36	47.19	55.35	54.12	33.0
	80-110	238.44	104.56	39.43	24.03	101.07	61.7
<i>M. lucens</i>	0-40	1.00	0.12	0	0.08	0.29	24.0
	40-80	0.75	0.57	0.24	0.14	0.41	33.9
	80-110	1.89	0	0	0.13	0.51	42.1

M. lucens est à peu près également répartie entre les trois couches. Les stades 7, 8 et 9 ne sont représentés que dans les eaux de surface, où ils ne constituent d'ailleurs qu'une faible proportion de la population (5%). Quatorze pour cent des individus de la couche de surface sont des adultes. La proportion des adultes à 40-80 mètres est de 45% et elle est de 50% dans la couche profonde.

VARIATIONS SAISONNIÈRES

La figure 8 illustre les variations saisonnières de *M. longa* aux étages intermédiaire et profond, où se trouve la presque totalité de la population. À 40-80 mètres, la valeur maximale est toujours estivale (en août), sauf en 1960, qui présente un sommet en novembre. Dans la couche profonde, l'année 1960 fait encore exception en offrant un sommet unique particulièrement élevé au début de novembre. En 1961 et 1962, on relève, à ces profondeurs, un premier sommet en été (juillet 1962 ; août 1961) et un second sommet, légèrement plus bas en octobre. Les faibles valeurs de 1964 indiquent une densité relativement plus grande pendant le mois d'août seulement, mais il faut se rappeler ici l'absence de données pour novembre 1964.

Notre échantillonnage — limité aux copépodites — n'ayant commencé qu'en mai ou en juin, il n'est pas facile d'interpréter ces fluctuations saisonnières par le biais des phénomènes de reproduction. La proportion des différents stades de développement à chacun des mois des années en cause est toutefois de nature à fournir des indications sur l'activité reproductrice et le développe-

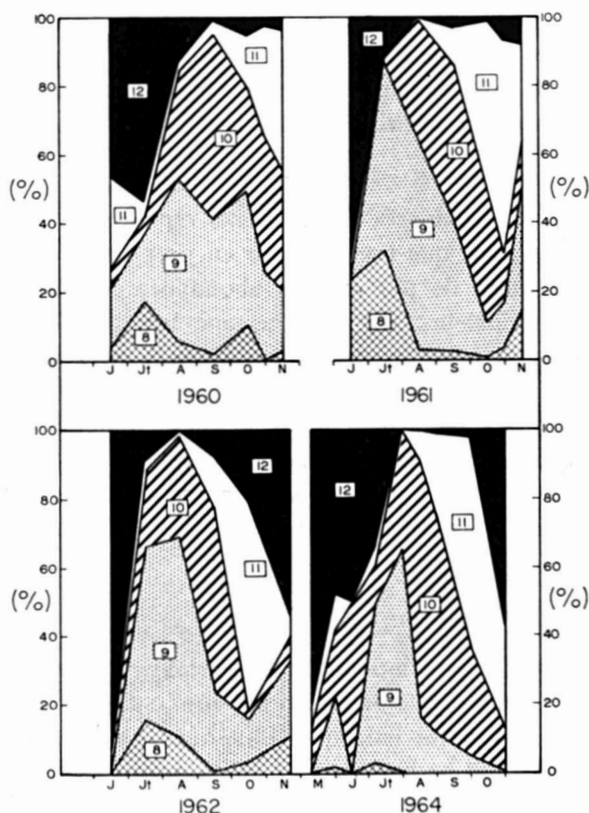


FIGURE 9. Variations annuelles et saisonnières de la composition des populations de *Metridia longa*. Les chiffres encadrés indiquent le stade de développement (8 à 12).

ment de *M. longa* (figure 9). La très forte proportion d'adultes au début de chaque saison montre bien que le début de la reproduction se situe au printemps, et sans doute antérieurement au mois de mai. La présence de deux foisonnements d'individus appartenant au stade 8, l'un estival et l'autre automnal, permet de penser que *M. longa* a deux poussées reproductives dont l'une, très hâtive, expliquerait le premier foisonnement des *Metridia* 8 de juin-juillet et l'autre, hypothétiquement en avril-mai rendrait compte du foisonnement des *Metridia* 8 d'octobre et novembre. L'existence d'une bimodalité reçoit un appui supplémentaire si l'on considère les fluctuations relatives des *Metridia* 9 et 10.

En 1961, comme en 1962, les deux sommets d'abondance de *M. longa* ne diffèrent pas sensiblement. Le sommet estival de ces deux années est constitué, en majeure partie, de stades 9 et 10; celui d'automne est dominé par les individus de stades plus avancés. Le maximum automnal de 1960 est fait de proportions presque identiques d'individus appartenant aux stades 9, 10 et 11. Étant donné le peu d'importance numérique des *M. longa* dans tous les mois antérieurs à novembre, nous croyons que cette très haute valeur de divers copépodites de *M. longa* en novembre 1960 est le résultat, au moins en partie, d'une immigration vers les eaux de la Baie-des-Chaleurs et non la suite d'une poussée reproductrice locale exceptionnellement importante. La faiblesse de notre échantillonnage automnal ne nous permet pas de chercher, du côté de la distribution horizontale, un appui plus net en faveur de cette hypothèse.

Les fluctuations saisonnières de *M. lucens* reposent sur l'analyse de populations trop réduites pour que l'on songe à en tirer autre chose que des indications. En 1960, année de plus grande abondance de cette espèce dans les eaux de la Baie-des-Chaleurs, nous notons une très grande pauvreté en juin, juillet et août. C'est à compter de septembre seulement que nous avons pu enregistrer des valeurs plus élevées dans la couche de surface et dans la couche intermédiaire. Les valeurs maximales ne furent obtenues qu'en novembre, plus particulièrement dans la couche intermédiaire et dans la couche profonde. Dans cette dernière couche, la densité moyenne du début de novembre est relativement très élevée (8.10 ind./m³).

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES

Puisque la majorité des individus de *M. longa* furent retrouvés dans la couche profonde, il s'ensuit que *M. longa* est, tout compte fait, une espèce plus abondante à l'extérieur de la baie qu'à l'intérieur, la couche profonde ne se retrouvant qu'à l'extérieur de la baie. Une comparaison entre la densité moyenne des deux régions aux étages d'échantillonnage superficiel et intermédiaire est quand même intéressante, car elle est susceptible de nous aider à juger du degré de pénétration de *M. longa* à l'intérieur de la baie des Chaleurs.

Comme le montre le tableau VI, *M. longa* est, dans la couche de surface, significativement plus abondante à l'intérieur qu'à l'extérieur de la baie en 1960, 1961 et 1964. Par ailleurs, dans la couche intermédiaire, seule l'année 1960 présente une différence significative entre l'intérieur et l'extérieur. Comme les différences observées dans la couche de surface sont fort importantes et que cette couche renferme surtout des jeunes copépodites, il est probable que les populations de *M. longa* de la baie ne sont pas seulement le résultat d'un apport de l'extérieur, mais que les progéniteurs y sont probablement nombreux lors de la ponte printanière.

Mentionnons que *M. lucens* se retrouve non seulement à l'extérieur de la baie mais également à l'intérieur, et même parfois aux stations plus occidentales.

Fluctuations d'*Acartia longiremis* (Lilljeborg) et *Acartia clausi* Giesbrecht

Acartia longiremis et *Acartia clausi* sont deux espèces relativement fréquentes dans nos échantillons. La première était présente dans 46% et la seconde dans 31% des prélèvements de l'échantillonnage quadriennal. Les fréquences annuelles plus élevées sont celles de 1960 et 1961 pour *A. longiremis* (67 et 58%) et celle de 1962 pour *A. clausi* (41%).

TABLEAU VI

Comparaisons entre la densité moyenne de *Metridia longa* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et sa densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), au moyen d'un test de Mann-Whitney (U). La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

Profondeur (mètres)		1960	1961	1962	1964
0-40	\bar{D}_i	20.76	42.49	19.89	7.72
	\bar{D}_e	6.36	22.49	12.57	0.73
	U_{ie}	150.5	245.5	223.5	23.5
	P^*	< 0.010	0.023	0.120	< 0.010
40-80	\bar{D}_i	38.86	92.71	57.04	71.70
	\bar{D}_e	21.18	72.11	43.99	68.84
	U_{ie}	18.5	35	37	61.5
	P^*	0.024	0.317	0.385	0.153

* P significatif pour $P \leq 0.05$.

Bien que la fréquence générale d'*A. longiremis* soit plus élevée que celle d'*A. clausi*, cette dernière espèce présente une densité moyenne générale plus grande qu'*A. longiremis* (tableau VII). On doit cependant remarquer que cette plus grande abondance moyenne d'*A. clausi* est la conséquence de la très haute moyenne obtenue en 1962. Les moyennes annuelles des années 1960, 1961 et 1964 présentent des écarts beaucoup moins considérables de densité entre *A. clausi* et *A. longiremis*.

D'autre part, les fluctuations relatives de chacune de ces deux espèces prises isolément montrent deux années d'abondance pour *A. longiremis*, soit les années 1960 et 1961, et une seule année d'abondance pour *A. clausi*, soit l'année 1962.

TABLEAU VII
Fluctuations annuelles d'*Acartia longiremis* et d'*Acartia clausi*,
au cours des années 1960-1964.

Espèce	Densité annuelle en nombre / m ³				Densité générale (nombre/m ³)
	1960	1961	1962	1964	
<i>Acartia longiremis</i>	6.06	4.41	0.97	0.60	3.18
<i>Acartia clausi</i>	8.23	3.63	68.61	2.37	19.02

Herdman, Thompson et Scott (1898) ont récolté régulièrement *A. longiremis* dans le nord du golfe Saint-Laurent, mais Willey (1919) ne semble y avoir récolté ni *A. longiremis*, ni *A. clausi*. Filteau (1948) mentionne la présence assez fréquente d'*A. longiremis* dans le plancton de la Baie-des-Chaleurs, mais non celle d'*A. clausi*. Dans l'estuaire de la rivière Miramichi, Bousfield (1955) a trouvé deux espèces d'*Acartia*, *A. clausi* et une espèce d'eau plus chaude, *A. tonsa* Dana. Par ailleurs, Lacroix et Legendre (1964) n'ont récolté qu'*A. clausi* dans leurs échantillons de l'estuaire de la rivière Restigouche. Selon ces données, *A. clausi* constitue en août de 80 à 97% de tous les copépodes de l'estuaire. Lacroix et Legendre notaient au même moment l'importance beaucoup plus réduite d'*A. clausi* à une station de référence à l'ouest de la baie des Chaleurs, la station 101; *A. clausi* ne comptait que pour 42% en nombre de tous les copépodes.

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

La distribution verticale diurne d'*A. clausi* (tableau VIII) démontre que cette espèce est, à toutes fins pratiques, limitée aux eaux de l'épithalassa, puis-

qu'on retrouve, en moyenne, 97% de tous les individus récoltés au cours des années 1960-1964 dans la couche supérieure (0-40 mètres). Les données de Lacroix et Legendre (1964) à deux stations de l'extrémité occidentale de la baie des Chaleurs montraient une extension verticale encore plus étroite, les prélèvements horizontaux faits à 20 mètres de profondeur présentant une densité 24 fois plus petite qu'à 10 mètres, et 45 fois moindre qu'à la surface.

TABLEAU VIII

Distribution verticale diurne d'*Acartia longiremis* et *Acartia clausi*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Espèce	Étage	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
		1960	1961	1962	1964	Moyenne	%
<i>A. longiremis</i>	0-40	5.52	3.39	0.73	0.65	2.46	27.7
	40-80	3.93	0.93	0.89	0.40	1.47	16.5
	80-110	11.47	6.60	0.98	0.81	4.96	55.8
<i>A. clausi</i>	0-40	1.63	0.62	35.71	5.18	10.70	96.9
	40-80	0.14	0.36	0.14	0.12	0.18	1.6
	80-110	0.58	0	0	0.13	0.16	1.4

Au contraire, *A. longiremis* est surtout une espèce de profondeur, plus de la moitié des individus prélevés entre 1960 et 1964 ayant été récoltés dans la couche profonde (80-110 mètres).

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES ET SAISONNIÈRES

A. clausi est une espèce limitée très étroitement à l'intérieur de la baie (figure 10). En juin 1960 et 1961, on ne la retrouve qu'aux stations très occidentales de la baie ; en juin 1962, elle est complètement absente de toute la région étudiée. Même si les quantités récoltées sont très petites, il est intéressant de souligner les températures très basses relevées à ces stations de juin (v.g. 1.2°C à la station 106, en 1960 ; 4.2°C à la station 101, en 1960, etc.). Sauf en 1962, il y a peu d'expansion au cours de juillet. En juillet 1960, cette espèce est toujours restreinte aux stations occidentales ; en 1961, elle est, somme toute, absente de la baie. En juillet 1962 toutefois, les quantités sont élevées, et principalement aux stations septentrionales. Au mois d'août, les distributions de 1960, 1961 et 1962 diffèrent beaucoup. En août 1960, une tendance nord-sud se fait jour, mais on retourne rapidement en septembre à une concentration aux stations occidentales. En août 1961, il y a distribution

sur un axe horizontal, mais en septembre, nous voyons une prédominance aux stations septentrionales. En août 1962, la répartition présente beaucoup plus d'uniformité dans la baie et cette tendance persistera quelque peu en septembre. On pourrait, croyons-nous, assez bien résumer la distribution géographique d'*A. clausi* par son absence ou sa quasi absence dans les eaux de l'extérieur de la baie et cette tendance à proliférer davantage aux stations septentrionales et occidentales.

Les fluctuations quantitatives saisonnières (figure 11) montrent que les populations d'*A. clausi* sont à leur plus haut niveau d'abondance en août, dans le cas des quatre années qui nous concernent. Les courbes de 1961 et 1964 indiquent toutes deux un sommet antérieur à celui d'août. Ces courbes suggèrent conséquemment la possibilité de deux poussées de reproduction, l'une printanière et l'autre estivale, mais à en juger par la constance d'un seul sommet élevé en août, on peut estimer que seule la ponte estivale est vraiment fructueuse.

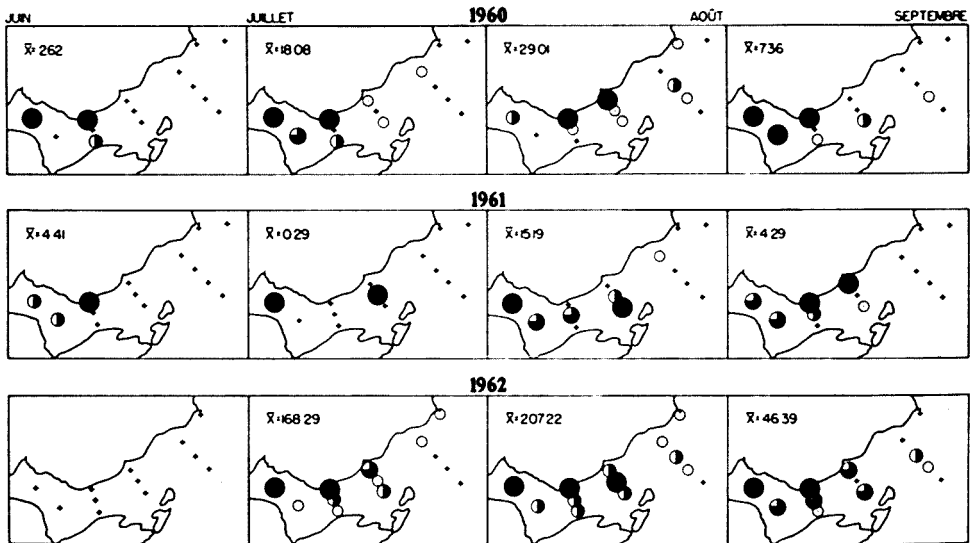


FIGURE 10. Variations géographiques des populations d'*Acartia clausi* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

Des cartes de distribution d'*A. longiremis* (figure 12) se dégagent deux faits principaux : 1) les cartes de juin 1960 et 1961 mettent en relief deux points de propagation, l'un à l'extrême ouest de la baie des Chaleurs et le second à l'extérieur de la baie ; 2) plusieurs des cartes de distribution montrent des quantités plus considérables d'individus aux stations septentrionales, principalement à l'extérieur de la baie des Chaleurs. De la comparaison entre la densité moyenne à l'intérieur de la baie et la densité moyenne à l'extérieur de la baie, se dégage une prééminence numérique en faveur de l'intérieur de la baie en 1960,

1961 et 1962 en ce qui a trait aux eaux de surface, mais ce n'est pas le cas dans les eaux intermédiaires (40-80 mètres), alors que nous sommes en mesure de constater que les moyennes de l'extérieur de la baie sont significativement plus élevées que celles de l'intérieur (tableau IX), tout au moins en 1960 et 1962.

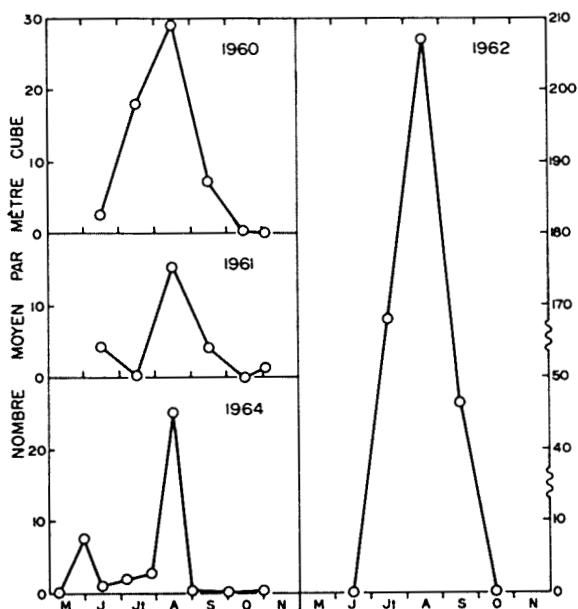


FIGURE 11. Variations saisonnières d'*Acartia clausi* dans l'étage supérieur (0-40 m).

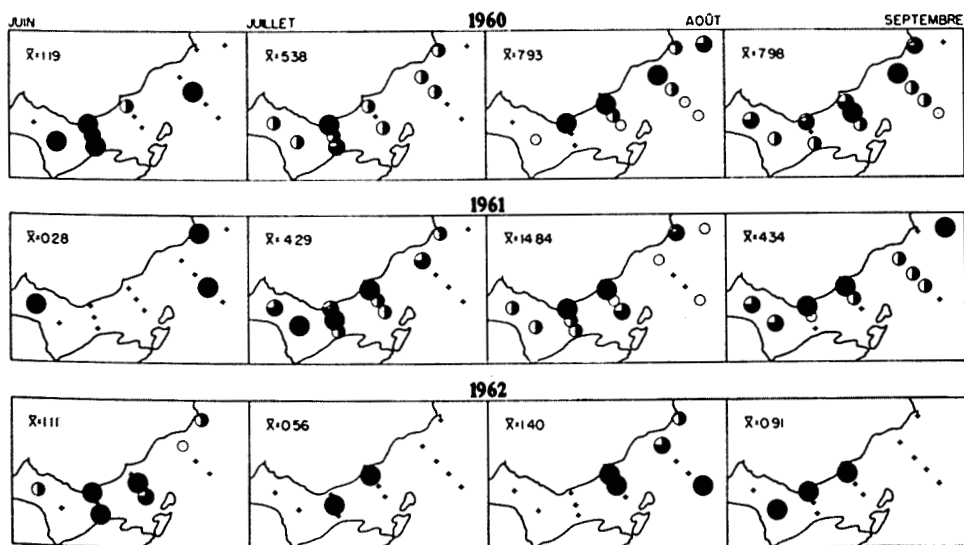


FIGURE 12. Variations géographiques des populations d'*Acartia longiremis* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

Le régime des fluctuations quantitatives saisonnières d'*A. longiremis* (figure 13) est relativement complexe, si l'on considère de façon parallèle les eaux de surface et les eaux profondes. En surface (0-40 mètres), la valeur maximale est obtenue en plein été (juillet 1964), à la fin de l'été (août 1961) ou à l'automne (octobre 1960). En profondeur (80-110 mètres), les deux années de plus grande abondance, 1960 et 1961, affichent des valeurs maximales au début de novembre et les deux années plus pauvres présentent ces valeurs élevées en septembre. Il n'est guère facile d'interpréter ces fluctuations à l'aide des données dont nous disposons. Étant donné cependant que c'est dans la couche profonde que sont retrouvées les plus grandes quantités de cette espèce, nous pouvons présumer qu'il s'agit surtout d'une espèce qui atteint ses plus hauts niveaux de population à la fin de l'été ou à l'automne. Déjà séparée d'*A. clausi* dans l'espace — *A. clausi* est nettement épipélagique —, *A. longiremis* l'est probablement aussi dans le temps, puisqu'*A. clausi* offre ses densités les plus élevées au mois d'août.

TABLEAU IX

Comparaisons entre la densité moyenne des *Acartia* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et leur densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), dans les eaux de surface et les eaux intermédiaires, au moyen d'un test de Mann-Whitney (U). La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

Espèce	Profondeur (mètres)		1960	1961	1962
<i>Acartia clausi</i>	0-40	\bar{D}_i	24.10	10.51	165.76
		\bar{D}_e	1.16	0.09	9.50
<i>Acartia longiremis</i>	0-40	\bar{D}_i	6.90	8.58	1.34
		\bar{D}_e	4.03	2.41	0.41
		U_{ei}	235.5	59.5	24
		P^*	0.018	< 0.01	< 0.01
	40-80	\bar{D}_i	2.46	0.26	0
		\bar{D}_e	2.88	1.04	1.53
		U_{ei}	4.5	30	4.5
		P^*	< 0.01	0.067	< 0.01

* P significatif pour $P \leq 0.05$

Fluctuations de *Tortanus discaudatus* (Thompson and Scott)

Selon Wiley (1919, 1920), *T. discaudatus* est parfois très abondante dans le sud du golfe Saint-Laurent, certains de ses échantillons prélevés dans les parages de Souris (Ile-du-Prince-Édouard) étant constitués en très grande partie d'individus appartenant à cette espèce (de 58 à 75% des Copépodes). Bousfield (1955) signale pour sa part que cette espèce est peu commune dans l'estuaire de la rivière Miramichi, mais qu'elle abonde surtout dans les eaux de surface adjacentes à cet estuaire. Lacroix et Legendre (1964) constatent de leur côté qu'en août, *T. discaudatus* est la troisième espèce de Copépode importante de l'estuaire de la rivière Restigouche.

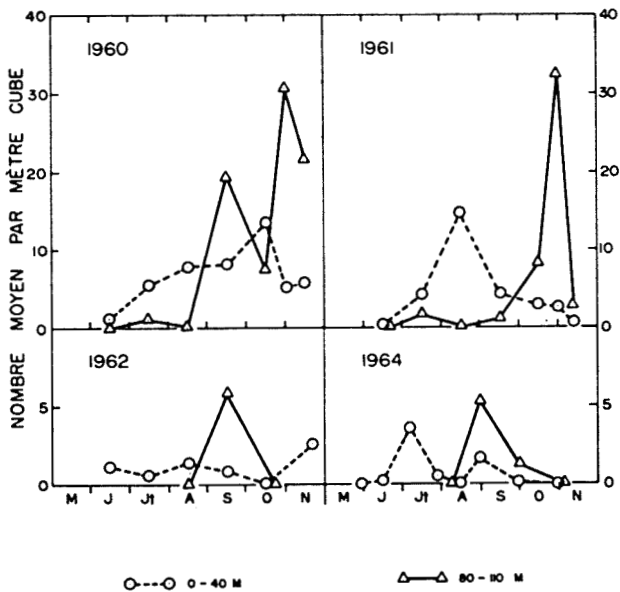


FIGURE 13. Variations saisonnières d'*Acartia longiremis* dans l'étage supérieur (0-40 m) et l'étage profond (80-110 m). Échelle doublée pour 1962 et 1964.

Dans la Baie-des-Chaleurs, *T. discaudatus* est une espèce fréquente ; 47% de tous nos échantillons, et 63% de nos échantillons prélevés dans les eaux de surface en contenaient. Ce pourcentage est encore plus élevé au cours de certaines années : 83% des échantillons de surface de 1962 et 77% d'entre eux en 1964 contiennent au moins un exemplaire de cette espèce. En regard de la densité cependant, *T. discaudatus* présente une certaine pauvreté, la moyenne générale pour toutes les couches n'étant que 7.57 ind./m³ et celle des eaux de surface de 11.87 ind./m³. Une seule des quatre années touchées par notre échantillonnage affiche une densité moyenne élevée : 1962, avec une moyenne de 24.86 ind./m³ pour l'ensemble des échantillons et 37.23 ind./m³ pour les eaux de surface. Les années 1960, 1961 et 1964 sont très pauvres, les densités annuelles étant respectivement de 0.99, 3.20 et 3.88 ind./m³.

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

T. discaudatus est très nettement épipélagique (tableau X). Les eaux de la couche de surface contiennent en moyenne 89% des individus de cette espèce. Il y a peu de variations annuelles à cet égard, sauf peut-être en 1960, alors que les populations sont à un niveau extrêmement bas. D'après les données de Lacroix et Legendre (1964), à l'extrémité ouest de la baie des Chaleurs, *Tortanus* serait plus abondante à 10 et 20 mètres qu'en surface.

TABLEAU X

Distribution verticale diurne de *Tortanus discaudatus*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	0.52	2.98	9.77	7.52	5.26	88.7
40-80	0.34	0.15	0.43	0.70	0.43	7.3
80-110	0	0.14	0.65	0.24	0.24	4.0

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES ET SAISONNIÈRES

Comme le montre la figure 14, contenant les cartes de distribution de *T. discaudatus*, cette espèce n'est présente à l'extérieur de la baie que de façon sporadique. Les cartes de juin 1960 et 1961 indiquent assez clairement que la prolifération se fait à partir des stations les plus occidentales de la baie des Chaleurs. Au fur et à mesure que la saison avance, il se fait une extension vers les stations plus à l'est et plusieurs des cartes de distribution montrent alors une tendance nord-sud, les stations septentrionales affichent de plus grandes quantités que les stations méridionales (juillet 1960 ; septembre 1961 ; juin, juillet, août et septembre 1962). Cette tendance pourrait être la conséquence des préférences de l'espèce pour des eaux modérément chaudes, que la répartition verticale à l'extrémité ouest de la baie des Chaleurs avait déjà révélées (Lacroix et Legendre, 1964). Certes, la circulation des eaux favoriserait davantage des apports de l'ouest vers le sud-est, mais les eaux chaudes du sud de la baie limitent probablement cette pénétration des *T. discaudatus* dans la partie méridionale de la baie.

Les courbes de fluctuations saisonnières (figure 15) montrent la possibilité de deux sommets saisonniers, l'un proprement estival et l'autre, automnal. Le premier est obtenu en juillet (1962), en août (1964) ou en septembre (1961) ; le second l'est en novembre (1961, 1962). En 1961, contrairement aux autres années, ce second sommet est la valeur maximale de la saison. La courbe de 1964 nous renseigne avec plus de précision sur le début de la saison : au début

de mai, *T. discaudatus* est complètement absente. C'est à la fin de mai seulement que quelques individus de cette espèce apparaissent dans nos échantillons et l'on ne note un accroissement substantiel qu'au début de juillet. Dans la mesure où nos données permettent une telle inférence, *T. discaudatus* ne se reproduirait donc pas au printemps.

Cette espèce est donc, tout compte fait, une espèce sténotropique, limitée spatialement aux eaux intérieures de la baie des Chaleurs, quelquefois même au nord de la baie, et limitée temporellement à l'été et à l'automne.

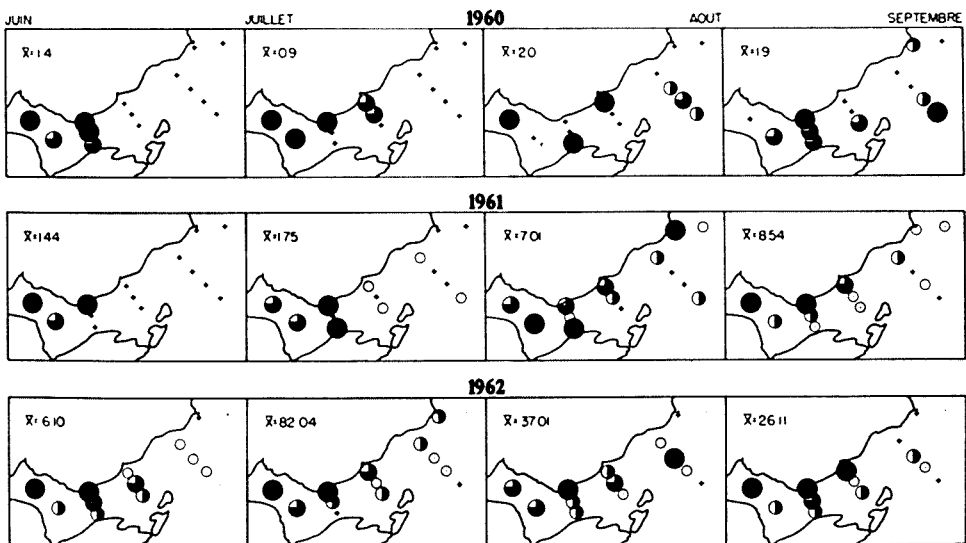


FIGURE 14. Variations géographiques des populations de *Tortanus discaudatus* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

Fluctuations de *Centropages hamatus* (Lilljeborg)

La présence de cette espèce dans les eaux peu profondes du sud et de l'est du golfe Saint-Laurent nous était déjà connue par les travaux de Scott (1907), Willey (1919), Bousfield (1955), Lacroix et Bergeron (1963). Selon Willey (1919), *C. hamatus* a une distribution parallèle à celle de *T. discaudatus*, mais elle ne serre pas la côte d'aussi près et peut même se retrouver au large, au-dessus des grandes profondeurs. Cette observation générale de Willey est confirmée par Bousfield (1955) qui ne trouve cette espèce qu'à l'extérieur de l'estuaire de la Miramichi, et par Lacroix et Legendre (1964) qui constatent le peu d'importance de *C. hamatus* dans l'estuaire de la rivière Restigouche par comparaison avec les eaux de la baie des Chaleurs. Nous n'avons jamais rencontré l'autre espèce du même genre, *Centropages typicus* Krøyer, espèce également

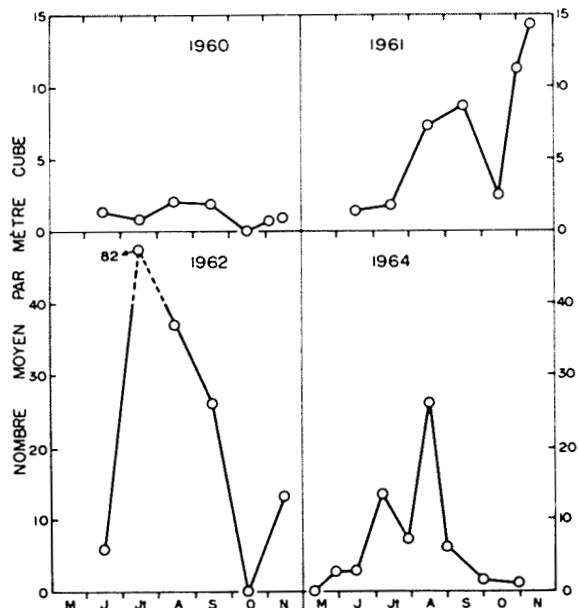


FIGURE 15. Variations saisonnières de *Tortanus discaudatus* dans l'étage supérieur (0-40 m). Échelle doublée pour 1960 et 1961.

néritique mais fortement sténohaline (Deevey, 1952), n'apparaissent en quantité que dans les eaux à salinité supérieure à 30‰.

Notre échantillonnage des années 1960-1964, à l'intérieur et à l'extérieur de la baie des Chaleurs, a permis de constater que *C. hamatus* y est fréquente (fréquence générale de 46%). Dans l'étage supérieur (0-40 mètres), nous l'avons récoltée en moyenne dans 62% des échantillons. Au cours des années 1960 et 1964, elle était présente dans 74 et 84% des échantillons de la couche de surface (0-40 mètres).

Toutefois, comme ce fut le cas pour *T. discaudatus*, la densité moyenne de *Centropages* est relativement faible (4.61 ind./m³). Les densités annuelles sont respectivement de 4.89, 1.41, 5.04 et 7.46 ind./m³ pour les années 1960, 1961, 1962 et 1964. La seule année qui présente une plus grande pauvreté est donc l'année 1961.

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

Sur le plan de la distribution verticale (tableau XI), le parallélisme avec *T. discaudatus* se maintient puisque la très grande majorité des individus de cette espèce sont concentrés dans les eaux de la couche supérieure (0-40 mètres) et que durant les trois premières années de notre programme nous n'avons pas récolté cette espèce dans les eaux profondes (80-110 mètres).

TABLEAU XI

Distribution verticale diurne de *Centropages hamatus*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113, P 123 — mai à novembre 1960-1964

Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	6.15	1.65	5.42	14.16	7.62	88.5
40-80	2.15	0.27	0.21	0.71	0.84	9.8
80-110	0	0	0	0.51	0.15	1.7

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES ET SAISONNIÈRES

Nos cartes de distribution géographique pour *C. hamatus* (figure 16) montrent que cette espèce peut se propager relativement bien à l'extérieur de la baie, contrairement à *Tortanus* qui était très franchement limitée aux eaux intérieures de la baie des Chaleurs. La carte de juin 1960 et, à un degré moindre les cartes de juillet 1961 et 1962 semblent indiquer qu'il y a propagation séparée à l'intérieur et à l'extérieur de la baie tout au moins au début de l'été, mais il est probable que ces populations se mélangent dans la suite, à la faveur de la circulation est-ouest et nord-ouest/sud-est. Nous n'avons cependant pas détecté de tendance nord-sud bien définie pour cette espèce.

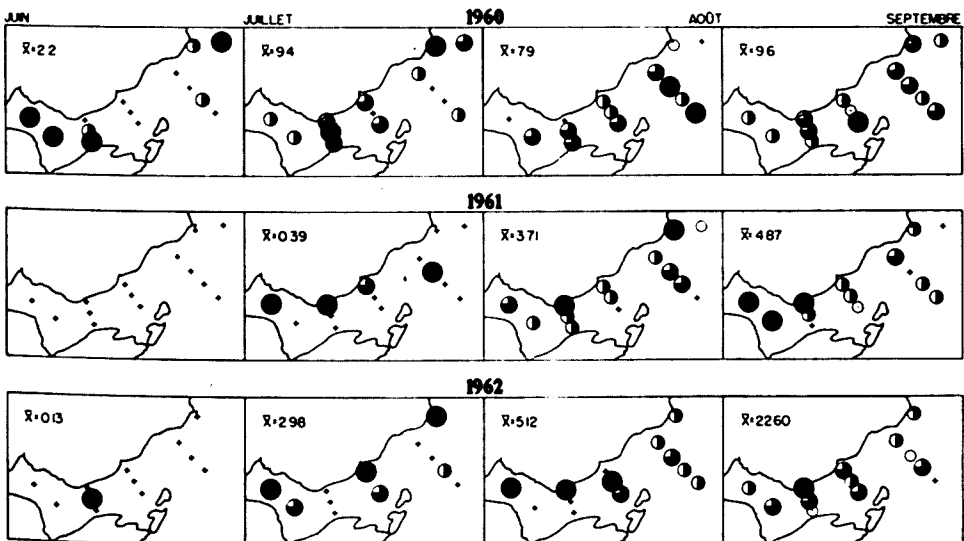


FIGURE 16. Variations géographiques des populations de *Centropages hamatus* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

L'analyse statistique montre pour deux des quatre années (1961, 1962) une abondance plus grande à l'intérieur de la baie qu'à l'extérieur (tableau XII). En 1960 et 1964 cependant, les différences entre l'intérieur et l'extérieur de la baie ne se sont pas avérées significatives au niveau de signification de 5%. Comme il ne semble d'autre part y avoir aucun lien entre l'importance de ces différences intérieur/extérieur et la plus ou moins grande abondance annuelle, il ressort assez clairement que *C. hamatus* n'est pas typiquement une espèce de l'intérieur de la baie.

TABLEAU XII

Comparaisons entre la densité moyenne de *Centropages hamatus* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et leur densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), dans l'étage supérieur, au moyen d'un test de Mann-Whitney (U). La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

	1960	1961	1962	1964
\bar{D}_i	7.80	2.63	10.08	21.19
\bar{D}_e	6.60	1.73	4.11	7.42
U_e	281	144.5	184.5	108.5
P *	0.090	<0.010	0.021	0.197

* P significatif pour $P \leq 0.05$

Les fluctuations quantitatives saisonnières (figure 17) montrent le caractère proprement estival de *C. hamatus*, présente dans nos échantillons de juin à octobre. Au début de mai (1964), cette espèce est complètement absente. À la fin de mai seulement apparaîtront de petites quantités, la première progression importante se faisant en juin 1960 et 1964, mais en juillet seulement, au cours des années 1961 et 1962. Les valeurs maximales sont toujours obtenues en août et en septembre. Sur la foi de ces données, il semble donc permis de croire que la reproduction de *C. hamatus* est totalement estivale.

Fluctuations d'*Eurytemora herdmani* Thompson and Scott

Moins fréquente et moins abondante dans l'ensemble des échantillons que *T. discaudatus* et *C. hamatus*, *Eurytemora herdmani* se rapproche cependant de ces deux espèces sous plusieurs aspects. Nous l'avons récoltée dans 36% des échantillons de notre échantillonnage quadriennal et dans 50%, si l'on s'en tient aux échantillons de l'étage supérieur. Sous le rapport de la densité, *E. herdmani*, comme *T. discaudatus*, présente une très grande pauvreté en

1960 (0.83 ind./m³) et une plus grande richesse en 1962 (8.01 ind./m³). Les années 1961 et 1964 ont des moyennes annuelles intermédiaires (respectivement de 4.67 et 2.39 ind./m³), tandis que la densité moyenne générale est de 3.81 ind./m³. Rappelons, d'un autre côté, que la seule année pauvre de *C. hamatus* était l'année 1961.

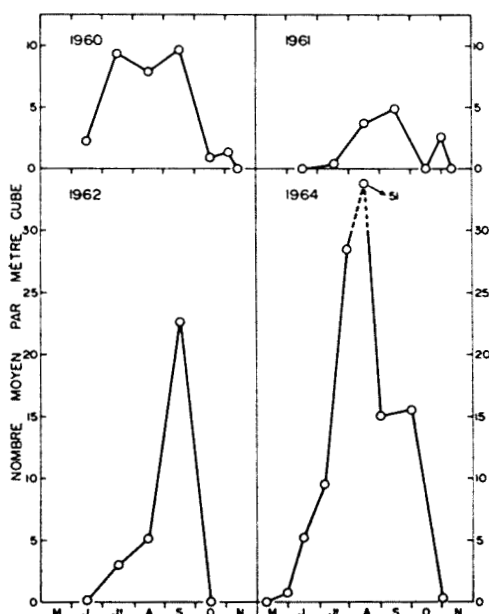


FIGURE 17. Variations saisonnières de *Centropages hamatus* dans l'étage supérieur (0-40 m).

TABLEAU XIII

Distribution verticale diurne d'*Eurytemora herdmanni*, aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	0.34	1.60	7.84	5.11	3.72	89.9
40-80	0.49	0.13	0.23	0.19	0.26	6.3
80-110	0.11	0	0	0.48	0.16	3.9

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE

La distribution verticale diurne indique bien le caractère épipélagique de *E. herdmanni* (tableau XIII). Cette répartition est analogue à celles de *C. hamatus*, *T. discaudatus*, *A. clausi* et à celle du stade 8 de *C. finmarchicus*.

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES ET SAISONNIÈRES

Les cartes de distribution d'*E. herdmani* semblent montrer une double source de propagation, l'une à l'intérieur de la baie et l'autre, à l'extérieur de la baie (figure 18). La prolifération est cependant de peu d'importance à l'extérieur de la baie, et même à l'intérieur de la baie, la distribution horizontale est quelque peu erratique et difficile d'interprétation. Une comparaison globale entre l'intérieur de la baie sont significativement plus élevées que celles de l'extérieur de la baie, sauf en 1964 (tableau XIV).

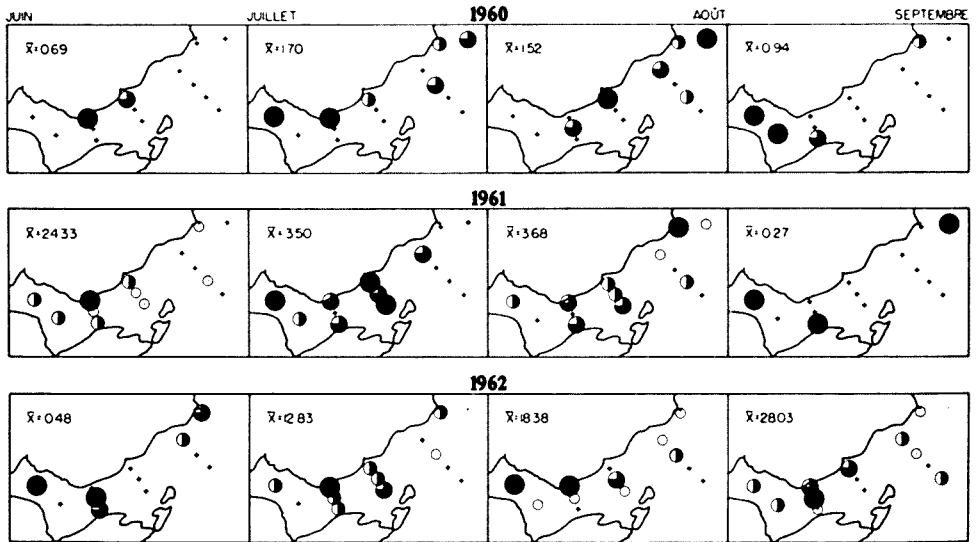


FIGURE 18. Variations géographiques des populations d'*Eurytemora herdmani* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 2.

Si l'on considère les fluctuations saisonnières globales (figure 19), sans distinction de régions, on obtient des courbes surprenantes au premier abord. En 1961, nous notons une valeur maximale dès le début des observations, au mois de juin, alors que les eaux de la baie sont très froides. Dans les mois subséquents, les quantités d'*Eurytemora* sont presque négligeables ou nulles. En 1964, nous obtenons une valeur maximale au début de juillet et, dès la fin de septembre, cet organisme est disparu de nos échantillons. En 1962, il y a progression constante de juin à juillet, de juillet à août, et d'août à septembre, alors que le maximum est atteint. La croissance est très rapide et nous ne notons aucun *E. herdmani* dans les échantillons d'octobre. Cet espèce est donc surtout estivale, susceptible cependant de proliférer rapidement et brièvement au début de l'été seulement comme en 1961, mais il apparaît qu'un autre facteur que la température joue un rôle décisif dans sa prospérité plus ou moins grande. En comparant, dans leurs relations avec la température et la salinité, *E. herdmani*, *T. discaudatus* et *C. hamatus*, l'on constate qu'*E. herdmani* est moins tolérante

aux salinités élevées que *C. hamatus* et *T. discaudatus* (figure 20). L'on peut également noter que *C. hamatus* est moins fréquente et moins dense aux basses salinités que ne le sont *T. discaudatus* et *E. herdmani*. Enfin, dernière constatation *T. discaudatus* apparaît ici comme plus euritherme que *C. hamatus* et *E. herdmani*. Il ressort donc de ces différentes relations que, malgré de grandes similitudes, ces trois espèces présentent des tolérances différentes vis-à-vis les conditions de température et de salinité, qui peuvent sans doute expliquer, au moins partiellement, les divergences de leur distribution horizontale et de leurs fluctuations saisonnières.

TABLEAU XIV

Comparaisons entre la densité moyenne de *Eurytemora herdmani* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et leur densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), dans l'étage supérieur, au moyen d'un test de Mann-Whitney (U). La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

	1960	1961	1962	1964
\bar{D}_i	1.49	12.86	18.48	6.31
\bar{D}_e	0.85	1.40	2.34	4.48
Ue	43.5	95.5	139.5	124.5
P *	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.450

* P significatif pour $P \leq 0.05$

Notes sur quelques autres copépodes

Oithona similis CLAUS

Nous avons récolté des Cyclopoïdes du genre *Oithona* dans 53% de nos échantillons réguliers. Ayant acquis la conviction que les individus appartenant à ce genre étaient fort mal récoltés par suite des vides de mailles trop grands de nos soies d'échantillonnage, nous avons limité l'analyse spécifique et ontogénétique. L'espèce la mieux représentée est *Oithona similis* Claus. Filteau (1951 ms) a étudié le cycle vital d'*O. similis*, en qui il reconnaît l'une des espèces très importantes du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs. Selon les données de Filteau, il semble y avoir dans le cas de cette espèce des fluctuations annuelles très considérables, les populations pouvant passer, en deux années consécutives, de l'extrême pauvreté à l'extrême abondance. Bien que mentionnées ici sous toute réserve, nos données permettent de constater une année de très grande pauvreté (1964 : densité moyenne de 0.35 ind./m³). comme une année de richesse relative (1962 : densité moyenne de 13.00 ind./m³). Dans notre échantillonnage, les années 1960 et 1961 étaient intermédiaires (1960 : 4.01 ind./m³; 1961 : 6.13 ind./m³).

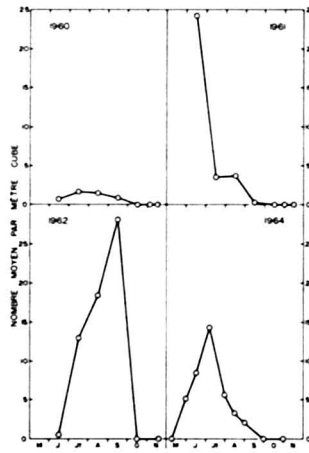


FIGURE 19. Variations saisonnières d'*Eurytemora herdmani* dans l'étage supérieur (0-40 m).

Même si elle s'appliquait à des populations polyspécifiques, la distribution verticale (tableau XV) est intéressante, en ce qu'elle nous permet de constater qu'il s'agit encore d'organismes largement épipélagiques. Par ailleurs, la distribution géographique n'affiche pas cette restriction aux eaux de la baie qui

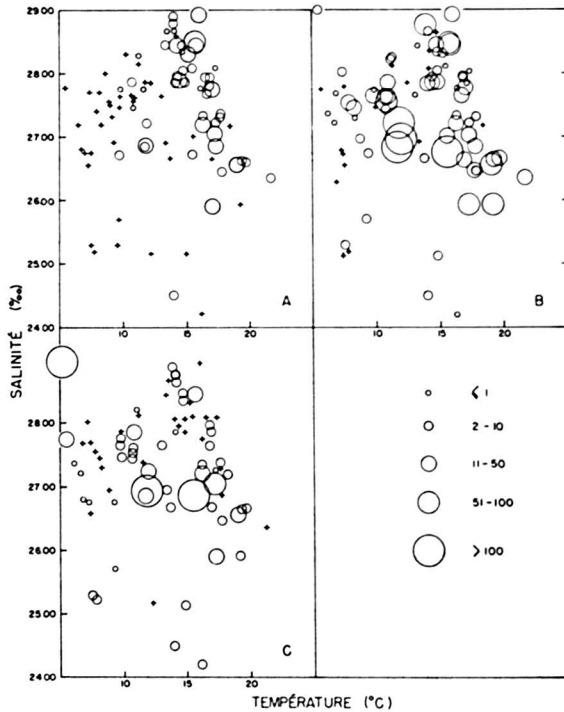


FIGURE 20. Relations température/salinité/densité des organismes (ind./m³), étés 1961 et 1962. (A) *Centropages hamatus*; (B) *Tortanus discaudatus*; (C) *Eurytemora herdmani*.

caractérisait la plupart des espèces épipelagiques auparavant étudiées. Les données de 1964 montrent même que les *Oithona* se propagent à partir de l'extérieur de la baie des Chaleurs. Elles sont totalement absentes des eaux de l'intérieur de la baie, du début de mai jusqu'à la mi-août en 1964, alors que leur maximum d'abondance est obtenu à l'extérieur de la baie au début de juillet.

Les variations saisonnières de 1962 correspondent assez bien au régime décrit antérieurement par Filteau (1951, ms) avec une valeur maximale estivale, tandis que celles de 1961 montrent une valeur maximale — d'ailleurs très élevée — au début de novembre.

Le seul autre Cyclopoïde que nous avons identifié est *Ergasilus sieboldi* Nordmann, présente dans des échantillons non réguliers prélevés à l'extrémité ouest de la baie des Chaleurs, en eaux saumâtres.

Euchaeta norvegica BOECK

Cette espèce arctique n'est présente que dans 16% de l'ensemble des échantillons, mais dans 32 et 43% des échantillons des étages intermédiaire et profond. Nous l'avons néanmoins considérée comme une espèce secondaire pour la Baie-des-Chaleurs, sa densité annuelle, même dans les couches inférieures, n'excédant pas 0.87 ind./m³. La moyenne générale n'est que de 0.24 ind./m³ pour l'ensemble des échantillons et de 0.61 ind./m³ pour ceux de la couche profonde. Pour la couche profonde les années 1961 et 1964 présentent des densités supérieures à la moyenne (0.87 et 0.79 ind./m³), tandis que les densités des années 1960 et 1962 lui sont inférieures (0.37 ind./m³ dans les deux cas).

TABLEAU XV

Distribution verticale diurne d'*Oithona* spp., aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Étage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	4.72	10.56	15.93	0.78	7.02	80.7
40-80	0.76	2.82	0.42	0.02	0.93	10.7
80-110	0.73	1.49	0.68	0.16	0.75	8.6

Le tableau XVI résume les données ayant trait à la distribution verticale diurne. Nous pouvons constater une répartition à peu près égale entre la couche intermédiaire et la couche profonde.

Les valeurs maximales sont presque toujours obtenues à la fin de la saison, dans la couche profonde (80-110 mètres) : en septembre (1964), octobre (1961, 1962) et en novembre (1960). Dans la couche intermédiaire, les plus hautes valeurs sont atteintes plus tôt : en août 1964, en septembre 1961 et 1962, et en juillet 1960.

Enfin, sur le plan géographique, les valeurs moyennes sont toujours plus élevées à l'extérieur de la baie qu'à l'intérieur de la baie.

Bradyidius similis G. O. SARS

Copépode hyperbenthique si l'on considère les quelques données de Lacroix et Bergeron (1963) pour le banc de Bradelle, *B. similis* est très rare dans la Baie-des-Chaleurs. Nous ne l'avons prélevée qu'à trois reprises, au cours de l'année 1961. Deux de ces récoltes provenaient de la couche profonde (80-110 mètres), à la station P 112, en juin et juillet 1961, tandis que la troisième découlait d'un prélèvement fait dans la couche 0-40 mètres à la station P 111, en juin 1961. Ces récoltes ne comptaient d'ailleurs qu'un ou deux exemplaires.

Anomalocera patersoni TEMPLETON

Contrairement à *B. similis*, *Anomalocera patersoni* est une espèce du neuston (Pennell, 1967). Il n'est donc guère étonnant que nous ne l'ayons rencontrée que rarement dans nos échantillons réguliers de la couche de surface, qui ne fournissent pas une représentation convenable des organismes vivant dans les 5 ou 10 premiers mètres de la surface.

TABLEAU XVI

Distribution verticale diurne d'*Euchaeta norvegica* aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Etage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
	1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
0-40	0.07	0.16	0.02	0.003	0.06	4.9
40-80	0.27	0.60	0.38	0.83	0.55	45.1
80-110	0.37	0.87	0.37	0.79	0.61	50.0

HARPACTICOIDA

Les Harpacticoides étaient présentes dans 6% seulement de tous les échantillons, mais dans 11% des échantillons de la couche profonde. L'espèce la plus fréquente est *Parathalestris croni* (Krøyer). Nous avons également récolté *Harpacticus uniremis* Krøyer, mais en mai 1964 seulement. Quant à

Harpacticus chelifera (O. F. Müller) et *Tisbe furcata* (Baird), prélevées dans des échantillons non réguliers tout près de la côte à Grande-Rivière, *Microsetella norvegica* (Boeck), prélevée à l'extrémité ouest de la baie, on peut considérer qu'il s'agit là d'occurrences tout à fait fortuites.

MONSTRILLOIDA

Nous n'avons récolté des représentants de cet ordre qu'à trois reprises. *Monstrilla dubia* T. Scott était présente dans un échantillon prélevé dans la couche intermédiaire (40-80 mètres) à la station P 113, en juillet 1964. *Thaumaleus (Cymbasoma) gigas* A. Scott ne fut récoltée que pendant la période des essais, en mai 1959, aux stations P 110 et P 112.

Discussion et conclusions

Dans les pages qui précèdent, nous avons terminé l'analyse des fluctuations spatiales et temporelles des Copépodes de la Baie-des-Chaleurs. Ce taxon, dominant le zooplancton sous l'angle de la fréquence comme sous celui de la densité, est conséquemment largement impliqué dans les variations annuelles des biomasses planctoniques révélées par notre étude des stocks actuels (Lacroix et Filteau, 1969). Cette étude avait mis en évidence, parmi les quatre années en cause, une année particulièrement riche en zooplancton (1962), une année particulièrement pauvre (1961) et deux années de densité intermédiaire (1960, 1964).

Il est dès lors intéressant d'examiner quelles espèces de Copépodes ont marqué chacune des années en cause. Le tableau XVII, qui présente sommairement les variations annuelles de densité des principales espèces pour les trois années les plus comparables méthodologiquement, est particulièrement révélateur à ce sujet. L'année 1962 est une année de densité maximale pour huit espèces (*T. longicornis*, *C. finmarchicus*, *P. minutus*, *T. discaudatus*, *O. similis*, *C. hamatus*, *E. herdmani* et *A. clausi*). D'autre part, les densités minimales de trois espèces caractérisent cette même année : *M. longa*, *C. hyperboreus*, *A. longiremis*. L'année 1961 ne présente de densité maximale que pour trois espèces, dont les variations annuelles sont d'ailleurs très faibles : *M. longa*, *C. hyperboreus* et *E. norvegica*. Les densités minimales de *T. longicornis*, *C. hamatus*, *A. clausi* et *M. lucens* sont obtenues en 1961 et il convient de plus de souligner la très faible densité de *C. finmarchicus* pour cette même année. Enfin, en 1960, deux espèces seulement présentent leur densité maximale, mais de façon peu marquante (*A. longiremis* et *M. lucens*). Quelques espèces sont cependant très bien représentées en 1960 : *T. longicornis*, *M. longa*, *C. hyperboreus*, *C. hamatus*, *E. norvegica*, tandis que quelques autres sont à leur plus bas niveau de densité (*C. finmarchicus*, *P. minutus*, *T. discaudatus*, *E. herdmani*).

TABLEAU XVII

Densités annuelles moyennes (nombre d'ind. / m³) des principales espèces de Copépodes de la Baie-des-Chaleurs en 1960, 1961 et 1962.

	1960	1961	1962
ESPÈCES TRÈS COMMUNES			
<i>Temora longicornis</i>	522.34	119.65	658.90
<i>Calanus finmarchicus</i> *	88.83	179.42	446.43
<i>Pseudocalanus minutus</i>	70.01	136.20	179.89
<i>Metridia longa</i>	39.36	46.17	26.41
<i>Calanus hyperboreus</i> *	26.80	28.32	15.08
ESPÈCES COMMUNES			
<i>Tortanus discaudatus</i>	0.99	3.20	24.86
<i>Oithona similis</i> (?)	4.01	6.13	13.00
<i>Acartia longiremis</i>	6.06	4.41	0.97
<i>Centropages hamatus</i>	4.89	1.41	5.04
ESPÈCES SECONDAIRES			
<i>Eurytemora herdmani</i>	0.83	4.67	8.01
<i>Acartia clausi</i>	8.23	3.63	68.61
<i>Metridia lucens</i>	0.81	0.30	0.42
<i>Euchaeta norvegica</i>	0.37	0.87	0.37

* Lacroix et Filteau, 1970.

Le tableau XVIII, résumant schématiquement nos résultats sur les variations spatiales et saisonnières des Copépodes, permet de scruter les caractéristiques de distribution des espèces ainsi mises en cause. Des huit espèces présentant des densités maximales en 1962, six sont des espèces typiques des eaux superficielles (*T. longicornis*, *T. discaudatus*, *O. similis*, *C. hamatus*, *E. herdmani*, *A. clausi*), une seulement est plus caractéristique des eaux profondes quant à la densité de ses stades 10, 11 et 12 (*C. finmarchicus*) et la huitième n'est pas statistiquement liée à un étage en particulier, probablement par suite de la présence des deux formes de *P. minutus*, la forme « *elongatus* » de caractère boréal et fortement abondante en surface (0-40 m) et la forme « *major* », de caractère arctique et très abondante en profondeur (81-110 m). Par ailleurs, sur ces huit espèces, cinq sont des espèces plus typiques de l'intérieur de la baie des Chaleurs que de l'extérieur (*T. longicornis*, *P. minutus*, *T. discaudatus*, *E. herdmani* et *A. clausi*), une seule est plus largement représentée à l'extérieur qu'à l'intérieur de la baie (*O. similis*), tandis que deux autres semblent proliférer aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur (*C. finmarchicus*, *C. hamatus*). Enfin, cinq des huit espèces abondantes de 1962 présentent des valeurs maximales en juin, juillet et août, tandis que les trois autres sont aussi abondantes pendant ces mois qu'en septembre, octobre ou novembre. En bref, les

espèces abondantes de 1962 sont surtout des espèces d'eaux superficielles, proliférant avantagement à l'intérieur de la baie des Chaleurs, atteignant leur densité maximale surtout au cours des mois d'été. Il s'agit d'espèces boréales.

En 1961, les seules espèces relativement abondantes (et il convient de rappeler qu'il s'agit d'espèces dont les fluctuations annuelles sont très faibles) sont des espèces d'eaux profondes (*M. longa*, *C. hyperboreus*, *E. norvegica*), typiques conséquemment de l'extérieur de la baie. L'une de ces espèces atteint ses valeurs maximales en été (*C. hyperboreus*), une autre en automne (*E. norvegica*), tandis que la troisième (*M. longa*) ne présente pas de prépondérance saisonnière tranchée. Outre ces trois espèces, *P. minutus* présente une densité relativement élevée en 1961, mais essentiellement dans les couches intermédiaire et profonde (41-110 m), ce qui nous amène à croire qu'il s'agit surtout de représentants de la forme « major ». Les espèces les plus abondantes de 1961 sont donc des espèces de caractère subarctique ou arctique.

TABLEAU XVIII

Caractéristiques de distribution des espèces de Copépodes de 1960, 1961 et 1962.

Espèces	Etage de plus grande densité des stades 10, 11 et 12	Région de plus grande densité	Période de densité maximale
<i>Temora longicornis</i> <i>Calanus finmarchicus</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Metridia longa</i> <i>Calanus hyperboreus</i>	S I, P S, I, P I, P I, P	In In/Ex In Ex Ex	E E E + A E + A E
<i>Tortanus discaudatus</i> <i>Oithona similis</i> <i>Acartia longiremis</i> <i>Centropages hamatus</i>	S S P S	In Ex Ex In/Ex	E + A E + A A E
<i>Eurytemora herdmanni</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Metridia lucens</i> <i>Euchaeta norvegica</i>	S S S, I, P I, P	In In In/Ex Ex	E E A A

Etages: a) eaux superficielles (S: 0-40 m); b) eaux profondes (I: 41-80 m; P: 81-110 m).

Région: a) intérieur de la baie des Chaleurs (In); b) extérieur de la baie des Chaleurs (Ex).

Période: a) fin du printemps et été (juin, juillet, août = E); b) fin de l'été et automne (sept., oct. et nov. = A).

La situation de 1960 est plus complexe. Des sept espèces relativement abondantes, quatre sont des espèces d'eaux profondes et sont caractéristiques des eaux de l'extérieur de la baie des Chaleurs (*A. longiremis*, *M. longa*, *C. hyperboreus* et *E. norvegica*). Les trois autres sont, soit des espèces des eaux superficielles (*T. longicornis*, *C. hamatus*), soit des espèces uniformément distribuées dans les trois étages (*M. lucens*). Une seule de ces espèces est nettement de l'intérieur de la baie (*T. longicornis*), les deux autres étant aussi bien représentées dans la baie qu'à l'extérieur (*M. lucens*, *C. hamatus*). Sur le plan saisonnier, trois de ces espèces sont estivales si l'on considère leur plus grande densité (*T. longicornis*, *C. hyperboreus* et *C. hamatus*) et trois automnales (*A. longiremis*, *M. lucens* et *E. norvegica*). À ce point de vue, la septième espèce ne présente pas de distinction nette (*M. longa*). Quatre de ces sept espèces sont de type subarctique ou arctique, deux de type boréal, tandis que la dernière (*M. lucens*) est difficilement classifiable, eu égard à nos résultats.

Rapprochés des conditions hydroclimatiques de 1960, 1961 et 1962 exposées antérieurement (Lacroix et Filteau, 1969), ces résultats trouvent leur signification. Nous y avons décrit l'été 1962 comme étant chaud et prolongé sur le plan hydrographique, par suite d'une circulation verticale intense, permettant la formation d'une épithalassa relativement épaisse, conditions éminemment favorables au développement de populations planctonique boréales. La répartition verticale de *T. longicornis* — l'espèce la plus dense de 1962 —, avec une densité moyenne aussi élevée dans la couche intermédiaire (41-80 m) que dans la couche de surface (0-40 m) est révélatrice de cette plus grande homogénéité verticale. De même, la plus grande homogénéité horizontale de 1962 est bien reflétée dans la distribution de *C. finmarchicus* — deuxième espèce abondante de 1962 — aussi abondante à l'intérieur de la baie des Chaleurs qu'à l'extérieur dans les eaux de surface. Par contraste net, l'été 1961 nous était apparu comme un été chaud mais bref, suite à un printemps tardif et lent, avec une persistance remarquable des températures négatives dans la nappe d'eau froide. Les espèces habitant cette couche d'eau, de caractéristique arctique, pouvaient être favorisées dans le développement de leur population, et il semble bien que ce fut le cas. L'année 1960 était surtout caractérisée quant aux conditions hydroclimatiques par une disparité horizontale très nette, les eaux du nord de la baie des Chaleurs faisant contraste, par leurs très basses températures, avec celles du sud de la baie et de l'extérieur de la baie. Autre trait, la chute brusque des températures superficielles en cours d'été. Le succès relatif de plusieurs espèces arctiques et subarctiques comme de quelques espèces boréales reflète bien ce type d'été hydrographique bref, venant à la suite d'un printemps hâtif et chaud dans une grande partie de la région, mais non au nord de la baie des Chaleurs.

Références

- BIGELOW, H. B. 1926. Plankton of the offshore waters of the Gulf of Maine. *Bull. U.S. Bur. Fish.*, 40 (part II): 1-509.

- BOUSFIELD, E. L., 1955. Ecological control of the occurrence of barnacles in the Miramichi Estuary. *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 137, p. 1-69.
- DEEVEY, B. G., 1952. Quantity and composition of the zooplankton of Block Island Sound, 1949. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **13**: 120-164.
- FARRAN, G. P., 1951 (revised by W. Vervoort). Copepoda. Suborder: Calanoida. Family: Pseudocalanidae. Genera: *Pseudocalanus*, *Microcalanus*. *Fiches d'identification du zooplancton*, n° 37, p. 1-4.
- FILTEAU, G., 1948. Recherches sur les Copépodes marins de la Baie des Chaleurs. *Rapp. prélim. Stn biol. St-Laurent Univ. Laval*, n° 7 (année 1947), p. 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, p. 1-236.
- HERDMAN, W. A., I. C. THOMSON and A. SCOTT, 1898. On the plankton collected continuously during two traverses of the North Atlantic in the summer of 1897. *Proc. Trans. Lpool biol. Soc.*, **12**: 33-90.
- LACROIX, G. et J. BERGERON, 1963. Liste préliminaire des invertébrés du banc de Bradelle, 1962. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière, 1962*, p. 59-67.
- LACROIX, G. et G. 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.
- LACROIX, G. et G. FILTEAU, 1970. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). II. Composition des copépodes et fluctuations des copépodes du genre *Calanus*. *Naturaliste can.*, **97**: 711-748.
- LACROIX, G. et L. LEGENDRE, 1964. Le zooplancton de l'estuaire de la rivière Restigouche (Baie des Chaleurs): quantités et composition en août 1962. *Naturaliste can.*, **91**: 21-40.
- MCLAREN, I. A., 1965. Somme relationships between temperature and egg size, body size, development rate, and fecundity of the copepod *Pseudocalanus*. *Limnol. Oceanogr.*, **10**: 528-538.
- PENNELL, W., 1967. Preliminary report on a study of neuston in the Gulf of St. Lawrence. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière, 1967*, p. 55-61.
- SARS, G. O., 1901. An account of the Crustacea of Norway. Volume 4, parts 1 and 2. Bergen: Bergen Museum, p. 1-28, pl. 1-16.
- SCOTT, T., 1907. On some Entomostraca from the Gulf of St. Lawrence. *Trans. nat. Hist. Soc. Glasg., n.s.*, **7**: 46-52.
- WIBORG, K. F., 1954. Investigations on zooplankton in coastal and offshore waters of western and northwestern Norway. *FiskDir. Skr. ser. Havundersok.*, **11**: 1-246.
- WILLEY, A., 1919. Report on the Copepoda obtained in the Gulf of St-Lawrence and adjacent waters, 1915. *Can. Fish. Exp. 1914-15*, p. 173-220.
- WILLEY, A., 1920. Marine Copepoda. Report of the Canadian Arctic Expedition, 1913-1918, vol. 7, p. 1K-46 K.

THE GASPÉ COD ECOSYSTEM IN THE GULF OF ST. LAWRENCE
II. WEEKLY FLUCTUATIONS OF COMMERCIAL TRAWL CATCHES
OF COD WITH DEPTH AND TEMPERATURE IN 1960-62^{1, 2}

PIERRE BRUNEL

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

Résumé

La distribution bathymétrique locale des captures commerciales de morues en 1960-62, consignées à bord de chalutiers du Nouveau-Brunswick, est décrite dans ses fluctuations saisonnières. Elle témoigne (a) des migrations verticales saisonnières du stock dans le golfe du Saint-Laurent, (b) des écarts imprévus à ce modèle déjà connu, et (c) de la distribution des morues en couches pélagiques indépendantes du fond, comme on en a observé ailleurs au sonar. A la fin du printemps et au début de l'été, les morues démersales étaient sur les bancs en 1960, surtout au-dessus de la nappe d'eau froide, alors qu'elles y étaient en eau encore moins profonde en 1962. En 1961, cependant, elles se concentraient nettement dans l'étage inférieur de la nappe d'eau froide. A la fin de l'été et en automne, elles se répartissaient uniformément suivant la profondeur et la température en 1960, remontaient au-dessus ou dans l'étage supérieur de la nappe d'eau froide en 1961, et conservaient leur distribution printanière en 1962, après un refroidissement superficiel des eaux et des remontées d'eaux profondes en juillet. Les captures de juillet 1962 par très faibles profondeurs étaient remarquablement importantes. Les captures de la fin du printemps apparaissent plus variables que celles de la fin de l'été.

La température, sous la forme d'un fort gradient tel que la thermocline, est assurément un important facteur limitant, en été et en automne, de la distribution bathymétrique de la Morue de Gaspé, sur le fond et probablement aussi entre deux eaux, les preuves directes étant plus rares dans le second cas. Mais on peut conclure plus généralement que cette Morue s'associe aux eaux à 0-6°C, coïncidant ou non avec la thermocline. Les températures extérieures à cette amplitude semblent limiter les migrations verticales journalières autant que saisonnières. Selon certains indices, on pourrait extrapoler la dimension démersale connue de ces migrations saisonnières à leur dimension pélagique. On peut expliquer par les températures la distribution verticale des captures commerciales de morues dans la région des bancs de pêche gaspésiens de 1952 à 1962, mais seulement si les échelles saisonnière et géographique sont assez

¹ Travaux sur les pêcheries du Québec, no 40. Direction des pêches, Ministère de l'industrie et du commerce du Québec.

² Part of a Ph.D. dissertation accepted by the Faculty of Graduate Studies of McGill University, Montréal.

grossières. D'autres facteurs s'imposent aux échelles plus fines de l'ordre de 1-2 mois ou de 20-30 km, en particulier pour expliquer la concentration de morues, avant le 15 juillet, dans la nappe d'eau froide en 1961, et à des profondeurs (38-73 m) plus faibles en 1962 qu'en 1960.

Abstract

The local bathymetric distribution of commercial trawl catches of cod in 1960-62 is studied, from log records of New Brunswick otter-trawlers, in its seasonal fluctuations as an index of (a) seasonal vertical migrations of the stock in the Gulf of St. Lawrence, (b) unforeseen deviations from this known model, and (c) distribution of the fish in bottom-independent pelagic layers, known elsewhere from sonar. Demersal cod in late spring-early summer were on the banks in 1960, mainly above the sub-thermocline cold layer, and in 1962 they were also at even smaller depths. In 1961, however, they were decidedly in the lower part of the cold layer. In late summer-fall, they distributed evenly with depth and temperatures in 1960, went to smaller depths above or in the upper part of the cold layer in 1961, and retained their late spring distribution in 1962, following July upwelling and surface cooling. Catches in very shallow water in July 1962 were remarkably high. There are indications of more variable catches in late spring than in late summer.

Temperature in the form of a strong gradient such as the thermocline is certainly an important limiting factor of cod bathymetric distribution on the bottom in summer and fall, and probably also in midwater, despite more limited direct evidence. But a more common temperature effect is cod association with 0-6°C water, bathymetrically related or not to the thermocline. Temperatures outside this range appear limiting to both daily and seasonal vertical migrations. There are clues that the known demersal dimension of the latter may be applied also to the pelagic component. The vertical distribution of commercial cod catches in the Gaspé fishing banks area from 1952 to 1962 can be explained in terms of temperatures only on broad seasonal and geographic scales. Other factors are clearly required on the smaller scales of the order of 1-2 months or of 20-30 km, especially to explain cod concentrations before 15 July in the cold layer in 1961 and at depths (38-73 m) smaller in 1962 than in 1960.

Introduction

An intensive study of the Gaspé cod ecosystem (Brunel, 1968) was made in 1960-1962, based on day-and-night samplings of cod, their prey and their stomach contents at a single monitoring station (D112N) located in the entrance of Baie des Chaleurs, 10 nautical miles (16 km) southeastward of Grande-Rivière (Gaspé), Québec (48° 17' 15" N, 64° 19' 00" W), at a depth of 110-115 m (60-63 fath.). The station was occupied twice a month from 19 May to 30 August 1960, 5 June to 12 October 1961 and 4 May to 18 July 1962. The study was designed to measure daily vertical migrations of cod and their prey, through two-level fishing with gill-nets and a bipartitioned otter-

trawl, and continuous echolocation to monitor cod in midwater. The investigation provided a thorough insight into the daily, seasonal and annual structure of the ecosystem over a uniform environment, but not into its geographic components. It supplied information on the vertical dimension of the ecosystem, but only in midwater and not in association with the surrounding grounds.

The demersal catches of commercial fishermen are sufficiently plentiful and geographically scattered to provide spatial coverage of cod distribution broader than that of the D112N samplings. Knowledge of the demersal distribution, both horizontal and vertical, of cod in the years of these samplings is important in two respects : (a) To relate the seasonal fluctuations of the Gaspé cod population with the seasonal depth change (or seasonal vertical migrations) of the stock throughout the Gulf of St. Lawrence, and (b) to understand any other more local fluctuations, such as the June-centered scarcity of cod both on the bottom and in midwater (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series).

The seasonal depth change of the stock as measured by its demersal distribution may serve as an index of its vertical midwater distribution. From accumulating sonar evidence, it is known that cod is often distributed in horizontal depth layers which are pelagic above deep water but in contact with the bottom where shallower grounds occur (Sund, 1935; Trout, 1957; Kiselev, 1957; Templeman & May, 1965). The seasonal depth change of the stock being linked to prevailing temperatures (Jean, 1964, and discussion below), the strong thermal stratification of the waters of the Gulf of St. Lawrence would seem particularly favorable to such a layering of the cod populations.

In the first paper on the Gaspé cod ecosystem (Brunel, 1970), seasonal and annual changes in the temperature and salinity structure of the water layers are described, with particular attention to the years 1960-62. In the present paper, an analysis is made of the annual and seasonal (weekly) changes in the local commercial catch of cod as a function of depth and temperature, to show that some other factor than temperature is required to account for a major component of the variation. Small pelagic prey will be shown to be that factor in a forthcoming paper of the series.

Material and methods

The required data were available in the form of weekly log records of fishing activity and catches filled in by New Brunswick otter-trawlers ("draggers") for the Fisheries Research Board of Canada. Well-filled log sheets included for each day the number of trawl hauls, the number of hours and depths of trawling, the area of operations, and the estimated catch in pounds of each species. These forms were available for the three years 1960-62. Information was therefore extracted from them for division 4TN of the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries (ICNAF), which coincides

with the Gaspé fishing banks area under study (Brunel, 1970, figure 1A & B). The geographic distribution of these same cod catches has been described on a monthly basis by Moussette, McCracken & Marcotte (1964).

The data were arranged by weeks and depth classes, for each of which the fishing yield was computed by dividing the total weight of cod recorded by all trawlers by the total number of hours of trawling in that week and depth class. Many fishermen merely recorded the total weight of all fish. It was possible, however, to estimate from this the weight of cod, by multiplying the recorded weight of all fish by the gross fraction of this weight typically contributed by cod in catches recorded by species, for the same month and area. This was deemed possible because of the presence in commercial quantity in the catches of a single other species of fish, the Canadian plaice *Hippoglossoides platessoides*. A fair number of records covered more than one of the selected depth classes: they had to be rejected. In the analysis of these data on commercial catches, weeks with a fishing yield equal to zero in some depth class are considered as significant. It is probable that some of these null values may have been due to the absence of any fishing effort in the area because the trawlers had gone elsewhere (mostly the North Shore of the Gulf) for more remunerative fishing. However, such lack of effort may be assumed with greater probability, in my opinion, to be due to a real scarcity of fish, which at least some of the trawlers certainly ascertained upon crossing the Gaspé fishing banks area toward northern grounds.

Results

SEASONAL DISTRIBUTION OF COD WITH DEPTH IN 1960-62

The results of this seasonal distribution of the commercial catch with depth are presented on figures 1-3. One important difference between the three years is immediately apparent: cod was relatively abundant at greater depths in 1960, and relatively scarce in shallow water, especially at depths between 38 and 55 m (21-30 fath.). In 1962, cod stayed in shallow water to a much greater extent, 1961 being somewhat intermediate between 1960 and 1962. The scarcity of cod at 38-55 m in 1960-61, compared to adjacent depth zones, is probably due to the fact that this depth zone in the area generally has a steeper slope than the others, the available surface of trawling grounds at such depths being therefore quite reduced. The abundance of cod at such depths in 1962 implies a concentration of the fish which must be accounted for by some other factor.

To summarize these trends, the mean weekly catch per hour was computed, for each depth class, for the periods before and after 15 July. Recorded and estimated cod weights were averaged on the same basis, as if they had the same reliability. Null fishing yields obviously correspond to a number of hours of trawling equal to zero in the week and depth class involved. These cases had

to be included as significant zeros in the computation of means, for a true picture of relative cod abundance, despite the fact that mean weekly yields thus obtained cease to give a reliable absolute value of the yield *per hour of trawling*. They retain only a comparative value for the present purposes. The reason for selecting the date of 15 July becomes clearer in a subsequent paper of the present series, but it may be noted here that it is approximately the time when vertical migrations of cod become more decidedly nocturnal.

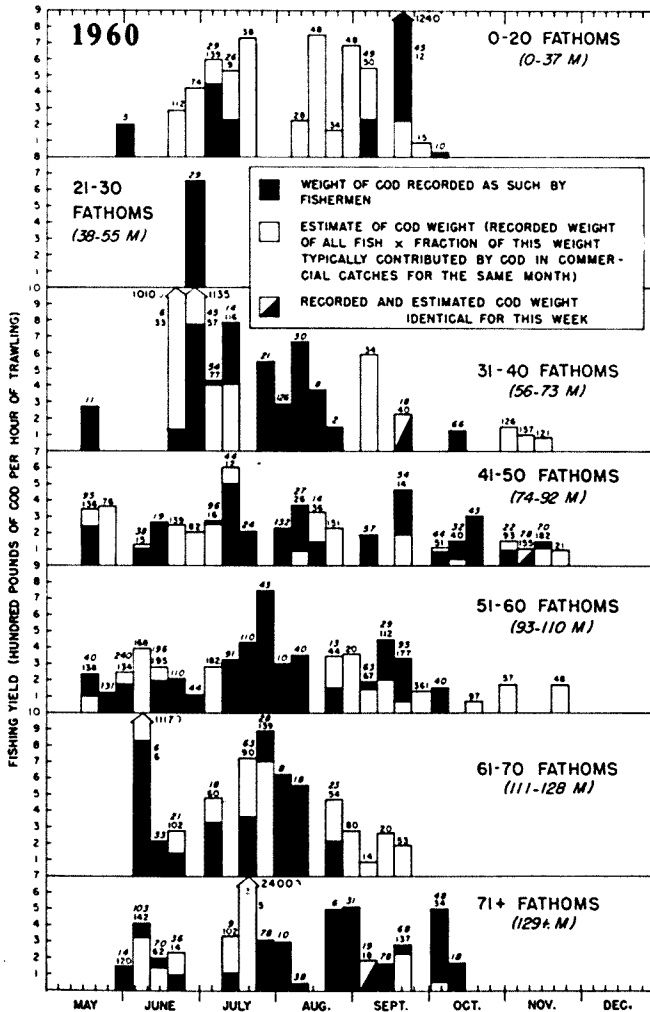


FIGURE 1. Weekly fluctuations with depth, in 1960, of the commercial catch of cod per unit effort in the Gaspé fishing banks area (ICNAF division 4TN), as computed from daily records of New Brunswick otter-trawlers. Small figures give the total number of hours of trawling from which the yield for the given depth class has been computed, the vertical figures applying to the white histograms, the oblique ones to the black histograms. Both black and white histograms have their origin at the zero base-line.

TABLE I

Statistics of the mean weekly fishing yield for cod (in pounds per hour of trawling) at various depths in the Gaspé Fishing Banks Area (ICNAF Division 4TN), as recorded by New-Brunswick otter-trawlers in 1960-62

Note: The values are lowered by the use of the same number of weeks for all depth classes, including weeks during which no trawling was recorded for a given depth class.

Depth class (fm)	1960				1961				1962			
	Before 15 July (9 weeks)		After 15 July (18 weeks)		Before 15 July (8 weeks)		After 15 July (20 weeks)		Before 15 July (10 weeks)		After 15 July (21 weeks)	
	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance
0-20	150.6	46434	136.9	85063	32.1	5822	151.9	84563	74.8	27816	144.8	117468
21-30	36.4	23835	0	0	21.8	7613	43.2	12650	266.6	123524	199.0	57599
31-40	297.3	149496	97.0	31654	59.6	21138	229.2	53971	290.4	149742	366.8	55573
41-50	196.7	33518	110.7	14778	72.8	11552	137.8	17370	206.3	38413	266.0	65633
51-60	149.3	16888	133.0	30143	289.7	160071	104.6	22554	213.4	31398	198.2	112548
61-70	188.6	104947	150.0	66434	172.1	144312	19.1	3846	108.0	32375	39.6	23913
71+	120.2	12598	159.4	172190	160.3	67784	91.1	38408	25.8	6487	140.8	63396
0-50	170.2	69557	86.1	34883	46.6	11409	140.5	45741	209.5	88726	244.2	79640
51-71+	152.7	45807	147.4	88035	207.4	122269	71.6	22659	115.7	28622	122.2	70608
0-71+	161.5	59007	112.4	58327	115.5	64633	111.0	36900	169.3	64742	191.9	79168

Degrees of freedom for each of the basic depth classes are twice the number of weeks (because of the two series of cod weights, one recorded as such, the other estimated). For the three lower and larger depth classes, they are the sum of the appropriate basic depth classes.

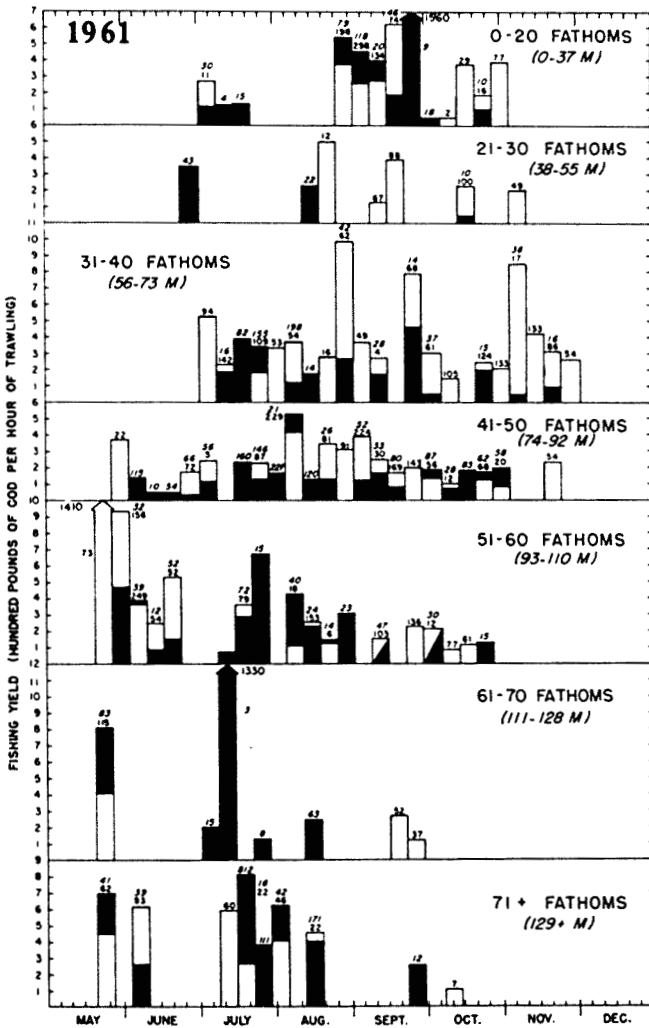


FIGURE 2. Weekly fluctuations with depth, in 1961, of the commercial catch of cod per unit effort in the Gaspé fishing banks area (ICNAF division 4TN), as computed from daily records of New Brunswick otter-trawlers. Other explanations as for fig. 1.

The results of these computations are given in table I and illustrated in figure 4. The trends observed in figures 1-3 are more clearly shown. The data show that in *late spring-early summer* (before 15 July), there was a concentration of cod in 1960 at depths of 56-73 m (31-40 fath.), where temperatures between 0 and -1°C were available (Brunel, 1970, figure 5). In the June period of demersal scarcity of cod, the fish were therefore at depths well above that of sta. D112N and a little above the cold intermediate layer. In 1961, the contrast was great: most cod were in that cold layer. They were below the 93 m level, however, which means that they tended to stay in the lower half of that layer, and at a short distance above the D112N bottom depth. However,

most of them were obviously elsewhere since echograms and catches indicated few fish at D112N (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series). In 1962, cod were again mostly in shallower water before 15 July, and at still smaller depths than in 1960, at the expense of their deeper-water abundance in the cold layer, which was more homogeneous and colder than in 1960 until 16-18 July (Brunel, 1970). The late spring-early summer fishing yield at depths of 110-128 m corresponding to those of sta. D112N was highest in 1960, slightly lower in 1961 and poorest in 1962 (table I), which is the same ranking as that of the June-centered scarcity of cod at sta. D112N (Brunel, 1968, and forthcoming paper).

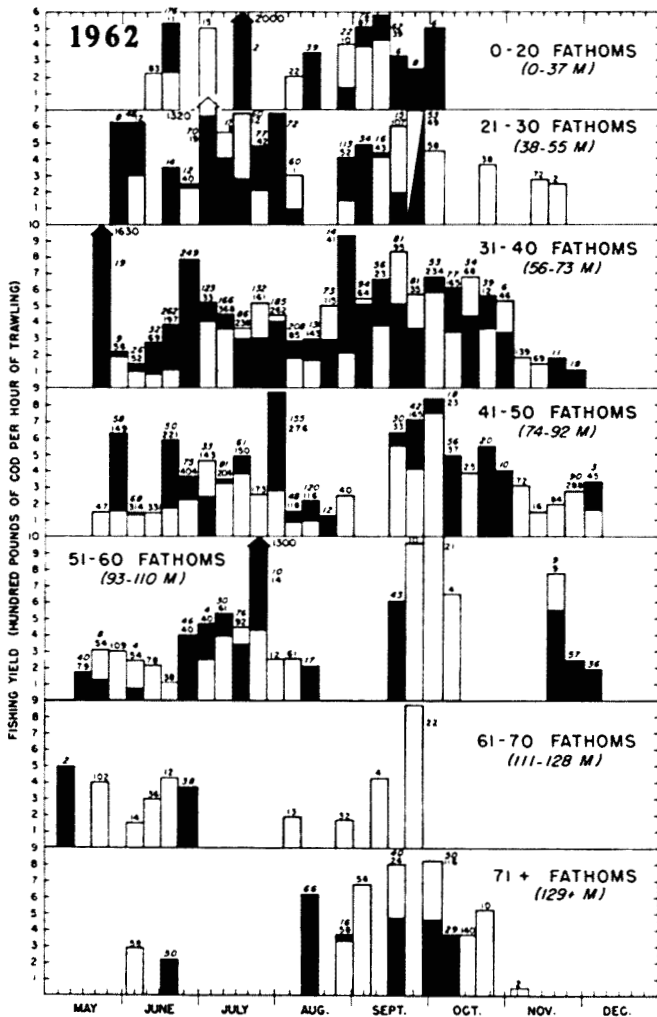


FIGURE 3. Weekly fluctuations with depth, in 1962, of the commercial catch of cod per unit effort in the Gaspé fishing banks area (ICNAF division 4TN), as computed from daily records of New Brunswick otter-trawlers. Other explanations as for fig. 1.

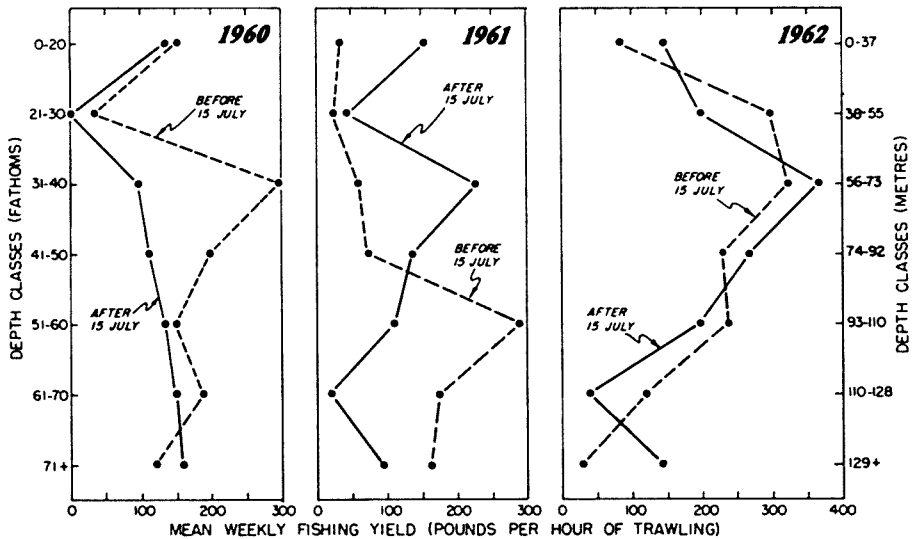


FIGURE 4. Variations with depth in 1960-62 of the commercial catch of cod per unit effort in the Gaspé fishing banks area (ICNAF division 4TN), as computed for the periods before and after 15 July from daily records of New Brunswick otter-trawlers.

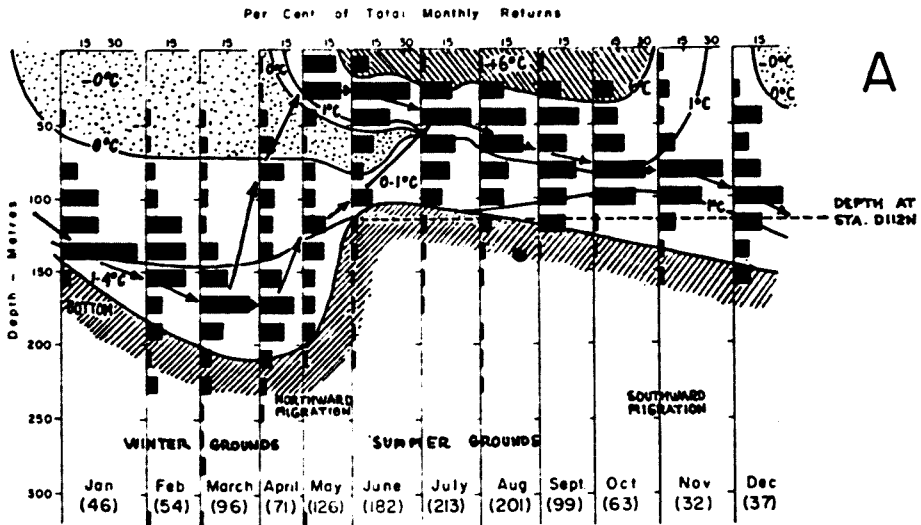


FIGURE 5. Returns by month and by depth in 1955-61 of tags from cod (>39 cm) released off northern New Brunswick in the summers of 1955 and 1956 (after Jean, 1964, fig. 9). Additions by the author: Arrows denoting the seasonal vertical migrations of the core of the cod stock, and hatched or stippled areas representing unsuitable or less favorable limiting environments (mostly after Lauzier, 1960, Marcotte, 1964, Jean, 1964, and Boudreault, 1967). Bottom depths are those presumably most common under the core of the cod stock, but great variations preclude any accuracy. The 6°C isotherm is usually in the thermocline.

In *late summer-fall*, cod distribution was evenly spread with depth in 1960, as were positive temperatures (Brunel, 1970, fig. 5), had redistributed toward shallower water in 1961, above or in the upper part of the cold layer, and had a similar but even shallower distribution in 1962, following the surface cooling brought about by the early July upwelling (Brunel, 1970). The July catches were accordingly remarkably high in very shallow water (fig. 3). Thus the three years showed rather different distribution patterns which, as discussed below, call for other ecological factors than temperature, especially in 1961.

SEASONAL DIFFERENCE IN VARIABILITY OF CATCHES

Some fishermen report that fishing is either very good or very poor in April, May and June, wide differences occurring from one week to the next. This is said to be the case especially in April, when cod are migrating northward along the continental edge of the Laurentian Channel. Since this observation is relevant to the question of cod feeding aggregations, it deserves some attention. The histograms of fig. 1-3 contain some suggestion of such a situation. If July is included in this early period of the fishing season, out of 12 weeks in which fishing yield has exceeded 1000 lbs of cod per hour and depth class in 1960-62, 10 weeks were in May, June or July, and 8 were in the latter two months. In 7 of the 10 cases, the week was preceded or followed by a week during which the fishing yield was less than half that of the week in question. In 5 cases, no cod were taken during one of these adjacent weeks.

In an attempt to obtain more reliable information on this point, the coefficient of variation of Pearson ($V = 100s/\bar{x}$, where s is the standard deviation and \bar{x} is the mean) of the weekly catch per hour was computed for each depth zone, for the periods before and after 15 July, and also for depths of 0-50 and 51-71+ fathoms. Variances (s^2) used in these computations are given in table I.

Excluding the 38-55 m depth class (for which a high variability can be expected for reasons already explained), variability in the catches tends to increase with depth, except in the period before 15 July 1961. However, in deeper water, it was generally larger after 15 July than before that date in the three years. Furthermore, it was found that in 1961 and 1962 variability tended to be greater with smaller weekly fishing yields, and vice-versa. In 1960, the relation was more nearly direct.

Coefficients of variation therefore do not confirm in these data the belief of some fishermen that cod catches are subject to large fluctuations from April to July. It is possible that a logarithmic transformation of the raw data, or some other means of measuring heterogeneity would be required to study that belief. It is also possible that the reported heterogeneity would be more apparent outside the Gaspé fishing banks area, for instance along the northward migration route of cod.

Discussion

PREVIOUS WORK ON TEMPERATURE AND COD DISTRIBUTION

Temperature, more than any other factor, has been investigated as a possible source of explanation of cod distribution by fishery scientists. It is also prominent in physiological studies of the mechanism of fish horizontal migrations, either as a 'priming' or 'releasing' factor. It is clear at the outset that temperature cannot well act as a daily releaser of daily vertical migrations (Woodhead & Woodhead, 1965a). But this factor cannot be entirely left out of an investigation on cod vertical migrations, because of the *a priori* likelihood that it is an important limiting factor of the migrations, and because of suggestions such as that of Martin & Jean (1964) that "selection of preferred temperatures appears to be the dominant force controlling the direction, depth distribution, and extent of cod migrations". It is therefore desirable to devote some attention to this factor first, so as to better isolate afterwards other probable causal factors. Observed features of cod vertical distribution are indeed found in the present paper to be temperature-independent on a small seasonal and geographical scale, and to call for other factors — pelagic prey — as shown in a forthcoming paper of the present series.

The numerous studies on cod-temperature relations have been reviewed by Wise (1958). More recent contributions are those of Woodhead & Woodhead (1959), Moiseev (1960), Jean (1964), Beverton & Lee (1965), Templeman & May (1965), Konstantinov (1965), Midttun (1965), and Woodhead & Woodhead (1965b).

The outcome of all this work clearly shows temperature as a limiting factor of cod distribution. It does not allow to define a hard and fast range of permanently preferred temperatures for cod throughout its entire area of distribution, but points instead to somewhat different ranges for different stocks and different seasons (see especially Woodhead & Woodhead, 1965b, and Jean, 1964). Reports on the preferred temperatures of cod are generally based on temperatures occurring on the best fishing grounds, generally identified from the catches of bottom fishing gear. In several of these reports, especially (but not only) before the introduction of sonar, the real concentrations of cod may actually have been missed completely because they were in midwater. It is now known from echo-location records that the real concentrations are indeed often in midwater, either at the spawning season (Sund, 1935) or at other seasons (Ellis, 1956; Kiselev & Konstantinov, 1960; Templeman & May, 1965). In these papers it is shown with echograms that cod may often tend to be spread in horizontal layers independently of the bottom contour, which suggests strongly that at these times their distribution is related to hydrographic water layers rather than to the bottom. Under such circumstances it is not surprising that the demersal catches often bear no relation or even an inverse

relation to the midwater distribution of the fish. The testimony of a keen Gaspé otter-trawler skipper could be cited here.

In spite of such uncertainties, however, it seems that the greatest concentrations of cod are found at temperatures between 1 and 5°C in winter, 1 and 8°C in summer, and 1 and 3°C in the spawning season. Much more refined limits (1.5 to 2°C) are given for the intensively studied Bear Island cod (Beverton & Lee, 1965), and there is some ecological and physiological evidence that in summer, and perhaps at other times as well, these cod can penetrate, provided they are feeding well, into water colder than their usual 1.5°C lower thermal limit (Woodhead & Woodhead, 1959, 1965b). In the Gulf of St. Lawrence, the preferred thermal range is apparently lower than for other stocks, -0.5 to 6°C in summer and 1 to 3°C in winter (Jean, 1964). However, it appears from Jean's figure 9 (fig. 5 herewith), that they tend to avoid the intermediate cold layer until its temperature has become positive in June or July. This would resemble the population splitting described by Templeman & Fleming (1956, 1962) for Newfoundland cod.

TEMPERATURE AND COD DEMERSAL DISTRIBUTION IN THE GULF

Effect of the thermocline. Jean (1964) presents data from which he suggests that cod in the Gulf of St. Lawrence may be concentrated on the bottom by a marked and deep thermocline acting as a thermal barrier. This is an interesting possible relation, which he sets out to examine in its year-to-year variations. Since these include the years 1960-62 especially studied in the present work, they deserve closer scrutiny here.

In his table II, Jean (op. cit.) gives hydrographic data for the southwestern Gulf of St. Lawrence in 1960-62, which indicate that the average depth of the upper 1°C isotherm in June increased from 25.6 m in 1960, through 36.6 m in 1961, to 40.3 m in 1962. In that month the thermocline was shallowest in 1960 (15.6 m), deeper in 1962 (22.0 m) and deepest in 1961 (27.5 m). Similar values for October indicate, as might be expected, that the thermocline and 1°C isotherms were usually significantly deeper in autumn, 1961 being the one notable exception. Jean attempts to relate all these values of thermocline depth in June and October with the average catch of cod in the area for the same two months, as given by trawl surveys. His graph (Jean, op. cit., fig. 12) suggests a positive correlation between the two quantities.

The relation, and the inference drawn from it on the thermocline as a thermal barrier, can be criticized on several grounds:

(1) No information is given on the prevailing depth and depth range of the cod catches used in the relation. I assume that they were all from below the greatest thermocline depth, 40 metres, and that most of them were also below the upper 1°C isotherm in June, if not in October. In fact,

they were probably in most instances far removed from the thermocline, as illustrated by Jean (1964) for 1960 surveys, and in view of the prevailing depths of the grounds considered.

(2) The datum points are arranged in a June cluster of lower catches and smaller thermocline depths, and an October cluster of higher catches and deeper thermoclines. This merely shows what is happening every year, better shown on Jean's figure 9 (reproduced here as fig. 5): code move into deeper water as the season progresses and the thermocline sinks. The relation would have been more meaningful had it occurred within clusters, i.e. between instead of within years. The data therefore demonstrate a *seasonal* relation between the thermocline depth and the cod catch; this is in fact the only conclusion drawn by Jean on p. 457, but it is different from the relation which he sets out to examine at first (p. 454), *year-to-year* differences in the influence of the thermocline.

(3) The relation as it is rather invites a conclusion opposite to that drawn by Jean: it shows that 1959 and especially 1961 did not follow the pattern of a seasonal increase in thermocline depth, but that all years showed the seasonal increase of catches.

(4) Jean examines the possibility that a greater abundance of cod in October, through immigration, might explain the relation. He rejects this explanation on the ground that tag returns from 1957 to 1962 are not more numerous in August-November than in May-July. But if the late spring-early summer returns mostly come from shallower water than the autumn ones, as is clear from Jean's fig. 9 (fig. 5 here), the demonstration merely confirms the seasonal relation with the thermocline.

(5) A causal relation between the thermocline depth and the bottom cod catch is not obvious. The alleged barrier effect of the thermocline on cod trawled mostly at much greater depths *on the bottom* and therefore removed from contact with it is hard to visualize. Such an effect can only be significant either on pelagic vertical migrations, as pointed out by Jean, or on the very shallowest bottom distribution of cod. The latter feature is most probably not accounted for in Jean's fig. 12, but is plainly shown in his fig. 9 (fig. 5 here): from July to October, when the thermocline is sharpest, there are very few tag returns above a depth of 20 metres, but many below, whereas in May-June, when the thermocline is developing, there are many returns above and below 20 m. This limiting effect, however, does not account for the depth increase of the bulk of the cod stock, recorded on the bottom at all other depths remote from the thermocline. An alternative hinted at by Jean is that the upper 1°C isotherm, which sinks with the thermocline, might be a limiting factor. But this is difficult to accept in view of the summer thermal range suitable to cod in the Gulf of St. Lawrence, -0.5 to 6°C (Jean, 1964), or of *any* other range mentioned in the literature.

(6) The correlation is probably not significant, as suspected by Jean himself.

My interpretation of Jean's (1964) data, which accounts for both his and my observations (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series), is highly relevant to the main theme of my investigation of cod vertical migrations. Assuming that, in the usually well stratified waters of the Gulf of St. Lawrence, cod tend, as they do elsewhere, to occupy depth zones of optimal temperatures, irrespectively of the bottom, then a June-centered period of diurnal or light-independent pelagic behavior might reduce the demersal abundance of cod at the depths surveyed by Jean and the author to a greater extent than the more nocturnal pelagic distribution of October. In other words, *during the day* when trawling usually takes place, more cod would be pelagic above the trawl in June than in October. This effect is plainly that shown by fig. 5, if frequencies are allowed to represent both pelagic and bottom distribution, as argued in the present paper. It is also that shown by my own catches at sta. D112N (Brunel, 1965, 1968, and forthcoming paper) at very *uniform temperatures*, well removed from the thermocline and the upper 1°C isotherm (Brunel, 1970, fig. 5), and by the commercial fishing yield in the area (fig. 4). Moreover, the effect has occurred in all years from 1957 to 1962 (Jean, 1964, fig. 12) *irrespectively of temperature or thermocline depth*. Throughout this argument, it is of course the actual vertical distribution of pelagic cod which most critically needs better demonstration than was possible in my investigation (Brunel, 1968, and forthcoming paper of the series). There is nevertheless some supporting evidence, given below.

Jean (1964) does not therefore demonstrate a barrier effect of the thermocline in his fig. 12, the main interest of which lies rather in its extension to several years of the information of his fig. 9 (fig. 5 herewith) on cod *seasonal vertical migrations*. The problem is thus really to explain the latter which, whether or not they occur in midwater as well as on the bottom, coincide in every year with horizontal migrations. Although some more effective *mechanism* than a simple temperature effect seems required, there is little doubt that the net *effect* of this depth change is of maintaining cod at suitable temperatures. This association is well shown by Jean (1964), and I have summarized it (fig. 5) by adding on Jean's fig. 9 the isotherms which seem most critical.

Relations with temperature in the Gaspé area in 1960-62. The hypothesis of a barrier effect of the thermocline, both on the bottom distribution of cod and on its daily vertical migrations, is not rejected for that matter. It must be examined by further inspection of my data for 1960-62, which seem appropriate for this purpose. The vertical distribution of temperature observed at sta. D112N (Brunel, 1970, fig. 5) and the average depth values given by Jean (1964) for selected isotherms agree on the whole. They may be compared

with the average vertical distribution of commercial cod catches in the area in the same years (fig. 4 and table I) and with that of tag returns (fig. 5) from Jean (1964).

Considering first the late spring-early summer period (before 15 July), it is seen (fig. 4) that the largest catches in 1960 and 1962 are distributed in depth zones (56-73 and 38-73 m, respectively) not far below the thermocline, in so-called "cod waters" (0-3°C) subjected to thermocline influence; and that the concentration of cod in the cold water layer in 1961 does coincide with the greater depth of the late spring thermocline in that year than in the others. But there are discrepancies: (a) in 1961, both the thermocline and the upper 1°C isotherm were much higher than the cod concentration, and the "cod water" layer was very thin as compared to the other two years (fig. 5 of Brunel, 1970), so as possibly to crowd cod out without leaving them much choice but the cold layer, where (b) the cod concentration in 1961, which is confirmed by June survey catches of Jean (1964), is anomalous in that season with respect to the period 1955-61 (fig. 4, 1960 and 1962, and fig. 5); and (c) the shallower and vertically more extended distribution of cod in 1962 than in 1960 corresponds neither with a shallower thermocline or a thicker layer of 0-3°C water in 1962, on the contrary.

After 15 July, catches at depths greater than 92 m (50 fath.) (table I) are inversely related to the depth which the thermocline and upper 1°C isotherm reached in October, as given by Jean (1964). But they appear to be directly proportional to the temperature of the cold layer (fig. 5 of Brunel, 1970), being poorest in 1961 (when the sub-thermocline zone remained at its coldest until October), somewhat better in 1962 and largest in 1960. At the smaller depths (0-92 m, or 0-50 fath.) where the thermocline is found, however, one may see a relation between the increasing catches from 1960 to 1962 and the decreasing summer surface temperature from 1960 to 1962 (Brunel, 1970, table VIII). Furthermore, it is probably not a mere coincidence that in 1962 (fig. 3) the largest fishing yields in the 38-55 m (21-30 fath.) depth zone were obtained in July, and that the largest single fishing yield (based on two hours of trawling!) of any week or depth in 1960-62 occurred in the middle of July in the shallowest depth zone, at the very moment of the strong upwelling discussed by Brunel (1970). On the other hand, the uniformity of catches at all depths in 1960, as compared to the other years, is probably related to the extensive vertical mixing and poorly defined thermocline which were found in that year (fig. 5 of Brunel, 1970).

General pattern of temperature relations in the Gaspé area. From the 1960-62 data it is seen that the thickness and especially the maximum depth and summer persistence of the cold layer (as defined by negative temperatures) can be greater than the average conditions depicted on fig. 5 after Boudreault (1967). The total thickness of water most suitable to cod (0-6°C)

is therefore a function of two factors: (a) The thickness of the 1-6°C layer between the thermocline and the cold layer, which depends largely on the depth of the thermocline, and (b) the underlying thickness, depth and duration of the cold layer as defined by negative temperatures. The latter factor can forbid to cod many depths — those usually fished by trawlers — in May, June and July, and widen the bathymetric population split occurring in that season, whereas the former can modify the density — hence catches — of cod on the shallower (<50 m or 25 fath.) grounds traditionally fished by long-liners, where a thin layer may leave a narrower area of bottom to accommodate a given quantity of cod. From the nature and variations of thermal stratification in the Gaspé fishing banks area, it is the June-centered period which seems most likely to have important temperature effects on cod distribution, rather than the fall period, when temperatures are positive on most grounds.

Data to examine this view are available (Brunel, 1960, 1965, 1970, fig. 6). From 1952 to 1954, long-liner catches were poorest in 1954, when the 1-6°C layer was thickest and the cold layer warmest, best in 1952 when the 1-6°C layer was most compressed between the sharpest thermocline and the coldest cold layer, and relatively good in 1953 when the 1-6°C layer was also rather compressed, but the cold layer warmed up more steadily throughout the year than in 1952. However, if attention is focused on the May-June period of these three years, the relation collapses: long-line catches were actually better in 1954 than in 1952, and fairly good in 1953, although less so in June-July than later in the same year. In 1953, on the other hand, otter-trawlers were doing well while long-liners experienced reduced catches (Corbeil, 1956).

From 1957 to 1959, June surveys of cod and temperature distribution in the Gaspé fishing banks area were carried out by Jean (MS 1959a, b, 1964). The 1958 catches, lowest in June from 1957 to 1962 (Jean, 1964), were poor almost everywhere (Jean, MS 1959b), both in the exceptionally shallow (35-55 m or 20-30 fath.) cold layer and in 0-1°C water underneath or besides; but inshore, where the 1-6°C layer was unusually thin and shallow, long-liners made reportedly better catches than in 1957 (Jean, MS 1959a); this would suggest at first sight a tendency for cod to be excluded from the cold layer and concentrated in the spatially restricted environment above. However, the data show that cod were rare in 1958 in the normally suitable 0-1°C water below (or besides) the cold layer, and that in 1957 and 1959, while always most abundant on the shallowest grounds (<45 m or 25 fath.) as predicted by fig. 5, they were comparatively common in deeper waters, whether these had positive (0-1°C), as in 1957, or negative temperatures, as in 1959. The presence of quantities of cod in water at negative temperatures at this season — 1959 and 1961 being instances in the period 1957-62 — appears as a more uncommon event than its scarcity therein, as shown by the average bathymetric distribution (fig. 5) and by the consideration of individual years in this and the foregoing paragraphs. The same sense of the unusual is conveyed by the reports of

similar cod distribution in the Barents Sea (Lee, 1952; Woodhead & Woodhead, 1959, 1965b; Beverton & Lee, 1965).

The understanding of cod bathymetric distribution on the bottom is thus broadly consistent with cod association with 0-6°C water (0.3°C appeared the more suitable in 1960-62), which is usually but by no means always bathymetrically linked to the thermocline. The data of 1952-54, 1957-59 and 1960-62 nonetheless clearly call for other distributional factors than the thermocline or even than temperature, especially in late spring and early summer.

TEMPERATURE AND COD PELAGIC DISTRIBUTION IN THE GULF

At sta. D112N it is not possible to relate systematically the extent of echo-located cod vertical migrations into midwater (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series) to the temperature stratification because the echograms cover only depths greater than 64 m (35 fath.), well below the thermocline. On 16-18 July 1962, when the scanning range was finally extended, it ended at a depth of 27 m (15 fath.), where cod were still found, but the exceptionally shallow thermocline happened to be above that depth (Brunel, 1970, fig. 5). It is more significant, however, that at night on these dates cod were more numerous at depths of 46 to 83 m (25-45 fath.) than below (83-119 m): this corresponds to the vertical distribution of bottom catches in July 1962 (fig. 3 and 4) and 1955-61 (fig. 5) in the area. It was only at sta. D166, on the slope of Miscou Bank, that the barrier effect of the thermocline on the nocturnal vertical migrations of cod could be seen. Although the data are not given on fig. 5 of Brunel (1970), the thermocline was sharpest in the 18-27 m (10-15 fath.) depth class: cod were indeed concentrated in the depth class below, as shown by the echograms (Brunel, 1968, and forthcoming paper).

Beamish (1966) recorded echograms over the winter grounds of the Southwestern Gulf cod stock, on February 23-March 4, 1963 (pers. comm.). These show more extensive ("not infrequently . . . more than 110 m off bottom") vertical migrations of cod over deeper (128-190 m) than over shallower (35-128 m) grounds where they ranged up to some 25 m from the bottom. Since there is no seasonal thermocline in winter, these results are more consistent with a limitation of the migrations by the overlying mass of water at negative temperatures (fig. 5). The tendency for cod to gather just below that cold layer in April (fig. 5) during its northward migration, and generally to avoid it by splitting into two sub-populations in May and to some extent in June, would also show this influence, which has been demonstrated to affect also cod distribution off eastern Newfoundland (Templeman & Fleming, 1956) and the North Shore of the Gulf of St. Lawrence (Boulanger, 1958). In November-December, after destruction of the seasonal thermocline, there is an upward as well as a downward expansion of the vertical range of cod (fig. 5).

Another observation of Beamish (1966) on the cod stock under study is of interest here. In January 1964, over a bottom depth of 182 m east of Cape Breton, cod were echo-located off the sea-bed throughout the 24-hour period, at depths of 164-177 m in daylight and 160 m at night. In January, most cod are at depths of 100-140 m on bottom (fig. 5) in this area, so that these fish apparently tended to keep closer to the seasonal level through permanent, though still daily oscillating, pelagic distribution. Since temperatures from 182 up to 100 m in this area (fig. 5) are rarely (Lauzier & Trites, 1958; Jean, 1964) unsuitable to cod, the mechanism of this conformity of pelagic cod to the seasonal depth range on the bottom is not immediately apparent. Instances of this kind of behavior in Arcto-Norwegian cod have been presented by Ellis (1956) and Trout (1957).

A barrier effect of the thermocline has been suggested by Rasmussen (1954, 1957) for pelagic cod off West Greenland. In July-August in this area, Norwegian fishermen use pelagic long-lines to catch cod in midwater. With experimental long-lines and purse-seines, best catches were made in the upper part of the sub-thermocline zone, although catches up to a depth of 13 m were never less than 2/3 of the best ones obtained at deeper levels. Rasmussen (op. cit.) suggests that the thermocline, or other factors (pelagic prey) associated with it, may have been responsible for this distribution. In view of the weakness of this thermocline (a maximum change of 6 to 2.3 C° in 90 m) and of the cod catch gradient, the relation with temperature is likely, although hardly comparable with the sharp gradients occurring in the Gulf of St. Lawrence.

Conclusion

From the evidence summarized above, it is certainly correct to conclude that the thermocline is a limiting factor of cod bathymetric distribution on the bottom, especially on the very broad geographic, seasonal and even bathymetric scale covered by the data of Jean (1964). And it is apparently safe to infer from this, despite more limited direct evidence, that the thermocline is also an effective barrier to daily vertical migrations in midwater. However, a more general statement should rather emphasize cod association with certain temperatures, within the range 0-6°C in the Gulf of St. Lawrence. The detailed seasonal and bathymetric study of more limited grounds undertaken here for the Gaspé fishing banks area generally confirms the importance of optimal temperatures (0-3°C), but shows that temperature is not always a limiting factor of cod distribution. On the small seasonal scale of a month or two, and on the small geographic scale of 20 to 30 kilometres, other factors clearly become important as well, especially in the late spring-early summer period before 15 July. It will be shown in a forthcoming paper of the present series (see also Brunel, 1965 and 1968) that pelagic prey can be that factor.

Acknowledgements

The author is grateful to Dr. Frank D. McCracken (Biological Station, Fisheries Research Board of Canada, St. Andrews, N.B.) and to Dr. Alexandre Marcotte (Service de biologie, Direction des pêches, Ministère de l'industrie et du commerce du Québec) for permission to use the log records of New Brunswick otter-trawler skippers which provided the data for the present paper. Thanks are due Dr. F.R. Beamish, then at the St. Andrews Station, for unpublished information on his study of Gulf cod vertical migrations.

Dr. Yves Jean, then at the St. Andrews Station, Dr. M. J. Dunbar (Marine Sciences Centre, McGill University, Montréal), and Dr. Guy Lacroix (Département de biologie, Université Laval, Québec) kindly read the manuscript, for which I wish to thank them.

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).

References

- BEAMISH, F. W. H., 1966. Vertical migration by demersal fish in the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **23**: 109-139.
- BEVERTON, R. J. H. and A. J. LEE, 1965. The influence of hydrographic and other factors on the distribution of cod on the Spitsbergen Shelf. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 225-245.
- BOUDREAULT, F. R., 1967. Régime thermique saisonnier d'une station-pilote à l'entrée de la baie des Chaleurs. *Naturaliste can.*, **94**: 695-698.
- BOULANGER, J.-M., 1958. Le facteur température et les pêcheries du Bas-Saguenay. *Actualités mar.*, **2**: 13-18.
- BRUNEL, P., 1960. Analyse des données sur l'alimentation de la Morue de 1951 à 1954. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière, 1959*: 57-62.
- BRUNEL, P., 1965. Food as a factor or indicator of vertical migrations of cod in the western Gulf of St. Lawrence. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 439-448.
- BRUNEL, P., 1968. The vertical migrations of cod in the southwestern Gulf of St. Lawrence, with special reference to feeding habits and prey distribution. Ph. D. Thesis, Mar. Sci. Centre, McGill Univ., Montréal, 510 p.
- BRUNEL, P., 1970. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. I. Seasonal and annual trends of physical oceanographic and climatic factors from 1952 to 1962. *Naturaliste can.*, **97**: 749-781.
- CORBEIL, H.-E., 1956. Analyse du contenu stomacal de la morue (*Gadus callarias*). *Rapp. Stn Biol. mar., 1953 (Contr. Départ. Pêch., Québec, (50))*: 48-59).
- ELLIS, G. H., 1956. Observations on the shoaling behaviour of cod (*Gadus callarias*) in deep water relative to daylight. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **35**: 415-417.
- JEAN, Y., MS 1959a. Gulf of St. Lawrence cod studies. Industry meeting, St. Andrews, N.B., June 24-25, 1959, 2 p. Fish. Res. Bd. Canada, St. Andrews, N.B. (mimeographed)
- JEAN, Y., MS 1959b. Cod catches in relation to depth and bottom temperature in survey hauls in subdivisions 4W, 4V and 4T. Meeting ICNAF Scientists, St. Andrews, N.B., Dec. 1959, 12 p. Fish. Res. Bd. Canada, St. Andrews, N.B. (mimeographed)

- JEAN, Y., 1964. Seasonal distribution of cod (*Gadus morhua* L.) along the Canadian Atlantic coast in relation to water temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **21**: 429-460.
- KISELEV, O. N., 1957. O raspredelenii i povedenii treski i pikshtchi v Barentsovom More (On the distribution and behavior of cod and haddock from the Barents Sea). *Rybnoe Khoziyaistva*, **33**(5): 62-65 (Engl. transl.: Serv. Biol., Dir. Pêch., Min. Industrie Commerce, Québec).
- KISELEV, O. N. and K. G. KONSTANTINOV, 1960. O vertikal'nom raspredelenii treski i pikshtchi v Barentsovom more (po dannym gidroakustitcheskikh nabliudenii) (On vertical migrations of cod and haddock in the Barents Sea (from data of hydro-acoustic observations). *Voprosy Ikhtyol.*, (14): 66-70. (Engl. transl.: Serv. Biol., Dir. Pêch., Min. Industrie Commerce, Québec).
- KONSTANTINOV, K. G., 1965. Water temperature as a factor guiding fishes during their migrations. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 221-224.
- LAUZIER, L. M., 1960. L'océanographie est-elle vraiment utile aux pêcheries? *Actualités mar.*, **4**: 9-12.
- LAUZIER, L. M., and R. W. TRITES, 1958. The deep waters in the Laurentian Channel. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**: 1247-1257.
- LEE, A. J., 1952. The influence of hydrography on the Bear Island cod fishery. *Rapp. Proc.-verb. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **131**(12): 74-102.
- MARCOTTE, A., 1964. 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*, No 20, p. 1-48.
- MARTIN, W. R. and Y. JEAN, 1964. Winter cod taggings off Cape Breton and on offshore Nova Scotia banks, 1959-62. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **21**: 215-238.
- MIDTTUN, L. S., 1965. The relation between temperature conditions and fish distribution in the southeastern Barents Sea. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 213-219.
- MOISEEV, P. A., 1960. O povedenii tikhookeanskoï treski v razlichnykh zoogeograficheskikh raïonakh (On the habits of the codfish *Gadus morhua macrocephalus* Tilesius in different zoogeographical regions). *Zool. Zhurn.*, **39**: 558-562 (Engl. transl.: Serv. Biol., Dir. Pêch., Min. Industrie Commerce, Québec).
- MOUSSETTE, M., F. D. McCracken and A. Marcotte, 1964. Distribution des captures commerciales de Morue dans le golfe St-Laurent, 1960-1962. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, No 22, p. 1-5.
- RASMUSSEN, B., 1954. On the Norwegian pelagic long-line fishery in the Holsteinborg Deep. - 1953. *Ann. Proc. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, **4**: 40-45.
- RASMUSSEN, B., 1957. Norwegian research report, 1956. *Ann. Proc. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, **7**: 41-48.
- SUND, O., 1935. Echo sounding in fishery research. *Nature*, **125**(3423): 953.
- TEMPLEMAN, W. and A. M. FLEMING, 1956. The Bonavista longlining experiment, 1950-1953. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, no. 109, p. 1-55.
- TEMPLEMAN, W. and A. M. FLEMING, 1962. Cod tagging in the Newfoundland area during 1947 and 1948. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **19**: 445-487.
- TEMPLEMAN, W. and A. W. MAY, 1965. Research vessel catches of cod in the Hamilton Inlet Bank area in relation to depth and temperature. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 149-165.
- TROUT, G. C., 1957. The Bear Island cod migrations and movements. *Fishery Invest. (London)*, (II) **21**(6): 1-51.

- WISE, J. P., 1958. Cod and hydrography — a review. *Spec. Sci. Rep. Fish., U.S. Fish Wildl. Serv.*, no. 245, p. 1-16.
- WOODHEAD, P. M. J. and A. D. WOODHEAD, 1959. The effects of low temperatures on the physiology and distribution of the cod, *Gadus morhua* L., in the Barents Sea. *Proc. zool. Soc. London*, **133**: 181-199.
- WOODHEAD, A. D. and P. M. J. WOODHEAD, 1965a. Seasonal changes in the physiology of the Barents Sea cod, *Gadus morhua* L., in relation to its environment. I. Endocrine changes particularly affecting migration and maturation. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 691-715.
- WOODHEAD, P. M. J. and A. D. WOODHEAD, 1965b. Seasonal changes in the physiology of the Barents Sea cod, *Gadus morhua* L., in relation to its environment. II. Physiological reactions to low temperatures. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome). p. 717-734.

ÂGE, CROISSANCE ET MORTALITÉ D'*ARGIS DENTATA* (CRUSTACEA, DECAPODA) DANS LE SUD-OUEST DU GOLFE SAINT-LAURENT¹

RICHARD COUTURE

Service de biologie, Direction des pêches, Ministère de l'industrie et du commerce, Québec

et

GABRIEL FILTEAU

Département de biologie, Université Laval, Québec (10^e)

Résumé

L'âge de la crevette *Argis dentata* a été déterminé suivant la méthode de la fréquence des longueurs. Les femelles primaires peuvent vivre cinq années. La durée de la phase mâle étant de deux ans, la longévité des femelles hermaphrodites protandres est de trois ans. L'équation de von Bertalanffy exprime bien le rythme de la croissance d'*A. dentata*. Chez les femelles, la longueur moyenne de la carapace est de 6.8 mm à 6 mois, 11.1 mm à 1½ an, 14.3 mm à 2½ ans, 16.5 mm à 3½ ans et 18.1 mm à 4½ ans. Chez les mâles, elle est de 6.4 mm à 6 mois et de 9.1 mm à 1½ an. La mortalité annuelle est de 45% chez cette crevette. Les coefficients instantanés de mortalité en 1968 sont 0.810 pour la classe de 1966, 0.310 pour la classe de 1965 et 0.582 pour la classe de 1964.

Abstract

Age determination in *Argis dentata* follows the method of length frequency. Primary females may live 5 years. The duration of the male phase being 2 years, the longevity of the protandrous hermaphrodites females is 3 years. The equation of von Bertalanffy expresses well the rhythm of the growth of *A. dentata*. In the females the average length of the carapace is 6.8 mm at 6 months, 11.1 mm at 1½ year, 14.3 at 2½ years, 16.5 mm at 3½ years, and 18.1 mm at 4½ years. In the males it is 6.4 mm at 6 months and 9.1 mm at 1½ year. In this shrimp the annual mortality is 45%. The instantaneous mortality rates calculated in 1968 are 0.810 for the 1966 year class, 0.310 for the 1965 year class and 0.582 for the 1964 year class.

Introduction

Argis dentata (Rathbun) est une crevette que l'on retrouve dans les eaux arctiques et boréales (classification zoogéographique d'Ekman, 1953). Sa répartition géographique actuelle dans le nord-ouest de l'Atlantique s'étend de la Nouvelle-Ecosse jusqu'au Groenland. Elle est présente dans les eaux

¹ Contribution no 77 du Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec 10.

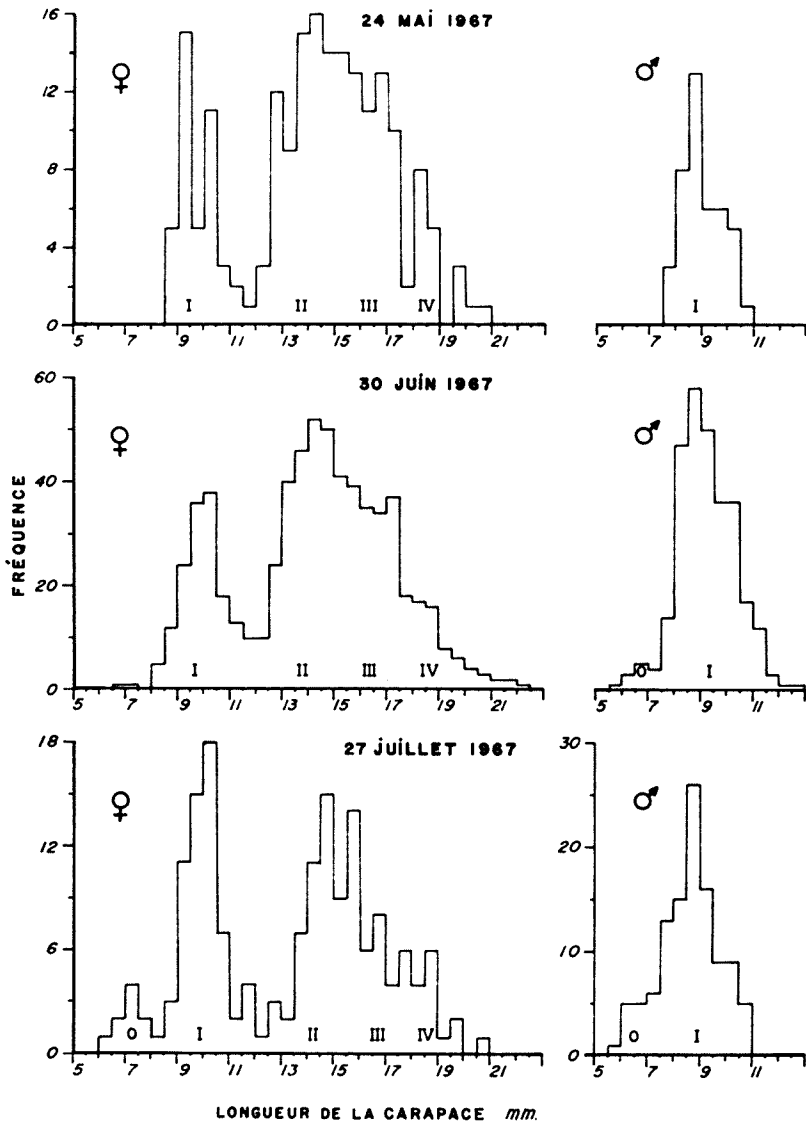


FIGURE 1. Distribution de la fréquence des longueurs de la carapace pour les échantillons d'*Argis dentata* prélevés de 55 à 110 m à Grande-Rivière en 1967. Les classes d'âge sont indiquées en chiffres romains.

de l'archipel arctique canadien. Dans le nord du Pacifique, on retrouve *A. dentata* de la mer de Béring à l'île Sitka (Alaska) et de la baie Plover aux îles Kouriles (Sibérie).

On ne rencontre pas *A. dentata* sur les côtes de l'Alaska baignées par la mer de Beaufort. Les résultats des expéditions effectuées dans ces régions, plus particulièrement aux alentours de Point-Barrow, ne rapportent pas la présence

de cette espèce. Le seul représentant du genre *Argis* dans cette région est *A. lar* Owen.

Le travail de recherche sur l'écologie d'*A. dentata* a été entrepris au printemps de 1966 à la Station de biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé, Québec). Il fait partie d'un programme d'études des principales espèces de crevettes côtières.

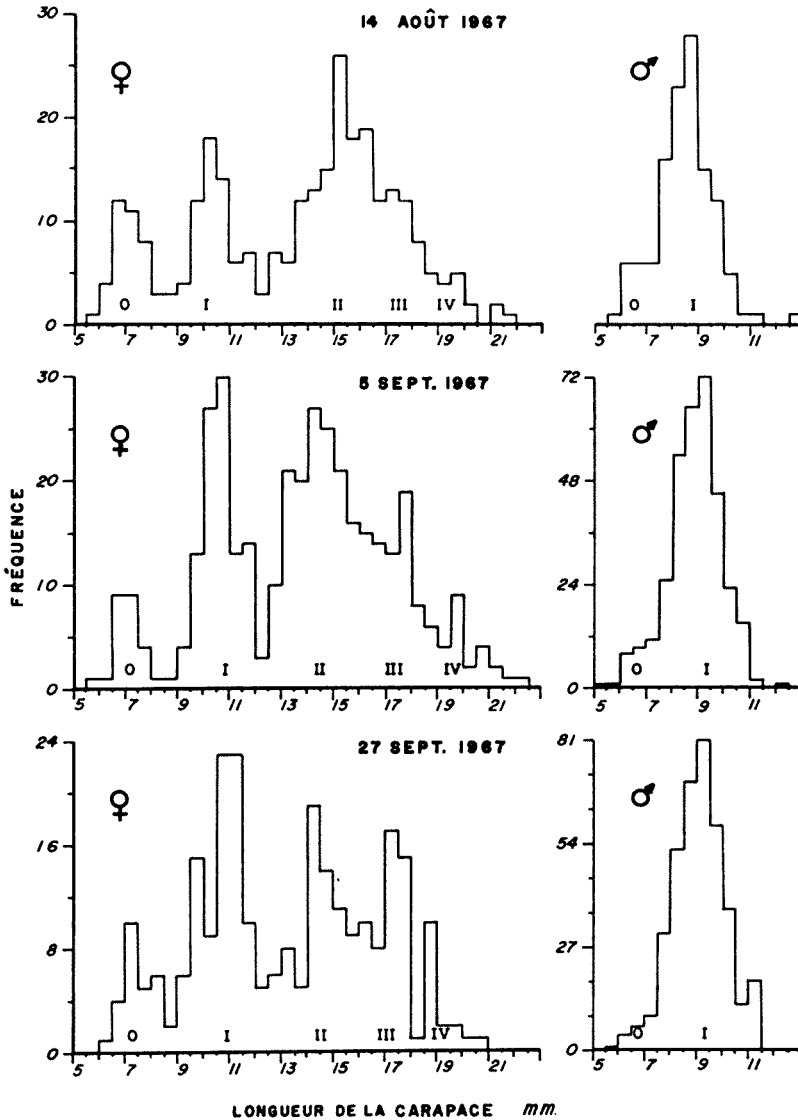


FIGURE 2. Distribution de la fréquence des longueurs de la carapace pour les échantillons d'*Argis dentata* prélevés de 55 à 110 m à Grande-Rivière en 1967. Les classes d'âge sont indiquées en chiffres romains.

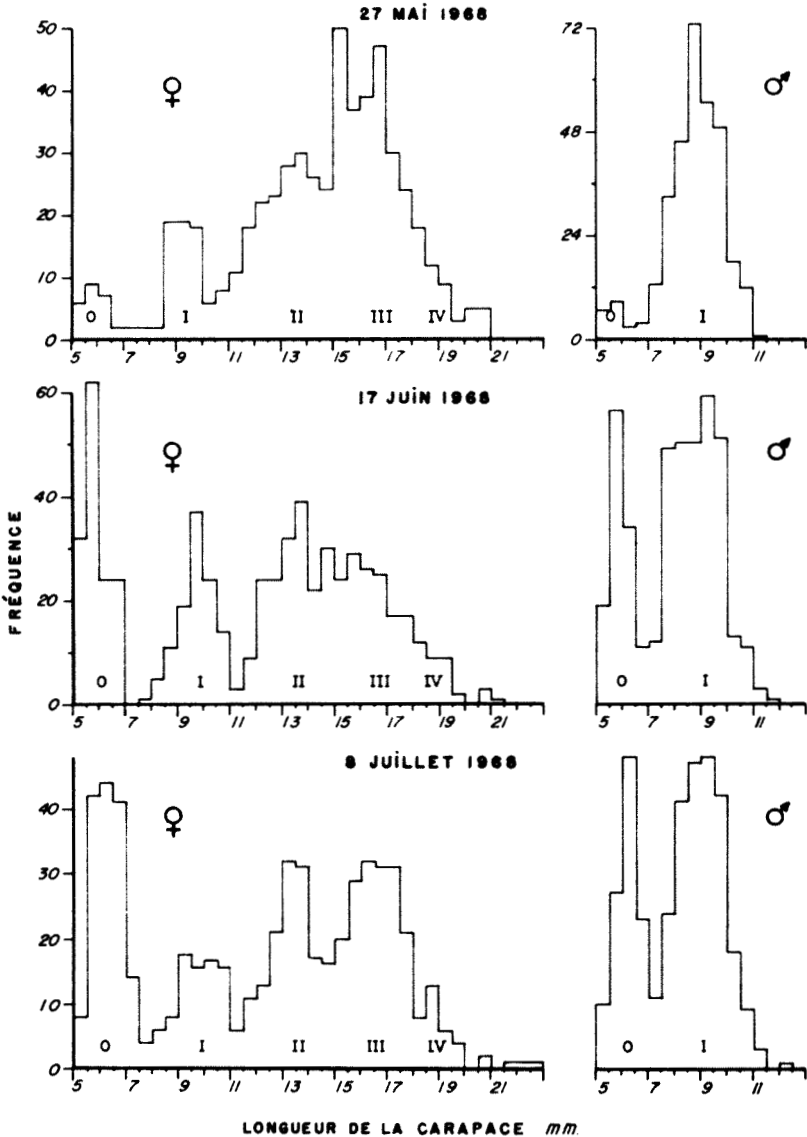


FIGURE 3. Distribution de la fréquence des longueurs de la carapace pour les échantillons d'*Argis dentata* prélevés de 55 à 110 m à Grande-Rivière en 1968. Les classes d'âge sont indiquées en chiffres romains.

Méthodes

Le chalut à panneaux utilisé pour la récolte des spécimens est un modèle réduit du chalut plat à crevettes employé dans le golfe du Mexique (Robas, 1959). Sa largeur est de 3.6 m et sa hauteur de 1 m. En action, l'ouverture se réduit à 3 m de largeur à cause de la résistance de l'eau sur les panneaux

et sur le filet. La ralingue inférieure est munie d'une chaîne servant à balayer le fond pour en déloger les crevettes. Ce type de chalut est monté en filet de nylon à mailles de 10 mm de côté. La poche terminale est doublée intérieurement d'un deuxième filet de nylon à mailles de 6 mm de côté. Un plan de ce chalut est donné par Couture (1970).

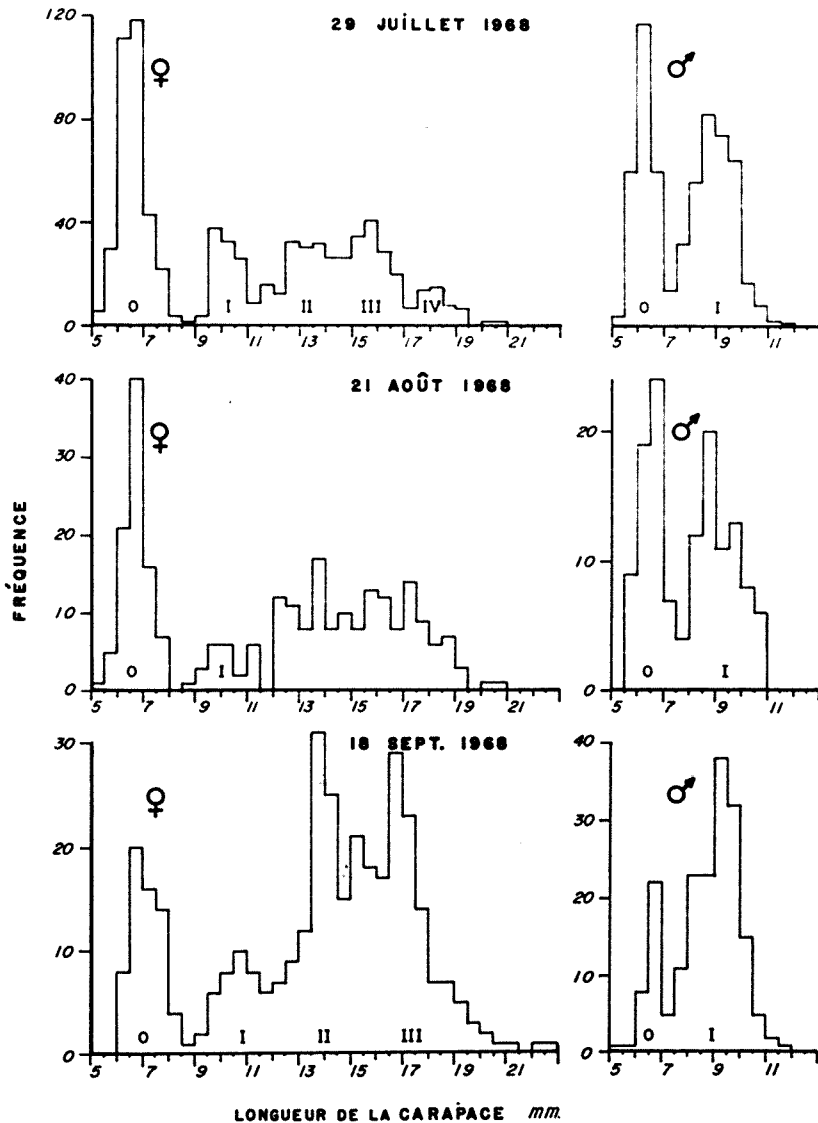


FIGURE 4. Distribution de la fréquence des longueurs de la carapace pour les échantillons d'*Argis dentata* prélevés de 55 à 110 m à Grande-Rivière en 1968. Les classes d'âge sont indiquées en chiffres romains.

TABLEAU 1
Caractéristiques des stations d'échantillonnage d'*Argis dentata* à Grande-Rivière (Gaspé-sud, Québec) en 1967 et 1968.

Stations	Profondeur (m)	Latitude Nord	Longitude Ouest
1	55	48°22'40"	64°25'48"
2	73	48°21'40"	64°22'50"
3	91	48°21'05"	64°22'30"
4	110	48°20'15"	64°21'50"

Les spécimens utilisés pour l'étude de l'âge, de la croissance et de la mortalité ont été recueillis au cours des étés de 1967 et 1968, aux stations dont les caractéristiques apparaissent au tableau I. Les dates des différentes croisières de 1967 apparaissent aux figures 1 et 2 et celles de 1968 aux figures 3 et 4.

La mesure que nous utilisons au cours de cette étude est la longueur du céphalothorax (L.C.) ou longueur de la carapace. Nous avons établi les équations de régression permettant de calculer la longueur totale et le poids à partir de la longueur du céphalothorax.

$$\begin{aligned} \text{Mâles : } \quad & \text{L.T. (mm)} = -2.707 + 4.345 \text{ L.C. (mm)} \\ & \text{Log P(g)} = -3.02908 + 2.88 \text{ Log L.C. (mm)} \\ \text{Femelles : } & \text{L.T. (mm)} = 0.352 + 3.782 \text{ L.C. (mm)} \\ & \text{Log P(g)} = -3.29223 + 3.15 \text{ Log L.C. (mm)} \end{aligned}$$

Résultats

ÂGE

La détermination de l'âge d'*A. dentata* suivant la méthode de la fréquence des longueurs s'avère satisfaisante. Pour que cette technique soit valable, il est d'abord nécessaire de disposer de grands échantillons; ces échantillons doivent être représentatifs de toutes les tailles des individus de la population et prélevés durant une période relativement courte; enfin, il ne faut retenir que les résultats relatifs aux groupes les moins âgés.

Pour répondre à ces exigences minimales, nous avons capturé et mesuré en moyenne 656 individus par croisière en 1967 et 864 en 1968. Les prélèvements eurent lieu durant une période très courte, n'excédant pas 24 heures par croisière. Pour que nos échantillons soient bien représentatifs de tous les groupes d'âge, nous avons réuni en un seul lot les mesures des individus prélevés aux différentes stations au cours de la même croisière. Ceci élimine les erreurs pouvant découler des migrations. Dans la détermination de l'âge, nous

n'avons retenu comme classes d'âge que les modes bien séparés et distincts, présents dans au moins la moitié des échantillons.

Les figures 1 à 4 donnent la distribution de la fréquence des longueurs des spécimens capturés lors de chaque croisière en 1967 et en 1968.

Nous remarquons chez les femelles, la présence de modes constants dans chacun des prélèvements en 1967. Ces modes sont numérotés de 0 à IV inclusivement. Entre les classes de longueur de 8,0 et 12,0 mm, nous avons un groupe d'individus distincts, la classe I. Le mode de ce groupe d'âge varie entre 9.0 et 11.0 mm pour la période allant du 24 mai au 27 septembre. À compter du 30 juin et plus particulièrement du 27 juillet, apparaît un autre groupe d'individus. Ce dernier, désigné comme la classe d'âge 0, varie entre 5.0 et 7.5 mm. Les individus qui composent cette classe sont les recrues. La classe II comprend principalement des individus dont la taille minimale est de 11.5 mm et la taille maximale d'environ 15.0 mm. Le mode déterminant la classe d'âge III est apparent en mai, en juin, en août et en septembre. Les individus mesurant entre 15.5 et 18.0 mm composent principalement cette classe. Les spécimens mesurant plus de 18.0 se groupent en majorité dans la classe IV. Il existe la possibilité qu'il y ait une classe d'âge V. Celle-ci serait constituée par un très faible nombre d'individus. Il est toutefois impossible de séparer les classes IV et V.

Chez les mâles, il n'y a, en mai 1967, qu'un seul groupe d'individus dont les longueurs varient entre 7.5 et 11.0 mm. Nous considérons ce groupe de classe d'âge I. À compter de la fin de juin, nous voyons apparaître une certaine proportion de petits individus dont la taille est inférieure à 7.5 mm. Ceux-ci forment la classe 0 ou classe recrue. Il est assez difficile de séparer les mâles de la classe 0 et ceux de la classe I dans les prélèvements effectués en 1967. Il est à remarquer qu'il n'y a pas de classe II ou autres plus élevées, chez les mâles.

Une série de modes identiques apparaît dans la distribution de la fréquence des longueurs des prélèvements de 1968 (figures 3 et 4). Les modes observés en 1968 sont définis d'une façon encore plus précise que ceux de 1967. Les classes d'âge ainsi désignées par les modes ont reçu la même dénomination que celles de 1967. La classe 0 apparaît plus tôt au début de la saison 1968. Chez les mâles, cette dernière se distingue aisément de la classe I. En 1967, la distinction de ces deux classes chez les mâles était beaucoup moins évidente. Les échantillons du 21 août ne servent pas à la détermination de l'âge sauf pour les classes 0 et I chez les mâles et les femelles. En effet, nous avons connu des difficultés techniques sérieuses au cours de cette journée et il nous a été impossible de reprendre les échantillonnages.

Il existe entre les groupes d'âge déterminés par la méthode de la fréquence des longueurs en 1967 et en 1968 une similitude assez remarquable. Cette

constance se manifeste à la fois entre les prélèvements effectués au cours des différentes croisières d'une même année et entre les échantillons récoltés à une année d'intervalle. Cette ressemblance est une preuve de l'exactitude des déterminations des classes d'âge.

L'examen des distributions de la fréquence des longueurs montre que les classes les plus jeunes, comme les classes plus âgées, se rapprochent suffisam-

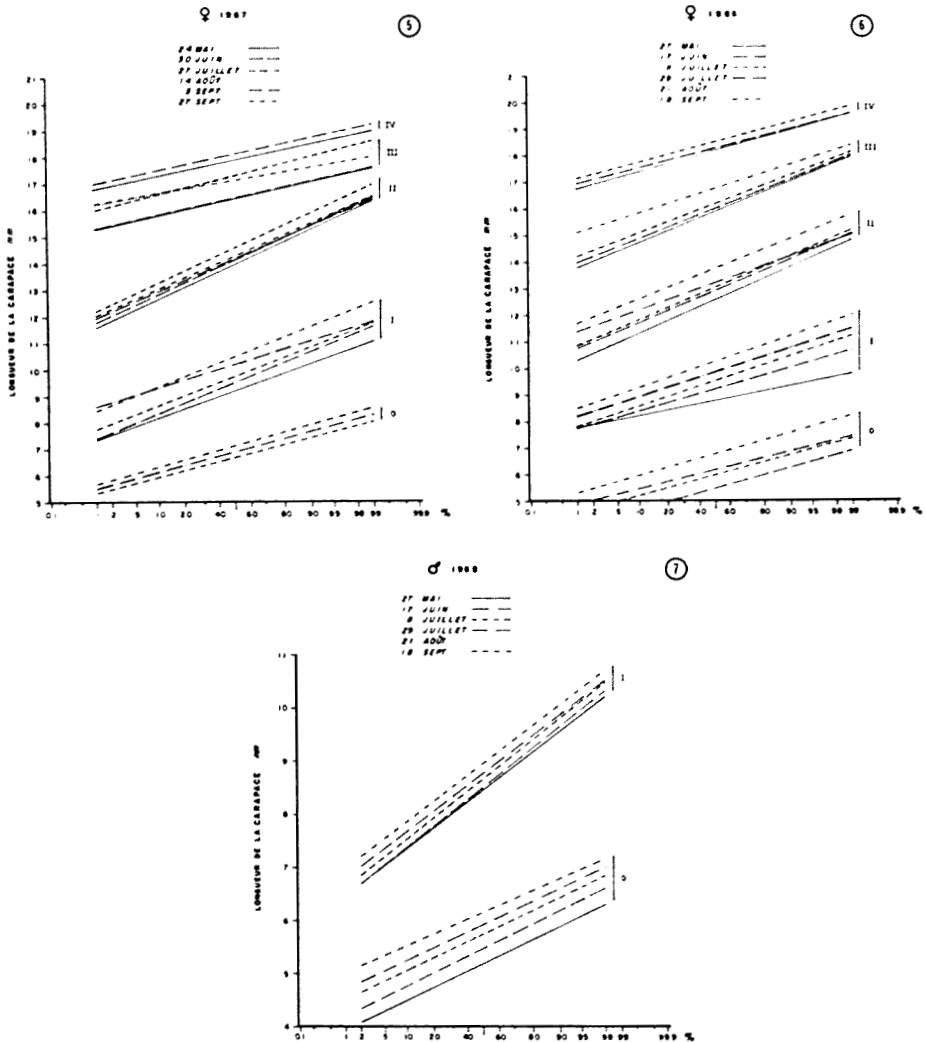


FIGURE 5. Droites ajustées de distribution normale de la fréquence des longueurs pour les différentes classes d'âge (chiffres romains) des femelles en 1967.

FIGURE 6. Droites ajustées de distribution normale de la fréquence des longueurs pour les différentes classes d'âge (chiffres romains) des femelles en 1968.

FIGURE 7. Droites ajustées de distribution normale de la fréquence des longueurs pour les différentes classes d'âge (chiffres romains) des mâles en 1968.

ment d'une courbe normale. Il est alors possible de séparer de façon rigoureuse les différentes classes d'âge en se servant de la méthode décrite par Cassie (1950, 1954) et Lewis et Taylor (1967). Cette méthode permet de séparer les différents groupes composant une distribution polymodale en utilisant du papier graphique de probabilité.

La figure 5 représente, exposées sur du papier graphique de probabilité, les distributions normales ajustées des différentes classes d'âge des femelles provenant des croisières faites en 1967. La figure 6 montre les résultats pour les femelles de 1968 et la figure 7 présente les distributions normales des mâles capturés en 1968. Il a été impossible de séparer de façon précise les classes d'âge des mâles provenant des croisières de 1967. Les classes d'âge sont indiquées à droite en chiffres romains.

Les classes 0, I et II sont très distinctes en 1967. Les classes III et IV se rapprochent davantage, mais on peut encore facilement déceler chacune d'elles. Nous n'avons pu calculer la courbe normale de la classe IV dans les échantillons récoltés après le mois de juin. Toutes les classes d'âge sont très différenciées en 1968, tant chez les femelles que chez les mâles.

La classe 0 représente la classe des individus qui sont dans leur première année, c'est-à-dire n'ayant pas encore une année. C'est le groupe des recrues. La durée du cycle larvaire n'a pas été déterminée, mais, tenant compte de la croissance, nous croyons que le mois d'avril serait la période de l'arrivée de la majorité des jeunes sur le fond. Selon leur densité, leurs migrations, l'endroit où elles se déposent, les recrues peuvent apparaître dans nos collections à des dates différentes. En 1967, les recrues apparaissent en nombre suffisant dans nos captures à partir de juillet. Leur taille moyenne à cette période est de 6.7 mm. En 1968 les premières captures de recrues se font en mai ; leur taille moyenne est alors de 5.5 mm. En juillet elles mesurent 6.2 mm.

Les classes I, II, III, IV représentent respectivement les individus qui sont dans leur seconde, troisième, quatrième et cinquième année.

CROISSANCE

La progression de la longueur moyenne du céphalothorax, telle qu'elle est observée aux figures 5, 6 et 7, a servi à l'élaboration de la courbe de croissance de von Bertalanffy (1938). Celle-ci est une équation exponentielle décroissante pouvant décrire la croissance de nombreuses formes animales. La taille de l'animal à une période donnée peut s'exprimer par l'équation suivante:

$$L = a (1 - be^{-kt})$$

(modification algébrique de l'équation originale de von Bertalanffy donnée par Fabens, 1965).

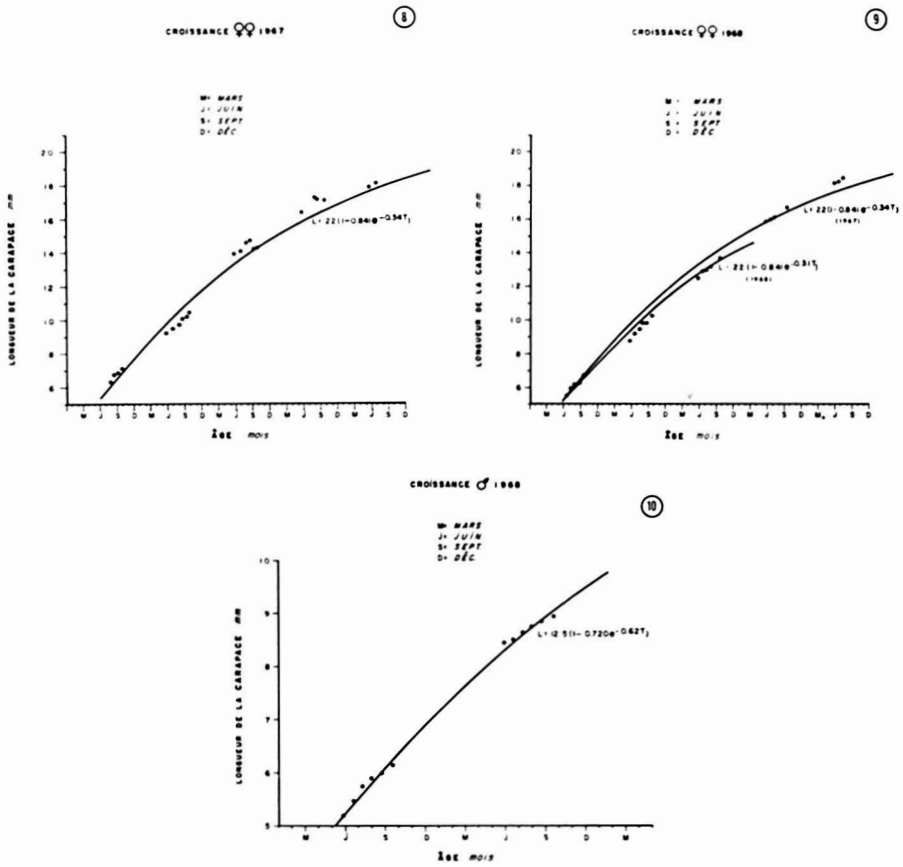


FIGURE 8. Courbe de croissance des femelles en 1967.

FIGURE 9. Courbe de croissance des femelles en 1968. L'équation et la courbe des classes III et IV sont les mêmes qu'en 1967.

FIGURE 10. Courbe de croissance des mâles en 1968.

Les paramètres a , b et k sont caractéristiques d'un animal ou d'une population particulière :

a = longueur théorique maximale lorsque t (temps) tend vers l'infini.

b = le rapport entre la croissance totale (à partir de la fin du stade larvaire) et la longueur maximale théorique.

$$b = \frac{a - c}{a}$$

où c est la longueur de la carapace à la fin de la période larvaire. Chez *A. dentata* cette longueur serait de 3.5 mm (Squires, 1965).

k = est le taux catabolique de l'animal. Ce paramètre donne la pente de la courbe.

Les paramètres a et k ont été déterminés selon la méthode Ford-Walford (Walford, 1946 ; Hancock, 1965). Les valeurs des paramètres de croissance ainsi trouvées sont :

pour les femelles :

$$\begin{aligned} a &= 22.0 \text{ mm} \\ b &= 0.841 \\ k &= 0.34 \text{ (1967) et } 0.31 \text{ (1968)} \end{aligned}$$

pour les mâles :

$$\begin{aligned} a &= 12.5 \text{ mm} \\ b &= 0.720 \\ k &= 0.62 \end{aligned}$$

Nous avons porté à la figure 8 les longueurs moyennes de carapace déterminées à partir des droites de distribution normale pour les classes d'âge des femelles capturées en 1967 en fonction de leur âge réel. Le point de départ de l'âge réel est fixé au premier avril. La même figure donne également la courbe de croissance représentant le mieux la distribution des longueurs moyennes et l'équation de cette courbe.

A la figure 9 sont inscrites les longueurs moyennes des classes d'âge des femelles prises en 1968, ainsi que les courbes et les équations de croissance. La croissance des femelles des classes III et IV est représentée par l'équation et la courbe de 1967. La courbe et l'équation de croissance des mâles se trouvent à la figure 10.

MORTALITÉ

La méthode utilisée pour séparer les classes d'âge permet également d'établir le nombre d'individus dans chaque classe d'âge. Il est alors possible de calculer la mortalité. Dans le calcul de la mortalité nous n'avons pas tenu compte des individus de la classe O, c'est-à-dire des recrues, et ceci à cause de la sélectivité. De plus, à cause de l'hermaphrodisme protérandrique (Fréchette, Corriveau et Couture, 1970) chez *A. dentata*, nous avons réuni en un seul lot les mâles et les femelles de la classe I, soit les individus de deux ans.

La diminution du nombre d'individus composant une classe d'âge d'une année à l'autre peut servir à mesurer la mortalité totale. Ainsi pour une même classe d'âge, l'équation suivante servira à déterminer le coefficient instantané de mortalité.

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{-Z}$$

N_1 = l'abondance relative d'une classe d'âge au cours d'une année donnée.

N_2 = l'abondance relative de la même classe d'âge l'année suivante.

Z = le coefficient instantané de mortalité.

$$S = \frac{N_2 + N_3 + N_4 + \dots + N_R}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_{R-1}}$$

$$S = e^{-Z}$$

TABLEAU II

Nombres moyens d'*Argis dentata* capturés par minute de pêche, par classe d'âge en 1967 et 1968, à Grande-Rivière.

Année	Classes d'âge				
	O	I	II	III	IV
1967	–	4.92	2.73	0.77	0.41
1968	–	4.40	2.19	2.02	0.43

Ce qui nous donne le coefficient instantané de mortalité.

Tous les individus capturés au cours d'une croisière furent classés chacun dans son groupe d'âge respectif, selon la méthode décrite au chapitre précédent. Les nombres moyens d'*A. dentata* capturés par minute de pêche, par classe d'âge sont donnés au tableau II. La période d'échantillonnage en 1967 s'étend du 24 mai au 27 septembre. En 1968, elle va du 27 mai au 18 septembre.

Nous nous sommes servis de l'abondance relative moyenne, au lieu de l'abondance relative instantanée, afin d'atténuer le plus possible le risque d'erreur pouvant découler des migrations. A notre avis, les moyennes de densité relative établies sur une période de plus de quatre mois sont suffisantes. De plus, ces périodes sont les mêmes pour 1967 et 1968. Selon Vibert et Lagler (1961), on peut utiliser le rapport des abondances moyennes en lieu et place du rapport des abondances instantanées, pour obtenir une bonne estimation de la survie et du coefficient instantané de mortalité.

TABLEAU III

Mortalité et survie chez *Argis dentata* à Grande-Rivière

Classes annuelles	Z	M	S
1966	0.810	0.55	0.45
1965	0.310	0.26	0.74
1964	0.582	0.44	0.56

Z = Coefficient instantané de mortalité

M = Taux de mortalité

S = Taux de survie

Le tableau III montre les coefficients instantanés de mortalité (Z) calculés pour les différentes classes d'âge. Nous y trouvons également les taux annuels

de mortalité (M) et les taux de survie correspondants (S). Ces deux derniers ont été calculés à partir du coefficient instantané de mortalité à l'aide des tables de Ricker (1958).

Par la méthode de Jackson (1939), nous pouvons trouver un taux moyen de survie pour toutes les classes de la population.

$$S = \frac{2.19 + 2.02 + 0.43}{4.92 + 2.73 + 0.77}$$

$$S = 0.575$$

$$S = e^{-Z}$$

$$Z = 0.55$$

Le coefficient instantané de mortalité obtenu par la formule de Jackson correspond, selon les tables de Ricker (1958), à une mortalité annuelle de 43.4%.

Discussion et conclusion

A. dentata présente un phénomène d'hermaphroditisme protérandrique (Fréchette *et al.*, 1970). C'est ce qui explique la disproportion entre la longévité des mâles et des femelles. La phase mâle est de deux ans. Aucun mâle n'atteint, sous cette forme, la troisième année. La longévité des femelles primaires est de cinq ans. Un très faible pourcentage de femelles (environ 2%) peuvent avoir plus de cinq ans. Les femelles hermaphrodites protandres vivent trois années.

La courbe de croissance des femelles des classes O, I et II en 1968 (fig. 9) a une pente légèrement inférieure à celle de la courbe des femelles en 1967 (fig. 8). Cette différence n'est toutefois pas importante et ne paraît pas significative à l'examen. En conclusion, il semble que les rythmes de croissance de 1967 et 1968 soient semblables.

Au cours de la première année, la croissance des mâles est identique à la croissance des femelles primaires. A la fin de la seconde année, les mâles mesurent en moyenne 1.2 mm de moins que les femelles. Ceci ne signifie pas que la croissance des mâles et des femelles primaires de deux ans soit différente. La croissance est déterminée à partir de la progression de la moyenne de la courbe normale au cours de la saison. Les mâles se transforment en femelles lorsqu'ils atteignent entre 11.0 et 12.0 mm (L.C.). La disparition des individus de cette taille ralentit en quelque sorte la progression de la moyenne de la courbe normale et l'effet paraît comme une diminution de la croissance.

L'exactitude du calcul de la croissance est fonction de l'engin de collection utilisé. La grandeur des mailles de la poche du chalut utilisé était de 6.0 mm. Celle-ci peut retenir avec une efficacité complète les individus de la classe I et plus. Il y a sélectivité au niveau de la classe O. Il est donc possible que la

croissance des individus de cette classe soit légèrement supérieure à celle que nous observons.

Références

- BERTALANFFY, L. VON, 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth law II). *Hum. Biol.*, **10** : 181-213.
- 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** : 513-522.
- COUTURE, R., 1970. Inventaire quantitatif des crevettes de la baie des Chaleurs, 1969. *Rapp. ann. Serv. Biol. Min. Ind. Commerce, Québec*, 1969, p. 65-85.
- CUSHING, D. H., 1968. Fisheries biology. The University of Wisconsin Press, 200 pp.
- EKMAN, S., 1953. Zoogeography of the sea. Sidgwick and Jackson, London. 417 pp.
- FABENS, A. J., 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, **29** : 265-289.
- FRÉCHETTE, J., W. CORRIVEAULT et R. COUTURE, 1970. Hermaphroditisme protérandrique chez une crevette de la famille des Crangonidés, *Argis dentata* M. J. Rathbun. *Naturaliste can.*, **97** : 805-822.
- HANCOCK, D. A., 1965. Graphical estimation of growth parameters. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **29**: 340-351.
- JACKSON, C. H. N., 1939. The analysis of an animal population. *J. Anim. Ecol.*, **8**: 238-246.
- LEWIS, T. and TAYLOR, L. R., 1967. Introduction to experimental ecology. Academic Press, London. 401 pp.
- RICKER, W. E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. 119, p. 1-300.
- ROBAS, J. S., 1959. Shrimp trawling gear as used in the Gulf of Mexico. in: *Modern Fishing Gear of the World*, pp. 311-316, Fishing News (Books) Ltd, London.
- SCHAEFER, M. B., 1943. The theoretical relationship between fishing effort and mortality. *Copeia*, **1943** (2): 79-82 .
- SQUIRES, H. J., 1965. Larvae and Megalopa of *Argis dentata* (Crustacea: Decapoda) from Ungava Bay. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **22**: 69-82.
- VIBERT, R. et K. F. LAGLE, 1961. Pêches continentales, biologie et aménagement. Dunod, Paris, 720 p.
- WALFORD, L. A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, **90**: 141-147.

LE PEUPEMENT DES SABLES FINS TERRIGÈNES
DANS LA BAIE DES CHALEURS
(Golfe du Saint-Laurent)
COMPARÉ À CELUI DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

MICHEL LEDOYER¹

Service de biologie
Ministère de l'industrie et du commerce, Québec

Résumé

Les fonds de sable compris entre 0 et 18 mètres de profondeur, dans la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé, ont été prospectés semi-quantitativement en 1968-69, surtout de juin à octobre. L'endofaune (11 prélèvements à la bêche, 13 à la drague Charcot, 2 à la drague Spatangue) et la faune vagile (15 fauchages et 3 chalutages) y ont été échantillonnées, tandis que 10 dragages et 2 chalutages par 18-37 m de fond provenaient de zones de transition avec d'autres biocénoses. La biocénose des sables fins terrigènes comprend, si l'on excepte les Polychètes non encore identifiées, 18 espèces caractéristiques exclusives, présentes dans 10% ou plus des échantillons prélevés dans cette biocénose, et dans moins de 4% des prélèvements de biocénoses plus profondes. Citons, par ordre décroissant de fréquence supérieure à 33%, *Lamprops quadruplicata*, *Edotea triloba*, *Mesodesma arctatum*, *Nassarius trivittatus*, *Leptocuma minor*, *Tmetonyx nobilis*, *Pagurus acadianus*, *Chiridotea tuftsi* et *Ensis directus*. Les espèces préférentielles sont *Monoculodes edwardsi*, *Monoculopsis longicornis*, *Phoxocephalus holbolli*, *Diastylis polius*, toutes plus fréquentes que 33%, et plus de 6 fois plus abondantes dans la biocénose qu'en dehors. Un horizon supérieur (0-3 m) à *Mancocuma stellifera* et *Mesodesma arctatum* se distingue d'un horizon inférieur (3-18 m) habité par les autres espèces. L'Oursin plat *Echinarachnius parma* est localement lié à la biocénose, mais ailleurs il est abondant aussi en eau plus profonde et plus froide.

Le travail pose le problème de la délimitation entre la biocénose des sables fins terrigènes et les biocénoses voisines : la biocénose lagunaire euryhaline et eurytherme, celle des sables vaseux de mode calme, et les biocénoses circalittorales de substrat meuble. Sur sable fin terrigène, 22 espèces caractéristiques ou accompagnatrices (constituant 97% des individus de la biocénose) du golfe du Saint-Laurent correspondent en Méditerranée occidentale à des espèces habitant le même biotope,

¹ Adresse actuelle : Station marine d'Endoume et Centre d'océanographie, rue de la Batterie des Lions, 13 Marseille (7).

où elles constituent 93% de sa faune, sont donc considérées comme homologues écologiques (vicariantes). Mais dans le golfe, la diversité spécifique est moins grande et la densité 8 fois plus élevée qu'en Méditerranée.

Abstract

Sand bottoms at depths between 0 and 18 metres in Baie des Chaleurs and Gaspé Bay were surveyed semi-quantitatively in 1968-69, mainly from June to October. The endofauna (11 digging-shovel, 13 Charcot dredge and 2 spatangoid anchordredge samples) and mobile fauna (15 sweep-net and 3 beam-trawl samples) were sampled therein, whereas 10 dredgings and 2 trawlings at depths of 18-37 m came from transition zones with other biocenoses. The biocenosis of terrigenous fine sand includes (Polychaetes, not yet identified, being excluded) 18 exclusive characteristic species, present in 10% or more of samples taken in that biocenosis, and in less than 4% of samples from deeper biocenoses. The most frequent (>33%) are, in decreasing order of frequency, *Lamprops quadriplicata*, *Edotea triloba*, *Mesodesma arctatum*, *Nassarius trivittatus*, *Leptocuma minor*, *Pagurus acadianus*, *Chiridotea tuftsi* and *Ensis directus*. Preferential species are *Monocolodes edwardsi*, *Monocolopsis longicornis*, *Phoxocephalus holbolli* and *Diastylis politus*, all more frequent than 33% and more than 6 times more abundant in the biocenosis than outside. An upper stratum (0-3 m) with *Manocuma stellifera* and *Mesodesma arctatum* can be distinguished from a lower stratum (3-18 m) inhabited by the other species. The sand dollar *Echinarachnius parma* is locally bound to the biocenosis, but elsewhere it is also abundant in deeper and colder water.

A preliminary discussion is given on the problem of delimitation between the biocenosis of terrigenous fine sand and neighboring biocenoses: the euryhaline and eurythermal lagoon biocenosis, the sheltered biocenosis of muddy sand, and the circalittoral biocenoses of soft bottoms. On terrigenous fine sand, 22 characteristic or accompanying species (accounting for 97% of individuals in the biocenosis) from the Gulf of St. Lawrence correspond, in the western Mediterranean, to species occupying the same biotope, where they make up 93% of the fauna, and are therefore considered as ecological homologues or vicariants. But in the Gulf specific diversity is less than, and density is 8 times as high as, in the Mediterranean.

Introduction

Cette étude ne constitue qu'une partie d'un travail plus vaste sur les biocénoses benthiques des biotopes de substrat meuble des parages de la Gaspésie, dans le secteur occidental du golfe du Saint-Laurent. Nous appuyant sur le système proposé par Pères et Picard (1958, 1964), nous avons délibérément limité notre étude dans le présent travail à la principale biocénose de substrat meuble de l'étage infralittoral: la biocénose des sables fins terrigènes. Nous mettons en évidence le groupement faunistique caractéristique de cette biocénose, pour aboutir ultérieurement à une meilleure compréhension et à

une meilleure définition de l'ensemble des peuplements de substrat meuble de la baie des Chaleurs. Le travail global comprend : 1) le peuplement des sables fins terrigènes de la baie des Chaleurs ; 2) les peuplements benthiques circalittoraux de la baie des Chaleurs ; 3) le peuplement des vases bathyales du détroit de Gaspé ; 4) les peuplements benthiques du fond de la baie des Chaleurs.

« Il importe de rappeler la signification du concept de biocénose tel que l'a défini son créateur, Möbius, précisément à propos d'un groupement d'espèces marines benthiques. La biocénose est un « groupement d'êtres vivants correspondant par sa composition, par le nombre des espèces et des individus, à certaines conditions moyennes du milieu, groupement d'êtres qui sont liés par une dépendance réciproque et se maintenant en se reproduisant dans un certain endroit de façon permanente ». Le terme de « communauté », employé notamment par Petersen lors des recherches sur le benthos de la mer Danoise, est, à notre sens, à peu près synonyme de biocénose, bien que son auteur base cette notion essentiellement sur des considérations quantitatives en l'espèce sur les animaux numériquement et pondéralement dominants (Pérès et Picard, 1964).

Dans le cas des communautés, ce sont les animaux les plus nombreux et les plus visibles qui sont utilisés pour les désigner. La notion de communauté est basée sur des critères statistiques : Thorson (1957) a parfaitement défini ce concept ainsi que les confusions qui ont été faites entre la communauté, unité statistique, et la biocénose, unité écologique.

L'étude des peuplements dans le golfe du Saint-Laurent n'a jamais été entreprise. Toutefois, divers travaux traitent de la faune du golfe sous forme d'inventaires : Whiteaves (1901), Brunel (1966 et 1970). En ce qui concerne les milieux littoraux, Bousfield (1955, 1956) a étudié la faune de la zone intertidale. Pour sa part, Brunel (1956) a étudié la distribution bathymétrique des Amphipodes dans la baie des Chaleurs.

Les homologues faunistiques étonnantes qui existent entre le peuplement des sables fins terrigènes de la baie des Chaleurs et celui de la Méditerranée occidentale nous conduisent, tout d'abord, à reprendre succinctement certaines considérations bionomiques générales.

L'ancienne biocénose des sables fins terrigènes, définie par Pérès et Picard (1958), a été scindée en 1964, par ces mêmes auteurs, en deux biocénoses distinctes : celle des sables fins de hauts niveaux, et celle des sables fins bien calibrés. Cette division est basée sur l'étude de l'endofaune. En me basant sur l'étude des animaux vagiles, et par comparaison avec les biotopes de substrat dur homologues, j'ai préféré (Ledoyer, 1968) conserver l'ancienne dénomination de sables fins terrigènes. Ultérieurement, j'ai repris (Ledoyer, 1969), de façon plus détaillée, l'étude de la faune vagile des sables fins de hauts niveaux, et toujours en ce qui concerne la faune mobile, j'ai conclu que cette dernière

biocénose constituait bien un aspect (horizon) superficiel de l'ancienne biocénose des sables fins terrigènes.

Ici, je considérerai qu'il n'y a qu'une seule biocénose : celle des sables fins terrigènes. Toutefois, nous étudierons la faune de façon à voir si les deux horizons, mis en évidence en Méditerranée existent dans le golfe du Saint-Laurent.

Méthodes

Techniques de prélèvement

Dans l'étude préliminaire présentée ici, j'ai considéré aussi bien la faune vagile que l'endofaune de la biocénose des sables fins terrigènes. J'ai travaillé dans la zone superficielle correspondant aux sables fins de hauts niveaux et dans la zone plus profonde des sables fins bien calibrés.

ZONE SUPERFICIELLE (0-4 mètres)

Dans les biotopes référables à cet horizon, quatre techniques de collecte ont été utilisées :

- 1) *pour la faune vagile* : a) le fauchage (Ledoyer, 1966, 1969). J'ai utilisé un filet ayant 20 cm de diamètre d'ouverture ; la maille du filet est de 0.65 mm ; le nombre de coups de filet est de 60 et la longueur approximative de chacun des coups de filet est de 1 mètre. b) le chalutage : j'ai employé à ces niveaux un chalut de 70 x 35 cm d'ouverture pourvu d'un filet à mailles de 0.5 cm (type drague à *Mysis* de Bacescu, 1940 et 1941). La durée du trait est de 10 minutes.
- 2) *pour l'endofaune* : a) des prélèvements à la pelle d'un volume de sédiment connu (50 litres généralement). La profondeur de la sape dans ce cas est d'environ 15 cm. b) des prélèvements à la drague : deux types de dragues ont été utilisés. La drague dite « Spatangue » (Bellan 1962, 1965) et surtout la drague Charcot (Picard, 1965). Dans les deux cas, la maille de la poche de collecte est de 0.65 mm et, le volume de sédiment étudié est généralement de 50 litres.

ZONE RÉFÉRABLE AUX SABLES FINS BIEN CALIBRÉS (4 à environ 18 mètres)

Dans l'horizon référable aux sables fins bien calibrés deux techniques ont été employées :

- 1) *pour la faune vagile* : ne disposant pas de matériel de plongée, il ne m'a pas été possible d'effectuer des fauchages. Seuls des chalutages ont permis la collecte des espèces vagiles d'assez grande taille, puisque les filets utilisés avaient des mailles de 0.5 cm. Le chalut, type drague à *Mysis*, fut utilisé une seule fois. Dans les autres cas, je me suis servi d'un chalut à vergue de 2 x 0.5 mètre d'ouverture. Même maille et même durée de trait que précédemment.

2) *pour l'endofaune* : les prélèvements ont été faits à la drague Spatangue et principalement à la drague Charcot. Le volume de sédiment étudié est généralement de 50 litres.

Tri des échantillons

Les fauchages et les chalutages sont conservés en totalité et triés au laboratoire sur une colonne de tamis (tamis le plus petit 0.65 mm de maille ce qui correspond à la maille du filet fauchoir ou de la poche des dragues).

Les dragages et les prises à la bêche sont triés grossièrement sur le terrain. Tout d'abord, un volume de 50 litres de sédiment est mesuré, lorsque la prise est suffisante ; ce sédiment est alors tamisé au moyen de deux tamis superposés et jointifs (5 et 1 mm). Les résidus de ces deux tamis sont conservés et triés ultérieurement au laboratoire de la même façon que les fauchages et les chalutages.

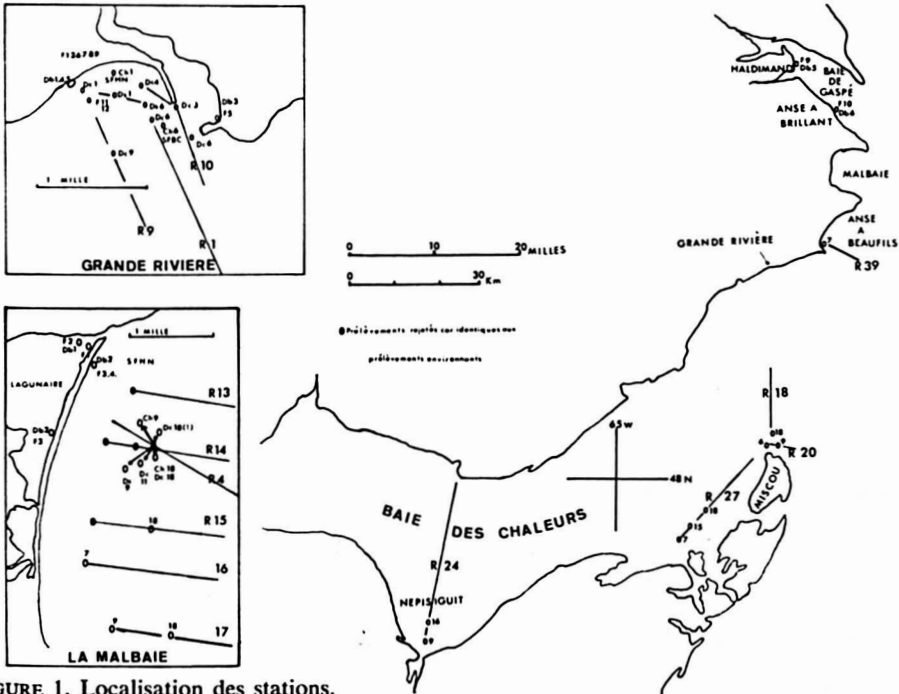


FIGURE 1. Localisation des stations.

Liste des stations

Les stations prospectées ont été localisées sur la figure 1, et leurs caractéristiques (lieu, date, profondeur, etc...) sont reportées dans les tableaux I, II, III.

La faune des sables fins terrigènes a été étudiée principalement aux abords de Grande-Rivière et dans l'anse de la Malbaie. Pour l'endofaune, dans l'horizon

superficiel j'ai fait six prélèvements à la bêche et trois dragages dont un à la drague spatangue ; dans l'horizon référentiel aux sables fins bien calibrés, j'ai effectué douze dragages dont deux à la drague spatangue. Dix dragages supplémentaires qui se rapportent à des zones de contact avec les peuplements plus profonds ont été inclus dans cette étude. Pour la faune vagile des sables fins terrigènes douze fauchages et trois chalutages ont été réalisés. Nous avons fait entrer dans cette étude cinq prélèvements qui ont été effectués dans des zones très superficielles (0.25 à 0.50 mètre) soumises à d'importants apports d'eau douce.

Nature des sédiments

La texture des sédiments a une influence prépondérante sur la répartition des organismes benthiques. De ce fait, la granulométrie est essentielle à une première estimation de la répartition des animaux et à une première compréhension de leurs exigences.

TABLEAU I
Caractéristiques des prélèvements d'endofaune
dans les sables fins de hauts niveaux

Localités	Date	Volume (litres)	Profondeur (mètres)	Stations et techniques	Biocénoses
La Malbaie	5/9/68	25	0.25	Db1	Lagunaire
La Malbaie	5/9/68	50	0.25	Db2	Lagunaire
Grande-Rivière	28/8/68	50	1.00	Db1	S. F. H. N.
La Malbaie	5/9/68	25	0.50	Db2	S. F. H. N.
Grande-Rivière	19/2/69	50	0.50	Db3	S. F. H. N. (apport de la Grande-Rivière)
Grande-Rivière	20/2/69	25	0.75	Db4	S. F. H. N.
Haldimand	12/6/69	25	0.75	Db5	S. F. H. N.
Anse-à-Brillant	12/6/69	25	0.75	Db6	S. F. H. N. (nombreuses roches éparées)
Grande-Rivière	23/7/69	50	3.00	Dc3 Rad 10	S. F. H. N.
Grande-Rivière	16/9/68	50	1.80	Dcl Rad 1	S. F. H. N.
Grande-Rivière	16/9/68	50	1.80	Dsl Rad 1	S. F. H. N.

Db : prélèvement à la bêche ; Dc : prélèvement à la drague Charcot ;
Ds : prélèvement à la drague spatangue.

TABLEAU II

Caractéristiques des prélèvements de faune vagile dans les sables fins de hauts niveaux et les sables fins bien calibrés

Localités	Date	Volume #	Profondeur (mètres)	Stations et techniques	Biocénoses
La Malbaie	5/9/68	60	0.25	F1 LEE	Lagunaire
La Malbaie	5/9/68	60	0.25	F2 LEE	Lagunaire
La Malbaie	5/9/68	60	0.25	F3 LEE	Lagunaire
Grande-Rivière	28/8/68	60	1.50	F1 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	28/8/68	60	0.75	F2 SFHN	S. F. H. N.
La Malbaie	5/9/68	60	0.50	F3 SFHN	S. F. H. N.
La Malbaie	5/9/68	60	1.50	F4 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	19/2/69	60	0.75	F5 SFHN	S. F. H. N. (cf. Db3 tableau I)
Grande-Rivière	3/4/69	60	0.75	F6 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	3/4/69	60	0.75	F7 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	3/6/69	30	0.75	F8 SFHN	S. F. H. N.
Haldimand	12/6/69	30	0.75	F9 SFHN	S. F. H. N.
Anse-à-Brillant	12/6/69	60	0.75	F10 SFHN	S. F. H. N. (cf. Db6 tableau I)
Grande-Rivière	10/7/69	60	3.00	F11 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	10/7/69	60	3.00	F12 SFHN	S. F. H. N.
Grande-Rivière	16/9/68	10	1.80	Ch1 Rad 1	S. F. H. N.
Grande-Rivière	16/9/68	10	6.00	Ch6 Rad 1	S. F. B. C.
La Malbaie	39/10/68	10	9.00	Ch9 Rad 4	S. F. B. C.

F : prélèvement au filet fauchoir ; Ch : prélèvement au chalut.

Volume exprimé en nombre de coups de filets pour les chalutages.

D'autre part, en mer, la collecte de ces renseignements ne demande pas de manoeuvre supplémentaire : les dragues étant pourvues d'une poche à maille très fine (0.65 mm), au centre du prélèvement, le sédiment, comprimé lors du trait, n'est pas délavé ; il est donc utilisable pour l'analyse granulométrique.

J'ai procédé à l'analyse granulométrique des sédiments ramenés à chacun des dragages ou des prélèvements à la bêche qui ont été faits. Dans le cas du type de fond que nous étudions ici, c'est-à-dire des fonds sableux, l'analyse

TABLEAU III

Caractéristiques des prélèvements d'endofaune dans les sables fins bien calibrés

Localités	Date	Volume (litres)	Profondeur (mètres)	Stations et techniques	Biocénoses
Grande-Rivière	16/9/68	50	6.00	Dc 6 Rad 1	S. F. B. C.
Grande-Rivière	16/9/68	50	6.00	Ds 6 Rad 1	S. F. B. C.
Grande-Rivière	16/6/69	25	9.00	Dc 9 Dad 9	S. F. B. C.
La Malbaie	29/10/68	50	11.00	Dc 11 Rad 4	S. F. B. C.
La Malbaie	29/10/68	10	9.00	Ds 9 Rad 4	S. F. B. C.
La Malbaie	19/6/69	30	7.00	Dc 7 Rad 16	S. F. B. C.
La Malbaie	18/6/69	50	9.00	Dc 9 Rad 17	S. F. B. C.
Anse-à-Beaufils	11/8/69	10	7.00	Dc 7 Rad 39	S. F. B. C.
Ile Miscou	31/7/69	10	6.00	Dc 6 Rad 20	S. F. B. C.
Ile Miscou	31/7/69	50	9.00	Dc 9 Rad 20	S. F. B. C. (mais roches avec laminaires)
Nipisiguit	6/8/69	50	9.00	Dc 9 Rad 24	S. F. B. C.
Shippigan	27/7/69	50	7.00	Dc 7 Rad 27	S. F. B. C.
Miscou	28/7/69	50	18.00	Dc 18 Rad 18	S. F. B. C. et détritique
Nipisiguit	6/8/69	12	16.00	Dc 16 Rad 24	S. F. B. C. et détritique
Shippigan	27/7/69	50	15.00	Dc 15 Rad 27	S. F. B. C. et détritique
Shippigan	27/7/69	50	18.00	Dc 18 Rad 27	S. F. B. C. et détritique
La Malbaie	19/6/69	50	18.00	Dc 18 Rad 15	S. F. B. C. détritique
La Malbaie	18/6/69	50	18.00	Dc 18 Rad 17	S. F. B. C.
La Malbaie	29/10/68	50	18.00	Dc 18 Rad 4	S. F. B. C. et détritique
La Malbaie	29/10/68	50	18.00	(1)Dc 18 Rad 4	S. F. B. C. et détritique
La Malbaie	29/10/68	50	36.00	Dc 36 Rad 4	Éléments détritiques
La Malbaie	29/10/68	50	36.00	Ds 36 Rad 4	Éléments détritiques

Dc: prélèvement à la drague Charcot; Ds: prélèvement à la drague spatangue.

a été faite à l'aide d'une colonne de tamis (4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.105 mm, 0.174 mm, 0.053 mm, 0.037 mm et fond de tamis). Le sédiment est d'abord séché à l'étuve (100°C), puis tamisé pendant une demi-heure ; chaque fraction de sédiment retenue dans les tamis est ensuite pesée à l'aide d'une balance de précision, et le pourcentage de ces diverses fractions calculé. Enfin, on reporte ces données sur du papier semi-logarithmique afin d'obtenir la courbe de répartition des différentes fractions constitutives du sédiment : en ordonnée est indiqué le pourcentage et en abscisse la taille des particules. Pour la classification des particules, j'ai adopté les intervalles de taille proposés par Sverdrup *et al.* (1942).

Nous ne tenterons pas, ici, de définir les limites de répartition des espèces en fonction de la taille des particules et de leur pourcentage respectif. En effet, on étudiera ultérieurement ce problème à l'aide d'ordinateurs, en tenant compte de la totalité des prélèvements faits dans les divers peuplements (infralittoral, circalittoral et bathyal).

Généralement, dans les fonds référables aux sables fins terrigènes, nous constatons (figures 2 et 3) un calibrage granulométrique du sédiment bien défini : 80% du sédiment, en moyenne, est constitué par des sables dont les particules ont de 0.125 à 0.5 mm. Il y a, en général, diminution avec la profondeur de la taille des particules. Dans le secteur de Grande-Rivière, le biotope présente une teneur en vase plus importante que dans les autres zones étudiées. Toutefois, la teneur en vase est extrêmement basse : elle est généralement proche de zéro.

Analyse faunistique du peuplement des sables fins terrigènes

DÉFINITION DE LA FAUNE DES SABLES FINS TERRIGÈNES

Les données analytiques sur la composition du peuplement des sables fins terrigènes sont présentées, pour plus de commodité, en appendice sous forme de tableaux : appendice I, II et III. Dans le cas de ce dernier, afin d'alléger le tableau, nous avons présenté, sous forme de liste, les espèces dont la présence était faible : présence dans un ou deux prélèvements par rapport à vingt-deux.

Dans les tableaux de l'appendice, les animaux sont classés suivant l'ordre alphabétique du groupe zoologique auquel ils appartiennent. Les espèces qui appartiennent au même groupe zoologique sont généralement classées suivant une présence décroissante.

Tout d'abord, notons que dans les appendices I et II nous avons inclus quelques prélèvements effectués dans des zones lagunaires euryhalines. Ceci pour permettre une meilleure estimation des intrusions faunistiques dues éventuellement à ces types de biotopes, dans la biocénose des sables fins terrigènes. Nous avons encadré ces intrusions, ainsi que les espèces les plus remarquables de l'horizon superficiel des sables fins terrigènes.

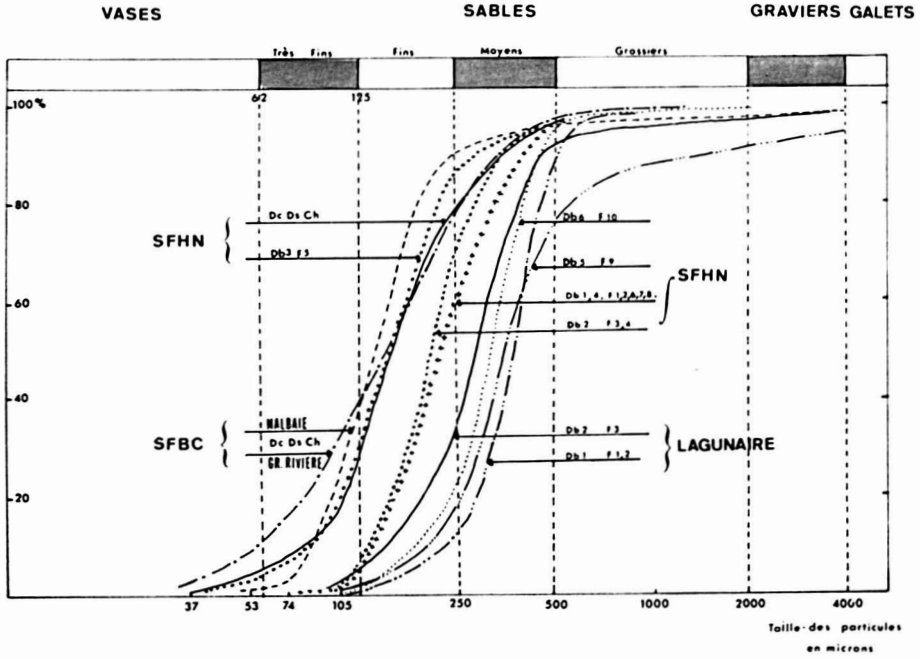


FIGURE 2. Granulométrie des sédiments de diverses stations.

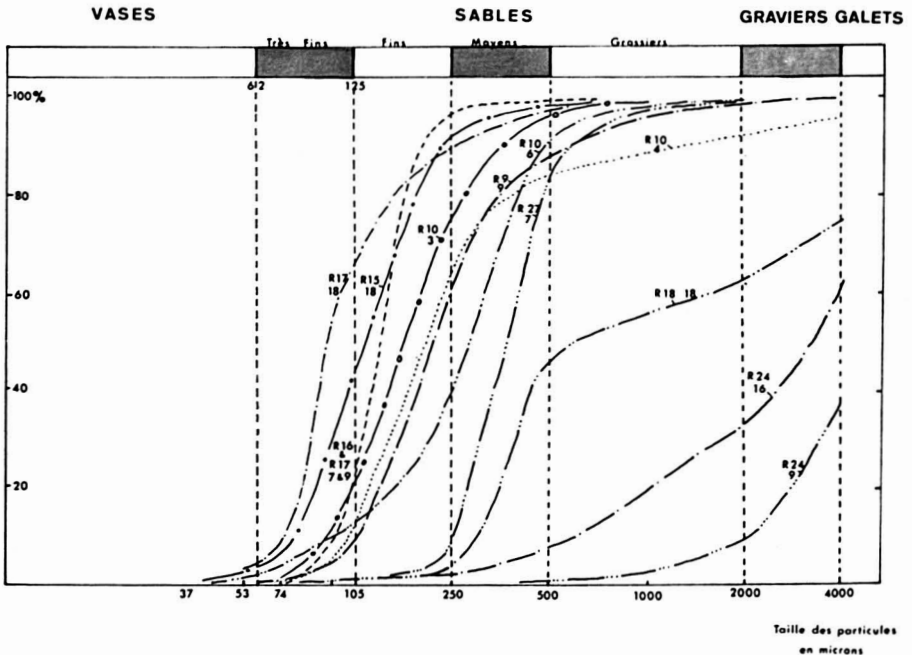


FIGURE 3. Granulométrie des sédiments de diverses stations (suite). Stations transitoires dominantes.

En deuxième lieu, dans l'appendice III nous avons ajouté des prélèvements provenant de zones plus profondes, d'abord pour tenter de définir la marge de contact des sables fins terrigènes avec les biocénoses plus profondes, et ensuite de dégager, éventuellement, les animaux intrusifs de ces derniers biotopes au sein des sables fins terrigènes. Nous avons donc dans cet appendice III, d'une part, une première série de prélèvements (12) originaires de l'horizon des sables fins bien calibrés et quasiment typiques. D'autre part, une seconde série de prises (8) qui proviennent de zones marginales où les sables fins bien calibrés entrent en contact avec un peuplement plus profond. Nous avons, dans l'appendice III, indiqué cette articulation faunistique à l'aide de cases qui englobent les animaux suivant leur répartition bathymétrique préférentielle. Nous nous sommes basés pour cela sur le critère « présence ». Enfin, deux prélèvements faits à 36 mètres de fond, en continuité topographique et bathymétrique avec des prélèvements apparaissant dans ce même appendice, nous indiquent que les animaux qui apparaissent comme intrusifs dans la zone marginale, ont une extension beaucoup plus large. Remarquons dès à présent, qu'un seul individu des espèces caractéristiques exclusives (voir plus loin) des sables fins terrigènes a été recueilli dans ces deux derniers prélèvements (cf. tableau IV). D'autre part, ces deux derniers dragages ne sont pas totalement analysés ici afin de ne pas allonger et alourdir les listes. En effet, ils comptent en réalité 57 et 61 espèces, et ils présentent dans leur composition faunistique, par rapport aux vingt autres dragages, respectivement 31 et 37 espèces communes.

Dans les appendices I et II, nous voyons un hiatus de distribution entre l'aspect des sables fins bien calibrés et celui des sables fins de hauts niveaux. Ce hiatus est imputable aux techniques utilisées et non à la répartition des animaux : en effet, en ce qui concerne la faune vagile des sables fins des hauts niveaux, le fauchoir (maille de 0.65 mm) a été utilisé alors que dans l'horizon des sables fins bien calibrés seuls les chaluts (maille de 0.5 cm) ont travaillé. Dans le premier cas, les espèces de petite taille peuvent être capturées alors qu'elles échappent au chalut. Pour l'endofaune, le phénomène est inverse : dans les hauts niveaux, la bêche ne permet pas la capture des animaux mobiles, alors que dans l'aspect des sables fins bien calibrés la drague (maille de 0.65 mm), tout en récoltant l'endofaune, s'oppose à la fuite des organismes vagiles qui y ont pénétré. Toutefois, dans les deux types de peuplements, les méthodes utilisées sont complémentaires et permettent donc une estimation de la répartition globale des espèces vivant à ces niveaux.

ASPECT QUALITATIF

Dans l'état actuel de nos connaissances sur l'écologie des peuplements benthiques du golfe du Saint-Laurent, et d'après les données que j'ai recueillies sur les biocénoses plus profondes de cette même région (178 dragages au total), je considère actuellement certaines espèces comme caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes.

TABLEAU IV

Répartition des espèces caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes dans les eaux gaspésiennes

Espèces	Données issues du tableau III de l'appendice (22 prélèvements*)		Données issues des autres prélèvements faits par dragage dans la baie des Chaleurs (156 prélèvements).		
	Présence / 22	Nombre d'individus	Présence / 156*	Nombre d'individus	Stations où l'espèce a été récoltée
<i>Lamprops quadriplicata</i>	15	315	6	127	Radiale 5 Dc 18 – 5 Ds 18 – 5 Dc 73 Radiale 21 Dc 22 – 21 Dc 36 – 6 Dc 27
<i>Edotea triloba</i>	14	537	5	52	Radiale 28 Dc 13 – 21 Dc 22 – 21 Dc 36 Radiale 41 Dc 36 – 25 Dc 9
<i>Mesodesma arctatum</i>	13	116709	1	2	Radiale 19 Dc 13 (Sable et roches)
<i>Nassarius trivittatus</i>	13	374	5	178	Radiale 28 Dc 13 – 21 Dc 22 – 29 Dc 7 – 23 Dc 44 Radiale 25 Dc 9.
<i>Leptocuma minor</i>	10	275	1	4	Radiale 28 Dc 13.
<i>Tmetonyx nobilis</i>	10	155	5	33	Radiale 21 Dc 22 – 18 Dc 51 – 18 Dc 36 – 27 Dc 18 – 19 Dc 13
<i>Pagurus acadianus</i>	9	32	5	20	Radiale 28 Dc 13 – 21 Dc 22 – 27 Dc 18 Radiale 39 Dc 36 – 5 Dc 18.
<i>Chiridotea tuftsi</i>	8	54	3	19	Radiale 21 Dc 22 – 18 Dc 36 – 28 Dc 13.
<i>Ensis directus</i>	7	29	1	3	Radiale 21 Dc 22 (Pointe Miscou)
<i>Tellina agilis</i>	6	14	1	25	Radiale 28 Dc 13 (Baie de Shippigan)
<i>Ischyrocerus minutus</i>	5	81	—	—	
<i>Amphiporeia lawrenciana</i>	2	37	—	—	
<i>Spisula solidissima</i>	2	12	—	—	
<i>Siliqua costata</i>	2	3	—	—	
<i>Mancocuma stellifera</i>	● Voir tableau II de l'appendice		—	—	
<i>Neomysis americana</i>	● Voir tableau II de l'appendice		—	—	
<i>Mysis gaspensis</i>	● Voir tableau II de l'appendice		—	—	
Nombre total d'individus		119091 dont 1 récolté à plus de 25 mètres de fond.		463 dont 33 récoltés à plus de 25 mètres de fond.	* En réalité, seuls 16 prélèvements sur les 156 présentent des espèces caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes.

Avant de citer ces espèces caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes, il me faut rappeler la définition suivante : les « espèces caractéristiques exclusives » sont des espèces qui, quelle que soit leur abondance, sont pratiquement localisées dans les stations référables à la biocénose. Ces mêmes espèces retrouvées en dehors de leur biotope originel, soit à l'état de vitalité réduite, soit à l'état juvénile — donc incapable de se reproduire — constituent les espèces accidentelles des autres biocénoses.

La liste des espèces caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes apparaît dans le tableau IV.

Actuellement, nous avons fait 179 dragages dans la baie des Chaleurs. Or ici, pour la définition de la faune propre à l'aspect des sables fins terrigènes, nous n'avons eu recours qu'à 22 dragages (voir tableau III de l'appendice) parmi lesquels certains constituent sans conteste des biotopes marginaux où la faune typique des sables fins terrigènes subit un recul (*Lamprops quadriplicata*, *Edotea triloba*, *Chiridotea tuftsi*, etc. . . et où s'établissent certaines espèces originaires d'un autre type de peuplement (*Synidotea nodulosa*, *Spisula polynyma*, divers cumacés, etc. . .).

Dans les 22 prélèvements utilisés pour définir la faune caractéristique exclusive de l'horizon des sables fins bien calibrés, nous avons recueilli 119,091 individus appartenant à cette catégorie. Dans les 156 prélèvements restant et que nous avons étudié afin de définir la faune propre des autres biocénoses, nous n'avons trouvé que 463 individus appartenant à la faune caractéristique exclusive des sables fins terrigènes, et seulement 33 individus ont été capturés à plus de 25 mètres de fond. Ceci nous indique donc nettement que ces espèces vivent exclusivement dans la biocénose des sables fins terrigènes dont elles débordent occasionnellement dans les biotopes marginaux. Ceci est confirmé par l'observation suivante : sur les 463 individus des espèces caractéristiques exclusive des sables fins terrigènes, et seulement 33 individus ont été capturés à plus de 25 mètres de fond comme nous venons de le dire, et, d'autre part, nous devons remarquer que de nombreux individus de ces espèces caractéristiques proviennent soit de la station 21 Dc 22 (8 espèces et 87 individus) soit de la station 28 Dc 13 (6 espèces et 204 individus). Or ces stations constituent elles-mêmes des zones de transition entre les sables fins terrigènes et les peuplements plus profonds. Enfin, à plus de 25 mètres de fond, les 33 individus récoltés représentent 0.027% du nombre des individus des espèces caractéristiques exclusives capturés dans les biotopes typiques ou dans les zones transitoires avec les peuplements plus profonds.

Dans le cas précédent, les individus des espèces caractéristiques exclusives qui figurent dans les tableaux I et II de l'appendice, n'ont pas été pris en considération. Ils sont au nombre de 20,215. Ceci nous donne un total de 139,735 individus appartenant aux espèces caractéristiques exclusives contre 34 individus (voir tableau IV) de ces mêmes espèces ayant la valeur d'espèces

TABLEAU V

Aspect semi-quantitatif des sables fins terrigènes de la baie des Chaleurs

		Faune vagile Faune Vagile des SFHN F. 1 SFHN à Ch. SFHN (appendice I)	Endofaune			
			Aspect des SFHN Db. 1 à Ds 1 SFHN (appendice II)	Aspect des SFBC R. 1 Dc 6 à R. 27 Dc 7 (appendice III)	Aspects marginaux R. 18 Dc 18 à R. 4 Dc 18 (appendice III)	
					Prélèvement R. 17 Dc 18 exclu	
Volume traité - m ³ ou litres -		21 m ³ pour la totalité des fauchages	250 1 de sédiment	435 1 de sédiment	461 1 de sédiment	412 1
Volume traité - m ³ ou litres -		5055	17040	132300	6111	3299
Nombre d'individus dans 50 litres		X	2434	15207	661	400
<i>Mesodesma</i>	Total	présente mais non retenus	14613	116509	200	4
	%		85.75%	88.00%	3,27%	0.1%
<i>arctatum</i>	50 1		2087	13392	22	x
<i>Echinarachnius</i>	Total	présente à la limite inférieure (559)	224	10205	2723	723
	%		1.31%	7.71%	44.56%	22.0%
<i>parma</i>	50 1		32	1173	895	87
Autres espèces dont :		4496	2203	5586	3188	2176
Cumacés	Total	1859 dont 1501 <i>Manc.</i>	435	2097	445	189
	%	36.87% 29.69%	2.55%	1.58%	7.28%	5.73%
Isopodes	Total	42	255	574	32	27
	%	0.8%	6.23%	0.43%	0.5%	0.8%
<i>Neomysis</i>	Total	1791	0	14	0	0
	%	35.43%	0	x	0	0

Total : nombre total d'individus de l'espèce considérée dans les divers prélèvements.

% : pourcentage représenté par les individus de l'espèce considérée par rapport au peuplement total *i.e.* dominance moyenne de l'espèce.50 1 : nombre moyen d'individus de l'espèce considérée dans 50 litres de sédiment quelle que soit sa présence *i.e.* abondance moyenne dans 50 litres de sédiment.

accidentelles, soit 0.024%. C'est-à-dire que sur 10,000 individus appartenant aux caractéristiques exclusives, 2 ont été réellement recueillis en dehors de leur biotope. Même si nous faisons abstraction de l'espèce *Mesodesma arctatum* qui est représentée par un total de 131,322 individus, les autres espèces caractéristiques exclusives totalisent 8,413 individus vivant à leur place normale, contre 34 individus situés en dehors de leur milieu, soit 0.40%.

À ces espèces caractéristiques exclusives, il convient d'adjoindre les espèces préférentielles de la biocénose : ce sont des espèces dont la présence est plus importante dans la biocénose que dans les autres types de peuplement. Si leur présence est sensiblement similaire dans deux biocénoses, leur nombre alors, pour un même volume (abondance moyenne), doit être nettement supérieur dans la biocénose dont elles sont préférentielles. Leur présence doit être double dans la biocénose préférentielle, ou si les présences dans deux biocénoses sont voisines, l'abondance de ces espèces dans la biocénose dont elles sont préférentielles doit être au moins le double de l'abondance qu'elles ont dans les autres biocénoses. Il ne faut pas confondre cette notion d'espèces préférentielles avec celle d'espèces caractéristiques préférentielles (Picard, 1965) qui bien que plus précise, peut théoriquement (Ledoyer, 1968), dans certains cas, induire en erreur en ce qui concerne la répartition globale de l'espèce dans divers peuplements. En effet, les espèces caractéristiques préférentielles d'une biocénose sont celles qui, étant présentes dans au moins quatre stations sur dix, ont une dominance moyenne (% des individus de l'espèce par rapport au nombre total d'individus vivant dans le peuplement) supérieure au moins du double de ce qu'elles ne l'ont dans les autres biocénoses. Il est évident que de telles notions devraient, finalement, être définies d'après des études statistiques portant sur un grand nombre de données comparables.

Les espèces préférentielles des sables fins terrigènes (tableau VI) sont les suivantes :

Phoxocephalus holbolli, *Monoculodes edwardsi*, *Monoculopsis longicornis*, *Hippomedon serratus* (Amphipoda) ; *Diastylis politus* (Cumacea) ; *Mysis stenolepis* (Mysidacea) ; *Lunatia heros* (Mollusca) ; *Echinarachnius parma* (Echinodermata). Ces espèces vivent fréquemment et abondamment au sein des sables fins terrigènes, mais débordent dans les peuplements sableux plus profonds : ce sont des espèces qui sont liées à la présence d'une forte teneur en sable dans le sédiment. Nous verrons ultérieurement, (peuplements littoraux de la baie des Chaleurs) la signification qu'il conviendra plus précisément de leur attribuer.

ASPECT SEMI-QUANTITATIF

Semi-quantitativement, nous voyons sur les tableaux faunistiques (appendice I, II et III) que certaines espèces, au sein des sables fins terrigènes, présentent de très fortes populations, et ont des dominances telles que le reste du peuplement se trouve masqué par ces fortes populations. L'espèce la plus

remarquable à cet égard est sans conteste *Mesodesma arctatum* qui dans les sables fins de hauts niveaux représente 85.75% du peuplement, et qui dans l'horizon des sables fins bien calibrés constitue 88% du peuplement (voir tableau IV). Dans les biotopes marginaux cet animal régresse considérablement. L'échinoderme *Echinarachnius parma* est la seconde espèce du peuplement. Toutefois sa dominance numérique apparaît faible comparativement à celle prise par *Mesodesma arctatum*. Remarquons que dans les biotopes marginaux, du fait de la régression des *Mesodesma*, *Echinarachnius* devient dominant dans le peuplement bien que son abondance moyenne soit inférieure à celle qu'il a dans l'horizon des sables fins bien calibrés. Ce sont d'ailleurs des phénomènes de cet ordre qui justifient la distinction qu'il convient de faire entre les espèces caractéristiques exclusives et les espèces préférentielles. Nous avons parlé de cette distinction précédemment.

Incidences des données acquises sur certains problèmes généraux

SABLES FINS DE HAUTS NIVEAUX ET DES SABLES FINS BIEN CALIBRÉS

Au début de cette étude, nous avons vu que les sables fins terrigènes avaient été scindés en deux biocénoses par Pérès et Picard (1964) en ce qui concerne la Méditerranée. Dans le cas de la région que nous avons prospectée ici, et à partir des données recueillies, il est impossible de faire une telle distinction. Par contre, l'ancienne biocénose des sables fins terrigènes présente deux horizons. Le premier qui correspond aux sables fins de hauts niveaux est caractérisé par la présence du cumacé *Mancocuma stellifera* et des mysidacés *Neomysis americana* et *Mysis gaspensis*. Ces espèces, en effet, vivent uniquement dans les tous premiers mètres et ne se retrouvent plus dans l'horizon des sables fins bien calibrés (voir I, II et III de l'appendice). Toutefois, en ce qui concerne le mysidacé *Mysis gaspensis* il n'est pas encore possible de définir sa zone préférentielle : l'espèce vit-elle dans les biotopes euryhalins et est-elle intrusive dans l'horizon des sables fins de hauts niveaux (voir tableau II de l'appendice) ou inversement ? D'autre part, O. S. Tattersall (1954) a trouvé *Mysis gaspensis* fréquemment dans les estuaires.

Quant aux autres espèces (polychètes exclues, car non déterminées), aucune ne semble inféodée aux sables fins de hauts niveaux. Toutes au contraire, sont beaucoup plus fréquentes et plus abondantes dans l'aspect des sables fins bien calibrés (voir tableau V et comparer l'appendice I et II). Les actions hydrodynamiques (abrasion par la glace l'hiver, et action de la houle lorsque la mer est libre) régnant dans les premiers mètres, s'opposent certainement à la remontée et à l'établissement des animaux vivant à la surface des sédiments (*Echinarachnius parma*, etc . . .) ; seuls, les *Mesodesma arctatum* se trouvent de façon fréquente et notable dans ces hauts niveaux ; mais, dans ce cas, il semble qu'il faille plutôt envisager une remontée de l'espèce due à l'action des vagues qui entraîne le rejet à la grève, et, probablement, la destruction d'une partie de la population.

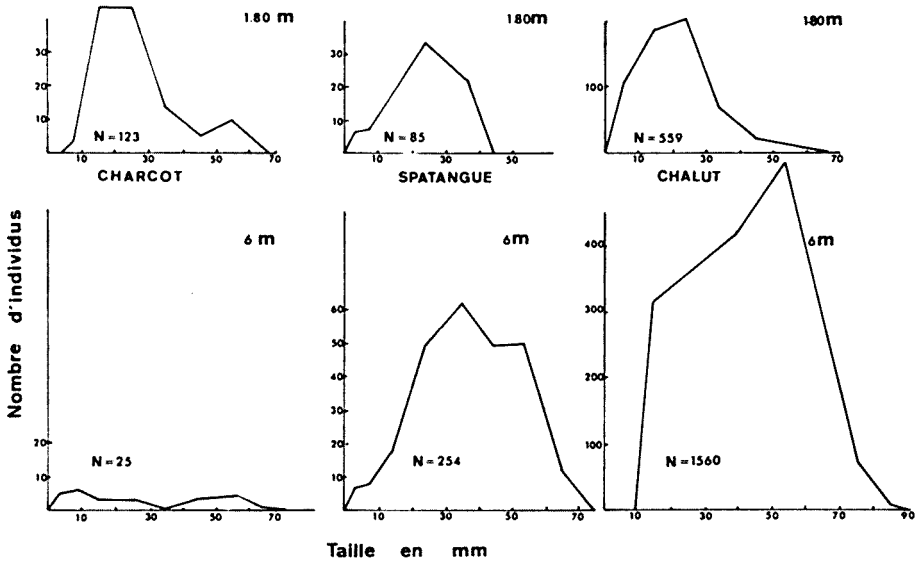


FIGURE 4. Répartition d'*Echinarachnius parma* aux abords de Grande-Rivière en fonction de la taille, des techniques et de la profondeur.

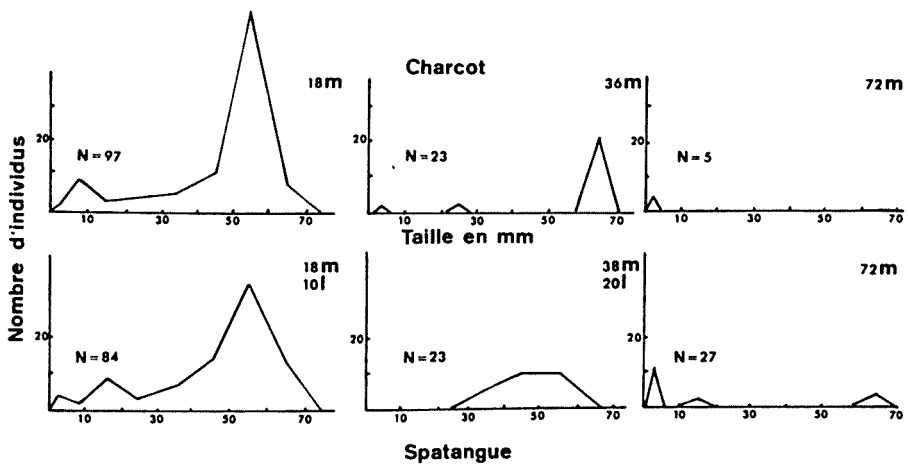


FIGURE 5. Répartition d'*Echinarachnius parma* à l'Anse-à-Beaufils en fonction de la taille, des techniques et de la profondeur.

FACTEURS DE LA DISTRIBUTION DE L'ÉCHINODERME *Echinarachnius parma*

Cette espèce pose un problème de distribution. Dans la zone étudiée, elle est indiscutablement liée aux sables fins terrigènes (voir figure 4 et 5). Toutefois, notons que Nesis (1962) signale, aux abords de Terre-Neuve, une biocénose à *Echinarachnius parma* de 50 à 100 mètres et un complexe à *Ophiura sarsi* et *Echinarachnius parma* de 100 à 150 mètres. Malheureusement, il ne donne aucune indication sur la granulométrie de ces fonds. De même, Kuznetsov (1961), dans le golfe du Kamtschatka, a décrit une communauté à *Echinarachnius parma* sur des fonds de sables fins de 20 à 100 mètres de fond.

Ce n'est pas d'après des critères thermiques qu'il est possible d'expliquer la répartition d'*Echinarachnius parma*. Cet Échinoderme vit, aux abords de Terre-Neuve, sur des fonds de 50 à 100 mètres présentant approximativement les mêmes caractéristiques thermiques (Canadian Oceanographic Data Center) que celles du détroit de Gaspé où, généralement, aux environs de 30 mètres de profondeur (Lauzier *et al.*, 1957) les eaux ne semblent pas dépasser la température de 5°C. Une thermocline s'ébauche en surface, en juillet, et, va subir un enfoncement, lié au réchauffement de la masse d'eau, jusqu'en octobre où elle atteint 20 à 30 mètres. Or, la couche d'eau superficielle dans la baie des Chaleurs subit, annuellement, des fluctuations importantes (-1° à 15°C) et c'est à ces niveaux que vivent les fortes populations d'*Echinarachnius parma*.

D'autre part, notons que, généralement, aux environs de 30 mètres, nous passons des peuplements de caractère boréal aux peuplements à tendance sub-arctique (*Macoma calcarea*, *Astarte elliptica*, *Yoldia* diverses, *Thyasira gouldi*, etc...). La région constitue une zone où il y a affrontement de peuplements d'origines biogéographiques différentes.

BIOCÉNOSE LAGUNAIRE EURYHALINE ET EURYTHERME (L.E.E.) ET
BIOCÉNOSE DES SABLES VASEUX DE MODE CALME (S.V.M.C.)

Dans le présent travail, ce(s) type(s) de biotope(s) n'a pas été suffisamment étudié pour que nous puissions aboutir à des conclusions précises. Notons toutefois la présence d'espèces telles que : *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Hydrobia minuta*, *Corophium insidiosum* et *Jaera marina* « *sensu lato* ». Certaines espèces à distribution plus étendue : *Gammarus oceanicus* et *Crangon septemspinus* constituent un fort élément accompagnateur de ces types de fonds ; la première espèce est surtout cantonnée aux très hauts niveaux des sables fins terrigènes, ainsi qu'aux premières zones algales des Algues photophiles, et sa distribution semble surtout régie par la présence d'algues ou de débris végétaux en épave sur les substrats meubles. Par contre, *Crangon septemspinus* paraît inféodé aux substrats meubles infralittoraux.

Dans le cas du prélèvement Db 2 lagunaire (appendice I), *Macoma balthica* et *Mya arenaria* sont présentes simultanément dans un biotope lagunaire

dépourvu de vase dont la fraction sableuse est de calibre moyen (figure 2). Généralement, de tels peuplements correspondent à des vases sableuses (Péres, 1967). *Macoma balthica* apparaît aussi en nombre important dans des biotopes référentiels à des sables fins de hauts niveaux évoluant vers les sables vaseux de mode calme (prélèvements Db 3 S.F.H.N. et radiale 10 Dc 3) ; ces biotopes se situent dans l'axe d'écoulement de la Grande Rivière et sont protégés des fortes actions hydrodynamiques par les jetées du port (figure 1). J'ai pu observer fréquemment et en grande quantité cette même espèce dans les parties vaseuses de la lagune de la Malbaie et de l'embouchure de la Grande Rivière. Dans le cas de cet animal, ce serait, avant tout, l'euryhalinité du milieu qui semblerait jouer un rôle prépondérant, ce mollusque supportant des sédiments vaseux ou sableux. Ceci est en accord avec les données de divers auteurs dont Thorson (1957).

Quoiqu'il en soit, il est probable que la distinction entre la biocénose des sables vaseux de mode calme et celle des lagunes euryhalines et eurythermes restera difficile à établir dans nos régions, vu la pauvreté spécifique de ces zones.

ÉTAGE INFRALITTORAL ET ÉTAGE CIRCALITTORAL DANS LES BIOTOPES DE SUBSTRAT MEUBLE

Dans la région étudiée, l'absence d'herbier de phanérogames au sein des zones typiquement marines, pose le problème de la délimitation entre les étages infralittoral et circalittoral dans les biotopes de substrat meuble. En effet, nous voyons qu'il existe bathymétriquement, une certaine continuité faunistique (appendice III) ; des espèces qui apparaissent dans les sables fins terrigènes fréquemment et abondamment (tableau VI), ont une répartition qui déborde largement dans les biotopes sableux plus profonds contigus aux sables fins terrigènes. Toutefois ces mêmes espèces n'empiètent pas dans les biotopes plus envasés. Ce sont donc des espèces dont la répartition est liée à un sédiment sableux (espèces sabulicoles). Parmi celles-ci : *Monocolodes edwardsi*, *Monocloopsis longicornis*, *Phoxocephalus holbolli*, *Diastylis politus* et à un degré moindre *Echinarachnius parma* sont préférentielles des sables fins terrigènes, alors que le cumacé *Diastylis sculptus* et l'isopode *Synidotea nodulosa* paraissent originaires des biotopes sableux plus profonds (tableau VI). Ces espèces d'autre part, sont des animaux mobiles, donc susceptibles d'effectuer certains déplacements. Ainsi, l'absence d'herbier de phanérogames a pour résultat de créer une zone de contact entre l'étage infralittoral et l'étage circalittoral difficile à définir en ce qui concerne les biotopes de substrat meuble. Ces herbiers bordent souvent, dans leur partie profonde, les sables fins bien calibrés des mers tempérées et chaudes, et constituent ainsi une zone de discontinuité entre les biocénoses de substrat meuble infralittorales et les biocénoses de substrat meuble circalittorales.

Dans le cas des mers dépourvues d'herbiers de phanérogames, on admet généralement que la limite entre ces deux étages se situe au niveau des ceintures de grandes Laminaires. Dans la région considérée, l'étude des passages latéraux vers les substrats durs permet une estimation approximative de l'amplitude bathymétrique de l'étage infralittoral. Il semble que le passage de l'étage infralittoral à l'étage circalittoral, dans les biotopes de substrat dur orientés suivant une pente similaire à celle des biotopes de substrat meuble, se situe entre 10 et 20 mètres (données personnelles inédites). Ceci corrobore la limite inférieure (basée sur la constitution faunistique du peuplement) que nous avons attribuée à la biocénose des sables fins terrigènes — 12 à 18 mètres — et indiquée par l'apparition d'espèces telles que *Spisula polynyma*, *Polinices immaculatus*, dominance de *Diastylis sculptus* sur *Diastylis hispinosus*, etc. . . (voir appendice III).

D'après nos données, le peuplement des sables fins terrigènes est représenté de façon typique dans les biotopes à sédiments bien calibrés s'étendant jusqu'à une quinzaine de mètres de fond et dont la fraction de sédiment inférieure à 125 microns (vase et sables très fins) ne dépasse pas 45 à 50% en poids, tandis que la fraction inférieure à 62 microns (vase et argiles) ne constitue pas plus de 10% de la totalité du sédiment (figures 2 et 3).

TABLEAU VI

Répartition de quelques espèces au sein des sables fins terrigènes
et dans les biotopes marginaux
(d'après l'appendice III)

Espèces	Sables fins terrigènes 6 à 11 mètres		Biotopes marginaux 15 à 30 mètres	
	Présence ramenée à 10	Abondance moyenne dans 50 litres	Présence ramenée à 10	Abondance moyenne dans 50 litres
<i>Monoculodes edwardsi</i>	6.66	50.91	7	6.19
<i>Monoculopsis longicornis</i>	4.16	5.63	4	0.86
<i>Phoxocephalus holbolli</i>	9.16	35.62	6	3.47
<i>Hippomedon serratus</i>	3.33	0.80	2	2.71
<i>Diastylis politus</i>	9.16	167.81	3	6.84
<i>Diastylis sculptus</i>	5	5.86	7	20.54
<i>Lamprops quadriplicata</i>	8.33	34.94	4	1.19
<i>Echinarachnius parma</i>	9.16	1173	8	895.
<i>Synidotea nodulosa</i>	0.80	0.11	3	1.41

Comparaison des peuplements de la baie des Chaleurs et
de ceux de la Méditerranée occidentale

ASPECT QUALITATIF

Il est très intéressant d'étudier les homologies faunistiques existant entre le peuplement des sables fins terrigènes de ces deux régions.

Baie des Chaleurs

Mesodesma arctatum
Tellina agilis
Ensis directus
Siliqua costata
Nassarius trivittatus
Spisula solidissima
Lunatia heros

Crangon septemspinus
Cancer irroratus
(accompagnatrice)
Pagurus acadianus

Neomysis americana

Edotea triloba
Chiridotea tuftsi

Mancocuma stellifera
(hauts niveaux)
Leptocuma minor
Diastylis politus
Lamprops quadriplicata

Amphiporeia lawrenciana
Hippomedon serratus
Monoculodes edwardsi
Monoculopsis longicornis
Tmetonyx nobilis
Ischyrocerus minutus

Echinarachnius parma
Asterias vulgaris
(accompagnatrice)

Méditerranée occidentale

MOLLUSQUES

Lentidium mediterraneum, *Spisula subtruncata*
Tellina tenuis, *fabuloides*, *nitida* et *pulchella*
Ensis siliqua, *Solen marginatus*
Pharus legumen
Nassa pygmaea, *Nassa mutabilis*
Mactra corallina
Cyclonassa donovani, *Neverita josephina*

DECAPODES

Crangon crangon (aspect dessalé)
Macropipus barbarus

Diogenes pugilator

MYSIDACÉS

Mesopodopsis slabberi

ISOPODES

Idothea linearis
Chiridoteidae indéterminé (localement)

CUMACÉS

Cumopsis longipes, *C. goodsiri* (dessalure)
(hauts niveaux)
Eocuma ferox
Pseudocuma longicornis, *Iphinoe douniae*

AMPHIPODES

Ampelisca brevicornis, *Atylus andrusovi*?
Urothoe pulchella, *grimaldi*, *Pariambus typicus*
Bathyporeia guilliamsoniana
Hippomedon massiliensis
Perioculodes longimanus
Pontocrates arenariius « sensu lato »

ECHINODERMES

Echinocardium cordatum
Astropecten johnstoni, *bispinosus* (localement)

Dans ces deux listes nous avons indiqué les espèces les plus remarquables des deux peuplements : espèces caractéristiques exclusives, et espèces accompagnatrices. La comparaison de ces deux listes se suffit à elle même pour mettre en évidence les homologies faunistiques des sables fins terrigènes de ces deux mers, même, si parfois, certaines espèces n'appartiennent pas au même genre.

Par rapport au nombre total d'individus récoltés, signalons que les individus des espèces mentionnées sur ces listes constituent, dans le cas du golfe du Saint-Laurent (tableau IV), 97.42% du peuplement ; en Méditerranée (d'après les données de Picard (1965), tableaux de définition des sables fins de hauts niveaux et des sables fins bien calibrés), les individus des espèces notées sur la liste ci-dessus constituent 58.7% du peuplement. Toutefois, en Méditerranée, la totalité des espèces caractéristiques des sables fins terrigènes (sables fins de hauts niveaux et sables fins bien calibrés) constitue 93% des individus recueillis à ces niveaux (Picard 1965, figure 10). Nous voyons donc que dans ces deux mers, le degré de caractérisation des sables fins terrigènes est sensiblement similaire. La différence essentielle réside dans une diversité spécifique plus restreinte des eaux de la baie des Chaleurs : en effet, 18% des espèces (polychètes exclues) citées dans l'appendice III et la liste complémentaire à ce même appendice sont caractéristiques dans le golfe, alors qu'en Méditerranée, 35% des espèces présentes (polychètes incluses) dans les tableaux publiés par Picard (1965) sont caractéristiques des sables fins terrigènes. Or dans les deux cas, ces listes comportent environ 150 espèces³.

Cette homologie est encore plus remarquable si nous considérons qu'en Méditerranée (Ledoyer, 1969) *Cumopsis longipes* apparaît comme la seule espèce vagile nettement inféodée à l'horizon des sables fins de hauts niveaux. Dans la baie des Chaleurs, c'est aussi le Cumacé *Mancocuma stellifera* qui est nettement inféodé à cet horizon.

Donc, la composition du peuplement de ce type de fond, dans les deux mers est étonnamment identique : la dynamique des espèces et l'équilibre qui s'établit entre elles, obéissent très certainement aux mêmes facteurs tandis

³ Dans le cas de la baie des Chaleurs où nous rencontrons approximativement le même nombre d'espèces qu'en Méditerranée, j'ai inclus certains prélèvements qui ne sont référables qu'en partie aux sables fins terrigènes (zone de mélange, zone de contact etc...). Pour la Méditerranée, Picard (1965) traite de fonds bien reconnus, et par définition, non soumis à des apports faunistiques d'autres biotopes. Aussi, dans le cas de la baie des Chaleurs, nous ne devons pas oublier que si nous ne prenions que les cas où le peuplement des sables fins terrigènes est pur, le nombre d'espèces décroîtrait ; par contre, le pourcentage des espèces caractéristiques par rapport au nombre total d'espèces croîtrait. Cependant, il n'en demeurerait pas moins vrai que la diversité spécifique du golfe apparaîtrait plus restreinte comparativement à la Méditerranée.

que les rapports proies-prédateurs sont probablement semblables. La notion de vicariance ici, s'étend à la totalité du peuplement.

Chacune de ces espèces, naturellement, possède ses propres exigences, et un seul prélèvement ne présentera pas tous ces divers animaux. À ce sujet, il faut mettre en évidence trois cas : 1) l'Amphipode *Amphiporeia lawrenciana* n'a été récolté qu'aux abords de Grande-Rivière. Ceci n'est pas sans rappeler le cas de l'amphipode *Bathyporeia guilliamsoniana* qui, en Méditerranée, a une répartition très locale. Dans de tels cas, il serait intéressant de rechercher plus précisément le (ou les) facteur(s) déterminant la répartition de l'espèce dans la biocénose. Inversement, *Pagurus acadianus* (*P. bernhardus* d'après Makarov, 1962) se trouve dans de nombreux biotopes référables aux sables fins terrigènes, mais, par contre, il ne semble pas présent aux abords immédiats de Grande-Rivière. 2) le Mollusque lamelibranche *Spisula solidissima* n'a été capturé (formes juvéniles) que le long de la côte du Nouveau-Brunswick. Cette espèce semble être à la limite de son extension géographique vers le nord sur la côte du Nouveau-Brunswick dans la baie des Chaleurs. Inversement, *Mesodesma arctatum* semble plus fréquent le long de la côte gaspésienne de la baie des Chaleurs. 3) enfin, dans le cas des Mollusques fousseurs de grande taille (*Spisula solidissima*, *Mesodesma arctatum*, *Ensis directus*), ce sont toujours de jeunes ou de très jeunes individus qui sont recueillis ; seules, les valves des adultes morts sont occasionnellement prises dans la drague : il n'en est évidemment pas tenu compte dans les tableaux faunistiques. La compacité du sédiment de ces fonds s'oppose très certainement, à une pénétration efficace de la drague, ce qui empêche la capture des adultes vivant probablement assez profondément enfouis. Seule la plongée, ou l'utilisation d'une suceuse, permettrait de déterminer si les adultes se tiennent à ces mêmes niveaux. D'ailleurs des études faites en Méditerranée dans les sables fins bien calibrés (Reys et True, 1966) ont montré que le rendement de la suceuse était 70 fois supérieur à celui de la drague Charcot pour une même surface d'attaque, le volume traité étant seulement 20 fois plus important.

ASPECT SEMI-QUANTITATIF

Nous avons vu précédemment (tableau V) que le peuplement des sables fins terrigènes de la baie des Chaleurs était, avant tout, constitué par une forte population de lamelibranches (*Mesodesma arctatum* principalement), puis par l'échinoderme *Echinarachnius parma*.

Si nous prenons les données de Picard (1965), recueillies en Méditerranée, ce sont les Mollusques *Lentidium mediterraneum* pour l'aspect des sables fins de hauts niveaux, et *Spisula subtruncata* pour l'horizon des sables fins bien calibrés qui constituent la base du peuplement (tableau VIII). Toutefois, ces espèces ne masquent pas de façon aussi nette que dans la baie des

Chaleurs le reste de la zoocénose. Les Échinodermes, par contre, sont mal représentés. Cependant, dans certains biotopes de la Méditerranée occidentale, référables aux sables fins terrigènes, *Echinocardium cordatum*, *Astropecten johnstoni* et *Astropecten bisrinus* peuvent être abondamment récoltés, mais ces types de fonds n'apparaissent pas dans les tableaux de définition des biocénoses publiés par Picard (1965).

TABLEAU VII

Endofaune des sables fins terrigènes de Méditerranée¹

Nombre moyen d'individus par prélèvement de 50 litres (10 prélèvements)					
		Aspect des S.F.H.N.		Aspect des S.F.B.C.	
Mollusques	%	84%		53%	
dont					
<i>Lentidium mediterraneum</i>		239	68.86%	45	2.64%
<i>Spisula subtruncata</i>		absent		384	22.55%
<i>Nassa pymaea, mutabilis</i>		absent		109	6.46%
<i>Cumopsis longipes</i>		12	3.51%	0.8	0.04%
<i>Eocuma ferox, Iphince douniae, Pseudocuma longi.</i>		absent		252	14.76%
Individus dans 50 litres		347		1704	

¹ D'après les données de Picard, 1965.

TABLEAU VIII

Rapport numérique entre le nombre d'individus récoltés dans l'endofaune des deux aspects des sables fins terrigènes, dans la baie des Chaleurs et la Méditerranée

Nombre moyen d'individus dans 50 litres de sédiment					
		Aspect des S.F.H.N.		Aspect des S.F.B.C.	
Nombre d'individus		347		1704	
Méditerranée					
Rapports		1		4.9	1
Rapports		7	1	6.2	9
Baie des Chaleurs					
Nombre d'individus		2434		15207	

Enfin, dans la baie des Chaleurs, le peuplement des sables fins terrigènes est environ 8 fois plus riche en individus qu'en Méditerranée. Toutefois, l'accroissement numérique de la population entre l'horizon des sables fins de hauts niveaux et celui des sables fins bien calibrés est sensiblement similaire en Méditerranée et dans la baie des Chaleurs (tableau VIII).

Les variations saisonnières dans les sables fins terrigènes

Des prélèvements faits au cours du mois de mars 1970 et non analysés ici, nous ont montré que le peuplement demeurerait stable. Seuls *Chiridotea tuftsi* et *Edotea triloba* sont moins bien représentés. D'autre part *Mesodesma arctatum* subit un recul (voir prélèvement Db 4, appendice I) dans la frange superficielle (action des glaces ?) mais l'espèce subsiste de façon aussi significative que l'été, dès que le fond atteint environ 2 mètres.

Nouvelles signalisations

L'étude des types de fonds référables aux sables fins terrigènes nous amène à signaler diverses espèces nouvelles pour la baie des Chaleurs, ou même pour le golfe du Saint-Laurent. Nous avons trouvé les cumacés suivants: *Lamprops fuscata* G. O. Sars, *Leptocuma minor* Calman, *Diastylis sculptus* G. O. Sars (non signalé depuis Whiteaves, 1901 du détroit de Northumberland), *Mancocuma stellifera* Zimmer. Ajoutons l'isopode *Edotea triloba* (Say), non signalé depuis Whiteaves - détroit de Northumberland - sous le nom d'*Epelys montosus*.

Nous n'avons pas pu aboutir à la distinction entre les espèces *Mesodesma arctatum* et *Mesodesma deauratum*. Tous les individus vivant que nous avons récoltés étant juvéniles ; les quelques valves d'adultes morts que nous avons draguées appartenaient sans conteste (Davis, 1965) à l'espèce *Mesodesma arctatum* (Conrad).

Enfin, l'espèce *Monoculodes edwardsi* Holmes sera incessamment redécrite et comparée à l'espèce *Monoculodes crassirostris* (Hansen) avec laquelle elle présente des analogies.

Conclusions

Nous avons pu mettre en évidence l'existence d'un peuplement bionomique bien défini, référable aux sables fins terrigènes qui se situent de la zone supérieure de l'étage infralittoral jusqu'aux environs de 15 mètres de fond et s'établit dans des biotopes à sédiments sableux bien calibrés dont la teneur en vase est quasiment nulle. Le fait le plus saillant demeure, sans conteste, l'homologie faunistique remarquable qui existe entre le peuplement des sables fins terrigènes de la baie des Chaleurs et celui de la Méditerranée occidentale. La notion de vicariance, entre les peuplements de ces deux mers,

s'étend à la totalité de la zocénose. Toutefois, dans la baie des Chaleurs, il n'est pas possible de scinder cette grande biocénose en deux biocénoses (sables fins de hauts niveaux et sables fins bien calibrés) comme en Méditerranée. Cependant dans la baie des Chaleurs l'existence de deux horizons différents est évident. L'horizon supérieur se caractérise par la présence du Cumacé *Mancocuma stellifera* et par l'absence de l'Échinoderme *Echinarachnius parma*, comparativement à l'horizon profond. Les espèces vivant à ces niveaux dans la baie des Chaleurs et en Méditerranée occidentale, paraissent obéir aux mêmes mécanismes quant à l'équilibre du peuplement et à sa survie (utilisation de la nourriture, rapport proie-prédateur, etc. . .)

Il est regrettable que les Polychètes ne soient pas déterminées car elles constituent, non seulement un groupe important numériquement et spécifiquement, mais aussi, parce qu'elles ont généralement une signification bionomique précise.

Les fonds assimilés aux sables fins terrigènes dans la baie des Chaleurs présentent, en moyenne, huit fois plus d'individus que leurs homologues méditerranéens.

Le degré de caractérisation (% des individus appartenant aux espèces caractéristiques par rapport au nombre total d'individus) de ces fonds, dans les deux mers, est très voisin (Méditerranée : 93% ; baie des Chaleurs : 97.42%).

Il serait intéressant d'entreprendre une étude quantitative de ces fonds (biomasse) et une estimation de la production des invertébrés benthiques qui constituent la nourriture de base des poissons de fond (commerciaux ou non) susceptibles de fréquenter ce peuplement.

Références

- BACESCU, M., 1940. Les Mysidacés des eaux roumaines. *Annls scient. Univ. Jassy*, XXVI.
- BACESCU, M., 1941. Les Mysidacés des eaux méditerranéennes de la France. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, no 795.
- BELLAN, G., 1962. Note préliminaire sur la microfaune annélide de quelques peuplements marins de la baie de Marseille. *Recl Trav. Stn mar. Endoune*, 39 (25): 5-22.
- BELLAN, G., 1965. Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des annélides polychètes de la Méditerranée. *Thèse Fac. Sci. Univ. Aix-Marseille*, 370 p.
- 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., 1956. Studies on the shore crustacea collected in eastern Nova Scotia and Newfoundland 1954. *Bull. natn. Mus. Can.*, 142: 127-152.
- 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. *Thèse M. A. University Toronto*. M.S.
- BRUNEL, P., 1966. Catalogue d'invertébrés benthiques du golfe du Saint-Laurent recueillis par la Station de Biologie marine 1951-1966. Manuscrit préliminaire. 1970.

- 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.
- DAVIS, J. D., 1965. *Mesodesma deauratum*: synonymy, holotype and type locality. *Nautilus*, 78 (3): 96-100.
- FILATOVA, Z. A., and N. G. BARSANOVA, 1964. Soobchthestva donnoi fauny zapadnoitchasti Beringova Moria. *Trudy Inst. Okeanol. A. N. SSSR*, 69.
- KUZNETZOV, A. P., 1961. Matériaux sur la zoogéographie des eaux de l'Océan Pacifique proches du Kamtchatka et des îles Kouriles septentrionales. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 137 (2): 415-8.
- LAUZIER, L., 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.
- LEDOYER, M., 1966. Écologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. I. Introduction. Données analytiques sur les biotopes de substrat dur. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*.
- LEDOYER, M., 1968. Écologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. IV. Synthèse de l'étude écologique. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 60 (44): 125-295.
- LEDOYER, M., 1969. La faune vagile des sables fins des hauts niveaux. Signification biologique de ce biotope vu sous l'angle de la faune vagile. *Tethys*, 1 (2): 275-280.
- MAKAROV, V. V., 1962. Fauna of USSR. Crustacea. Vol. X. no. 3. Anomoura. Translated from Russian. Makarov 1938. *Zool. Inst. Acad. Sci. USSR*, 283 p.
- NESIS, K. I., 1962. Soviet investigations of the benthos of the Newfoundland Labrador fishing area. (In: Marti, Yu. Yu.) Soviet fisheries investigations in the Northwest Atlantic. VNIRO-PINRO, Moscou, 214-220 (Translated from Russian, *Transl. Israel Progr. Sci.*, 1963).
- PERES, J. M., 1967. Les biocoenoses benthiques dans le système phytal. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 58 (42): 3-113.
- PERES, J. M. et J. PICARD, 1958. Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 23 (14): 7-122.
- PERES, J. M. et J. PICARD, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 47 (31): 5-137.
- PICARD, J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Thèse Fac. Sci. Univ. Aix-Marseille*, 160 p.
- REYS, J. P. et M. A. TRUE, 1966. Un nouvel appareil de prélèvements quantitatifs des substrats meubles. *Abstr 2nd Int. oceanogr. Congr. Moscow*, 298-299.
- RICHARDSON, H., 1905. A monograph on the Isopods of North America. *Bull. U. S. natn. Mus.*, 54: 727 p.
- SVERDRUP, H. U., M. W. JOHNSON and R. H. FLEMING, 1942. The oceans. Their physics, chemistry and general biology. Printice-Hall. Inc.
- TATTERSALL, O. S., 1954. Shallow-water Mysidacea from St. Lawrence Estuary, Eastern Canada. *Can. Fld Nat.*, 68 (4): 143-154.
- THORSON, G., 1957. Bottom Communities (Sublitoral or Shallow shelf). *Mem. geol. Soc. Am.*, 67 (1): 461-534.
- WHITEAVES, J. F., 1901. Catalogue of the marine invertebrata of eastern Canada. *Geol. Surv. Can.*, 272 p.
- ZIMMER, C., 1943. Über neue und weniger bekannte Cumaceen. *Zool. Anz. Leipzig*, 141: 146-167.

APPENDICE I

Endofaune des sables fins de hauts niveaux
(animaux recueillis à la drague ou à la bêche)

	Biotopes lagunaires		Horizon des sables fins de hauts niveaux								
	0.25 m		0 m		à				3 m		
	Db1	Db2	Db1	Db2	Db3	Db4	Db5	Db6	Rad. 10 Dc3	Dc1	Ds1
Crustacés											
Amphipodes											
<i>Gammarus oceanicus</i>	89	1	—	—	3	—	—	—	3	3	—
<i>Corophium insidiosum</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tmetonyx nobilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	33	9	54
<i>Amphiporeia lawrenciana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	—
<i>Phoxocephalus holbolli</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	14	9	8
<i>Ischyrocerus minutus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	42
<i>Pomtogenela inermis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—
<i>Calliopius laeviusculus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Camparellus angulosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Amphithoe rubricata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
<i>Orchomenella pinguis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Aeginina longicornis</i>	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—
<i>Anonyx indéterminé (juvénile)</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Cumacés											
<i>Mancocuma staltifera</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Lamprops quadruplicata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	5	129	172
<i>Leptocuma minor</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	7	29	19
<i>Diastylis polita</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	25	46
Décapodes											
<i>Crangon septemspinosus</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Cancer irroratus</i>	1j	—	—	—	—	—	—	—	1	6j	2j
Isopodes											
<i>Edotea triloba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	27	322	612
<i>Chiridotea tuftsi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	48	32	22

Mysidacés											
<i>Mysis stenolepis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Échinodermes											
<i>Echinarachnius parma</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	12	123	89
<i>Asterias vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Ophiura robusta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Mollusques											
Gastéropodes											
<i>Hydrobia minuta</i>	—	7602	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nassarius trivittatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	21	54
<i>Lunatia heros</i> (juveniles)	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2
<i>Lacuna vineta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Littorina saxatilis</i>	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Littorina littorea</i>	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thais lapillus</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Pélécytopodes											
<i>Macoma balthica</i>	—	212	—	—	198	—	1	—	14	—	—
<i>Mya arenaria</i>	—	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mesodesma arctatum</i>	—	—	187	38	—	—	138	—	720	8008	5522
<i>Tellina tenuis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—
Polychètes											
Polychètes diverses	7	27	1	—	68	—	—	22	27	14	47
Varia											
Planaire indéterminée	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Nombre d'espèces	3	9	3	1	5	0	2	1	25	19	17
Nombre d'individus	97	7910	189	38	277	0	139	22	942	8738	6695

APPENDICE II

Faune vagile des sables fins de hauts niveaux et des sables fins bien calibrés
(Animaux recueillis par fauchage et chalutage)

880

	LAGUNAIRE			S. F. H. N.													S. F. B. C.				CONTACT
	0.25 m			0.50						à 3 m							6 m	9 m	18 m	32 m	
	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	
Ascidies																					
<i>Bostrichobranchus pillularis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	911	—	—
Coelenterés																					
<i>Euratea loricata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
<i>Halocium sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
<i>Thularia similis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Crustacés																					
Amphipodes																					
<i>Corophium insidiosum</i>	—	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gammarus oceanicus</i>	28	437	4	5	4	—	—	82	—	1	34	69	9	41	48	19	—	—	—	—	—
<i>Amphiporeia lawrenciana</i>	—	—	—	76	6	29	5	—	2	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tmetonyx nobilis</i>	—	—	—	—	—	1	22	—	1	—	—	—	—	8	3	—	—	—	—	—	—
<i>Ischyrocerus minutus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	—	—	1	13	—	—	—	—	—	—
<i>Jassa falcata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gammarellus angulosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Calliopius leaviusculus</i>	—	—	—	1	6	—	—	—	—	—	43	5	14	31	42	—	—	—	—	—	—
<i>Aeginina longicornis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pontogeneia inermis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Orchomella pinguis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Monoculodes edwardsi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Monoculopsis longicornis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Unciola irrorata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
Cumacés																					
<i>Mancocuma stellifera</i>	—	—	—	135	886	68	9	—	19	11	20	9	—	138	206	—	—	—	—	—	—
<i>Lamprops quadruplicata</i>	—	—	—	65	—	76	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Leptocuma minor</i>	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diastylis politus</i>	—	—	—	11	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

I.E. NATURALISTE CANADIEN, VOL. 98, 1971

APPENDICE III

Animaux récoltés à la drague dans l'aspect des sables fins bien calibrés et dans quelques biotopes marginaux plus profonds.

	Grande-Rivière			La Malbaie				Anse à Beaufils		Nouveau-Brunswick				Nouveau-Brunswick				La Malbaie									
RADIALE	R.1	R.1	R.9	R.4	R.4	R.16	R.17	R.39	R.20	R.20	R.24	R.27	R.18	R.24	R.27	R.27	R.15	R.17	R.4	R.4	R.4	R.4					
APPAREIL	Dc	Ds	Dc	Dc	Ds	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Ds					
PROFONDEUR (mètres)	6	6	7	11	9	7	9	7	6	9	9	7	18	16	15	18	18	18	18	18	36	36					
VOLUME (litres)	50	50	25	50	10	30	50	10	10	50	50	50	50	12	50	50	50	50	50	50	50	50					
Aspect typique																						Zone transitoire					
Ascidies																											
<i>Bostrichobranchus pillularis</i>	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						26	53	13						
Coelentérés																											
Actinies indéterminées	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
<i>Metridium senile</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						3	—	—	6	2				
<i>Edwardsiidae</i>	—	—	1	—	12	—	—	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						132	6	—	—	—				
Crustacés																											
Amphipodes																											
<i>Boxocephalus holbolli</i>	14	6	2	4	4	263	3	3	8	1	2	—	4	—	2	1	—	3	—	—	7	15					
<i>Monoculodes edwardsi</i>	—	—	48	119	175	56	23	—	14	7	1	—	4	4	—	5	28	7	—	—	4	5					
<i>Tmetonyx nobilis</i>	32	5	2	—	—	2	1	—	87	10	—	—	14	—	1	1	—	—	—	—	—	—					
<i>Pontogenella inermis</i>	1	—	2	2	—	—	—	29	5	16	—	3	19	—	49	5	—	—	—	—	—	—					
<i>Orchomenella pinguis</i>	—	1	43	12	7	58	3	3	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						15	105	—	—	1				
<i>Monoculopsis longicornis</i>	—	—	2	24	18	—	—	2	3	—	—	—	1	1	4	—	—	—	—	—	—	2					
<i>Hippomedon serratus</i>	—	—	—	2	2	2	1	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						23	—	—	—	—				
<i>Ischyrocerus minutus</i>	—	38	32	—	—	—	—	—	—	5	—	—	— — — — — — — — — —						5	—	—	—	—				
<i>Dulichia arctica</i>	—	—	—	93	20	1	—	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						7?	—	—	—	—				
<i>Caprella septentrionalis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	—	— — — — — — — — — —						2?	—	—	—	—				
<i>Ampelisca macrocephala</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	— — — — — — — — — —						3	6	—	9	3				
<i>Unciola irrorata</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	— — — — — — — — — —						10	—	5	7	4				
<i>Syrhoe crenulata</i>	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	— — — — — — — — — —						2	—	—	—	—	1	—	33	15
<i>Orchomenella minuta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	— — — — — — — — — —						2	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Anonyx lilljeborgi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	— — — — — — — — — —						— — — — — — — — — —						10	12	

APPENDICE III (suite)

	Grande-Rivière			La Malbaie			Anse à Beaufils		Nouveau-Brunswick				Nouveau-Brunswick				La Malbaie					
RADIALE	R.1	R.1	R.9	R.4	R.4	R16	R17	R39	R20	R20	R24	R27	R18	R24	R27	R27	R15	R17	R.4	R.4	R.4	R.4
APPAREIL	Dc	Ds	Dc	Dc	Ds	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Dc	Ds
PROFONDEUR (mètres)	6	6	7	11	9	7	9	7	6	9	9	7	18	16	15	18	18	18	18	18	36	36
VOLUME (litres)	50	50	25	50	10	30	50	10	10	50	50	50	50	12	50	50	50	50	50	50	50	50
<i>Strongylocentrotus drobach.</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	1	7	2	—	—
<i>Ophiopholis aculeata</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	4	—	1	5	—	5	—	—	—	7	—	—	1
<i>Ophiura robusta</i>	—	—	—	59	5	7	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	32	26	—	13
<i>Ophiura sarsi</i>	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	5	10	5	1	1	—	2	—	26	36
<i>Leptasterias polaris</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	1
<i>Cucumaria calcigera</i>	—	—	—	12	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
Mollusques																						
Gastéropodes																						
<i>Nassarius trivittatus</i>	12	18	2	—	3	1	—	4	43	4	20	41	—	8	150	68	—	—	—	—	—	—
<i>Lunatia heros</i>	4	1	3	4	7	21	14	2	3	—	—	7	2	—	11	24	7	1	—	—	—	—
<i>Lacuna vineta</i>	13	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	5	—	1	—	—
<i>Acmaea testudinalis</i>	—	—	—	11	—	2	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	1	16	6	—	—
<i>Solarrella obscura</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	5	—	14	87	49	28
<i>Polinices immaculatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	8	—	—	—	1	—	—
<i>Lora indéterminées</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	9	—	—	8	2	1	—	—	1	4	—	—
Lamellibranches																						
<i>Mesodesma arctatum</i>	464	16687	360	1	2	39337	2324	57152	166	16	—	—	—	—	3	—	1	196	—	—	—	—
<i>Tellina agilis</i>	1	—	—	1	—	—	—	—	5	—	1	—	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ensis directus</i>	17	—	—	—	1	4	—	1	3	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—
<i>Spisula polynyma</i> (juvéniles)	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	12	6	5	—	—	—	14	7
<i>Cerastoderma pinnatum</i>	—	—	—	20	16	—	—	—	—	—	1	—	—	5	27	24	2	—	1	1	9	7
<i>Chlamys islandicus</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	8
<i>Clinocardium ciliatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	2	1
<i>Macoma calcarea</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	2
<i>Astarte undata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hiatella arctica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Crenella glandula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30j	1	1	—	2	—	—	—	—	1	—	—

Placophores																						
<i>Ischnochiton albus</i>	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	17	11	17	
<i>Tonicella marmorea</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	45	20	—	
Opisthobranches																						
<i>Retusa quadrata</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	51	—	—	
Poissons																						
Pleuronectes indéterminés (juv.)	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	
<i>Limanda ferrugines</i> (juvénilés)	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	
<i>Pectinaria</i> indéterminées	12	4	—	38	31	3	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	91	20	—	24	92	
Polychètes indéterminées	37	51	7	72	44	22	1	—	11	2	16	8	25	13	12	7	—	1	6	36	25	30
Varia																						
<i>Varia</i> indéterminés	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	8	16
Nombre d'espèces présence = 1' inclus	22	16	33	43	38	31	21	25	32	24	24	13	42	34	41	24	32	52	25	19	31/57	37/61
Nombre d'individus présence = 1' inclus	959		1651	5203	1467		4518		586	178	178	253	202	116	841	182	793	2812	244	185	349	387

Appendice III — Liste complémentaire

Espèces présentes dans un seul prélèvement :

- R 1 Dc 6 : *Hydrobia minuta* (1), *Macoma balthica* (1)
- R 9 Dc 7 : *Margarites helycinus* (9), *Doris pallida* (1), *Amphithoe rubricata* (2), *Mysis oculata*? (336)
- R 4 Dc 11 : *Photis reinhardi* (1)
- R 17 Dc 9 : *Nucula tenuis* (1)
- R 20 Dc 6 : *Haploops spinosa* (1 j)
- R 20 Dc 9 : *Corophium bonelli* (1), *Volsella arctica* (4), *Myoxocephalus octodecemspinosus* (1)
- R 24 Dc 9 : *Corophium crassicorne* (1), *Gemma gemma*? (2)
- R 18 Dc 18 : *Ascidie* indéterminée (1), *Gersemia* sp (17), *Priscillina armata* (1), *Chalina oculata* (2)
- R 24 Dc 16 : *Anonyx sarsi* (1), *Arrhis phyllonyx* (1), *Leptocheirus pinguis* (1), *Mono culodes borealis* (1), *Halirages nilssoni* (5), *Trichotropis borealis* (2), *Buccinum undatum* (1)
- R 27 Dc 15 : *Venericardia borealis* (1)
- R 27 Dc 18 : *Cirolana* sp (1), *Pandora inornata* (1), *Cucumaria frondosa* (1), *Scarlaria groenlandica* (1)
- R 17 Dc 18 : *Photis macrocoxa* (21), *Margarites groenlandica* (2), *Cyrtodaria siliqua* (1), *Diaphana expansa* (2), *Retusa obtusata* (13)
- R 4 Dc 18 : *Velutina undata* (1), *Ischnochiton ruber* (17)
- R 4 Ds 18 : *Lunatia triseriata* (1).

Espèces présentes dans deux prélèvements :

Calliopius laeviusculus : R 9 Dc 7 (1), R 4 Dc 11 (1) — *Erichthonius tolli*? : R 9 Dc 7 (1), R 18 Dc 18 (2) — *Pleustes panoplus* : R 4 Dc 11 (1), R 18 Dc 18 (6) — *Sympleustes glaber* : R 4 Ds 9 (1), R 18 Dc 18 (1) — *Anonyx ochoticus*? : R 4 Ds 9 (5), R 4 Dc 36 (3) — *Goesia depressa* : R 16 Dc 7 (1), R 15 Dc 18 (2) — *Anonyx* sp : R 20 Dc 6 (1), R 27 Dc 15 (1) — *Podoceroopsis nitida* : R 17 Dc 18 (1), R 4 Dc 36 (1) — *Diastylis bispinosus* : R 4 Ds 9 (1), R 24 Dc 16 (2) — *Eudorellopsis biplicata* : R 15 Dc 18 (10), R 4 Ds 36 (4) — *Mysis littoralis* : R 16 Dc 7 (19), R 17 Dc 9 (63) — *Mysis mixta* : R 15 Dc 18 (4), R 17 Dc 18 (39) — *Stegophiura nodosa* : R 39 Dc 7 (1), R 4 Dc 36 (4) — Spongiaires indéterminés : R 20 Dc 9 (1), R 4 Dc 18 (1) — *Cylichna alba* : R 4 Ds 9 (1), R 15 Dc 18 (5) — *Astarte montagui* : R 16 Dc 7 (1), R 4 Ds 36 (1) — *Siliqua costata* : R 39 Dc 7 (1), R 20 Dc 6 (2) — *Spisula solidissima* : R 26 Dc 6 (9), R 20 Dc 9 (3) — *Crenella decussata* : R 24 Dc 16 (2), R 17 Dc 18 (1) — *Retusa canaliculata* : R 24 Dc 16 (2), R 17 Dc 18 (2) — *Crenella faba* : R 17 Dc 18 (1), R 4 Dc 18 (4) — *Punctarella noachina* : R 4 Dc 18 (1), R 4 Ds 18 (1) — *Buccinum totteni* : R 4 Dc 18 (2), R 4 Ds 18 (11).

INVENTAIRE DES ALGUES MARINES BENTHIQUES DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC) ¹

ANDRÉ CARDINAL et MARTINE VILLALARD ²

Département de biologie, Université Laval, Québec 10, Québec

Résumé

Dans cet inventaire, les auteurs mentionnent la présence de 154 espèces d'algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. Pour chacune d'entre elles, ils indiquent les localités de récolte, la période de l'année où elles ont été trouvées, ainsi que, le cas échéant, des données sur les types d'organes reproducteurs observés. Les auteurs ne traitent que de trois classes d'algues, les Chlorophyceae, les Phaeophyceae, et les Rhodophyceae.

Abstract

The authors enumerate 154 species of benthic marine algae found in the St. Lawrence Estuary. In each case, collecting sites, period of collection as well as available data on types of reproductive structures observed are given. Chlorophyceae, Phaeophyceae and Rhodophyceae are the only classes dealt with in the present survey.

Introduction

Les algues marines benthiques n'ont, jusqu'à ce jour, retenu l'attention que d'un très petit nombre de chercheurs au Québec. L'aspect floristique, entre autres, a été particulièrement négligé et l'ensemble des côtes québécoises est loin d'avoir été entièrement exploré à ce point de vue. Pour ce qui est des rivages marins situés au sud du Labrador, le présent inventaire en couvre une partie importante — l'estuaire du Saint-Laurent — et, avec le travail de Cardinal (1967a, b, c) concernant la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé, il ne restera plus à inventorier dans cette région que le nord du golfe Saint-Laurent depuis Sept-Iles à la frontière du Labrador.

Travaux antérieurs

Pour ce qui est plus strictement de l'estuaire du Saint-Laurent, on a vite fait de constater le petit nombre des publications existantes, leur caractère incomplet et l'absence de travaux récents. Dès 1860, Kemp soumet une liste des algues benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent dans laquelle il signale la

¹ Contribution no 79 du Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec 10.

² Roger Williams College, Bristol, Rhode Island 02809, U.S.A.

présence de 84 espèces. Même si un certain nombre de ces mentions correspondent vraisemblablement à de mauvaises identifications (v.g. *Nitophyllum punctatum*, *N. bonnemaisonii*), ce travail n'en demeure pas moins le premier inventaire sérieux de cette région. Beaucoup plus tard, Prat (1933) fait paraître une étude de nature écologique où il groupe les diverses espèces caractéristiques des différents étages de la zone littorale dans la région de Trois-Pistoles. Même si les observations de Prat sont, dans l'ensemble, encore valables aujourd'hui, certaines le sont beaucoup moins, telle la description qu'il fait des grandes prairies de Zostères, décimées depuis.

La première édition de la flore des algues marines du nord-est de l'Amérique du Nord de Taylor paraît en 1937. Ce travail mériterait d'être mis à jour à l'aide des nombreuses données recueillies depuis, mais il n'en demeure pas moins encore aujourd'hui le vade-mecum des phycologues de l'est de l'Amérique du Nord. Dans cette monographie, Taylor mentionne un grand nombre d'espèces (plus de 80) pour l'estuaire du Saint-Laurent ("lower St. Lawrence"), mais ne donne pas de localisations précises. Deux années plus tard, en 1939, Gauvreau rédige une thèse de maîtrise sur la distribution au Québec de quelque 105 espèces d'algues marines et ce, plus particulièrement dans l'estuaire du Saint-Laurent. C'est à partir de ces collections que Taylor a pu citer, semble-t-il, la plus grande partie de ses espèces pour cette région. Cette thèse de Gauvreau est publiée beaucoup plus tard (en 1956) et représente alors un condensé fidèle de son travail original. Ce travail de Gauvreau est une précieuse acquisition quant à l'aspect floristique de la végétation marine du Québec, mais l'on doit déplorer que la description de chacune des espèces ne soit en grande partie qu'une traduction littérale des descriptions de Taylor.

En 1968, Cardinal publie un répertoire des algues marines de l'est du Canada. Dans ce travail de nature bibliographique, l'auteur a colligé toutes les informations relatives à la présence d'algues marines dans l'est du Canada, estuaire du Saint-Laurent compris. L'auteur a ainsi réuni une bibliographie complète où sont cités tous les travaux de nature floristique se rapportant à ce territoire. Les travaux de moindre importance — non mentionnés ici — pourront donc être trouvés dans ce répertoire.

Région étudiée

La région étudiée ici peut être divisée en trois parties : le moyen estuaire, le haut et le bas estuaire maritime (Dionne, 1963, 1970), en somme depuis l'est de l'île d'Orléans jusqu'à l'île d'Anticosti et la pointe de la péninsule gaspésienne. Dans le bas estuaire maritime, nous n'avons procédé qu'à peu d'échantillonnages et n'avons pas dépassé Sept-Iles au nord et Matane au sud. Il n'est pas question pour l'instant de donner les caractéristiques physiques de cette immense et complexe région. Mentionnons cependant qu'à cause de la topographie très accidentée des fonds, de l'entrée, à l'est, du courant marin

du Labrador et de l'arrivée, à l'ouest, d'importantes masses d'eau douce (fleuve Saint-Laurent, rivière Saguenay), de marées à grandes amplitudes (plus de 5 mètres en certains endroits) et des forts courants, nous avons dans toute cette région un intense mélange de masses d'eau d'origines différentes. À titre d'exemple, mentionnons que la salinité qui est à peu près nulle à l'île d'Orléans est d'environ 27‰ à Rimouski.

Résultats

Dans la liste que nous présentons ici, nous rapportons surtout nos propres observations. Lorsque d'autres chercheurs ont observé des espèces que nous n'avons pas rencontrées, nous les citons mais en donnant, dans une note, le crédit au chercheur concerné. C'est le cas de plusieurs mentions faites par Taylor et Gauvreau.

Nous mentionnons ainsi la présence dans l'estuaire de 154 espèces réparties comme suit : 50 Chlorophyceae, 55 Phaeophyceae et 49 Rhodophyceae. Le rapport R/P (Rhodophytes/Phéophytes) est de 0.89 et est ainsi légèrement supérieur à celui de la côte du Labrador (0.7, calculé d'après Wilce, 1959) et légèrement inférieur à celui de l'ensemble de l'est du Canada (1.2, calculé d'après South et Cardinal, 1970). Ces valeurs sont tout à fait plausibles, indiquant un caractère moins arctique pour l'estuaire que pour le Labrador et plus sub-arctique pour l'estuaire que pour l'ensemble de l'est du Canada, à cause de la présence d'algues de caractère nettement boréal en plus grand nombre à l'île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse (v.g. *Bryopsis*, *Dasya*, etc.).

Dans les résultats qui suivent, les algues rencontrées sont énumérées dans une première colonne, et le chiffre qui leur est adjoint réfère aux notes réunies à la fin du travail. Dans une seconde colonne, on cite les emplacements de récolte sous la forme d'un numéro correspondant à la liste des localités fournie dans le tableau I. Chacune des localités est par ailleurs indiquée sur la carte accompagnant ce texte (figure 1). La colonne suivante désigne le mois de l'année où l'algue a été trouvée, numérotation de 1 à 12 correspondant aux mois de janvier à décembre. La troisième colonne mentionne l'étagage. Cet inventaire s'adressant aux phycologues aussi bien qu'aux autres chercheurs intéressés à cette région, nous avons cru bon d'ajouter ce détail qui, nous l'admettons, ne s'avérera pas d'une grande utilité pour le spécialiste de la flore locale. Les abréviations suivantes ont été utilisées : SL (supralittoral), ML (médolittoral) et IL (infralittoral); la lettre E est employée lorsque le matériel a été trouvé en épave. Enfin dans une dernière colonne, nous indiquons les observations que nous avons pu faire sur la phénologie des diverses espèces en mentionnant les différents types d'organes reproducteurs observés et à quelle période de l'année; le chiffre qui suit correspond au mois où l'observation a été faite.

L'ordre systématique suivi est celui qu'ont proposé South et Cardinal (1970).

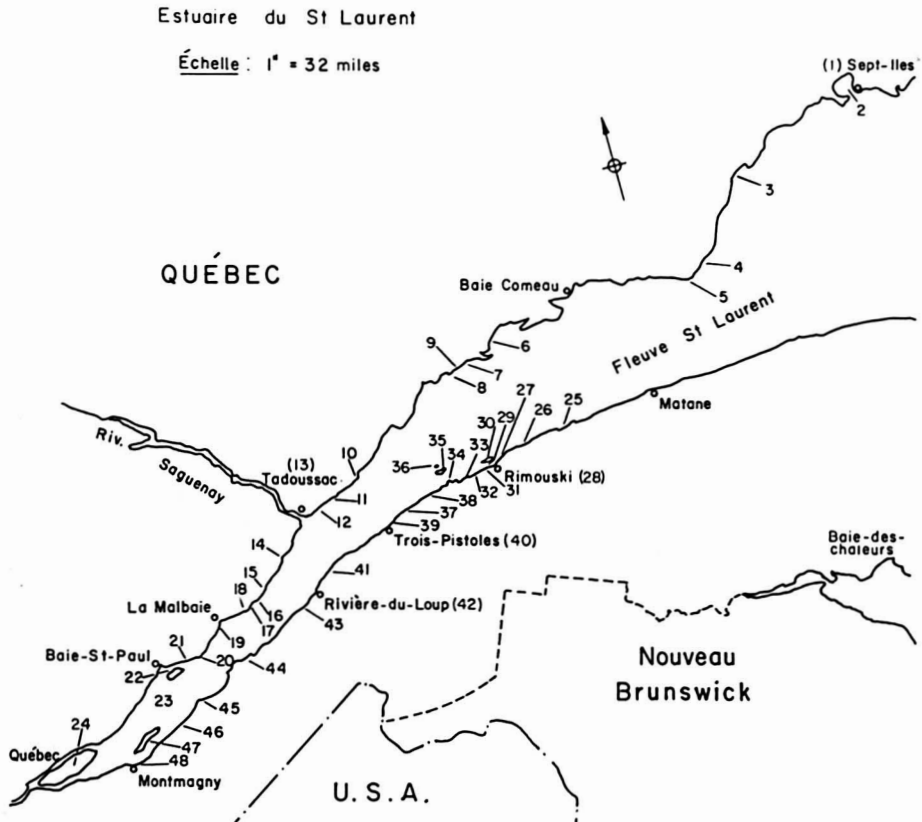


FIGURE 1. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'estuaire du Saint-Laurent. La liste de ces localités apparaît dans le tableau I.

Remerciements

Nous tenons à remercier Mademoiselle Marie-Andrée Zizka, qui fut une excellente collaboratrice. Elle est en grande partie responsable de la compilation de ces données. Notre reconnaissance s'adresse également au Conseil national des Recherches du Canada et aux Musées nationaux du Canada pour leur aide financière. Enfin, nous tenons à souligner la contribution de la Fondation Donner du Canada dont nous avons bénéficié grâce à sa subvention au Giroq (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec).

TABLEAU I

Localités de l'estuaire du Saint-Laurent où ont été prélevés les échantillons

Côte Nord	Côte Sud
1. Sept-Iles	25. Métis
2. Baie-à-Corbey	26. Sainte-Luce-sur-Mer
3. Pentecôte	27. Pointe-au-Père
4. Baie Trinité	28. Rimouski
5. Pointe-des-Monts	29. Rocher Blanc
6. Papinachois	30. Ile Saint-Barnabé
7. Ilets Jérémie	31. Anse-au-Sable
8. Cap Colombier	32. Rivière Hatée
9. Havre Colombier	33. Bic
10. Les Escoumains	34. Cap-à-l'Original
11. Grandes Bergeronnes	35. Ile du Bic
12. Moulin-à-Beaude	36. Ile Biquette
13. Tadoussac	37. Saint-Simon-sur-Mer
14. Baie-des-Rochers	38. Saint-Fabien-sur-Mer
15. Saint-Siméon	39. Cap Marteau
16. Port-au-Persil	40. Trois-Pistoles
17. Port-au-Saumon	41. Cacouna
18. Cap-à-l'Aigle	42. Rivière-du-Loup
19. Pointe-au-Pic	43. Notre-Dame-du-Portage
20. Cap-aux-Oies	44. Saint-Denis
21. Les Éboulements	45. Saint-Roch-des-Aulnaies
22. Saint-Joseph-de-la-Rive	46. Saint-Jean-Port-Joli
23. Ile-aux-Coudres	47. Ile-aux-Grues
24. Ile d'Orléans	48. Berthier-en-Bas

CHLOROPHYCEAE
CHLOROCOCCALES

<i>Characiaceae</i>	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Codiolum pusillum</i> (Lyngb.) Kjellm. in Fosl.	2-20,24, 25-42	6-11	ML	
<i>Endosphaeraceae</i>				
<i>Chlorochytrium inclusum</i> Kjellm. ³	25,34,38	7	ML-IL	
<i>Chlorochytrium cohnii</i> Wright ⁴	28,32	6	ML	
<i>Gomontia polyrhiza</i> (Lagerh.) Bour. et Flah. ⁵	31	6	ML	

PRASIOLALES

<i>Prasiolaceae</i>				
<i>Prasiola stipitata</i> Suhr. in Jessen	16,17,25,34, 35,38,41,42	5-8	SL	A:7*

ULOTRICHALES

<i>Ulotrichaceae</i>				
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. in Le Jol.	12,16,17, 26-37	5-7	ML	
<i>Ulothrix implexa</i> Kütz.	26,29	5,6	ML	
<i>Ulothrix laetevirens</i> (Kütz.) Coll. ^{1,2}				
<i>Ulothrix pseudoflacca</i> Wille	5-8,16, 25-29,31	5-7	ML	
<i>Capsosiphonaceae</i>				
<i>Capsosiphon fulvescens</i> (C.Ag.) Setch & Gardn.	4,9,17,26-40	5-9	ML	

* Les symboles utilisés dans cette colonne sont les suivants : A (aplanospores), F (plantes femelles), M (plantes mâles), N (némathécies), P. (zoidocystes pluriloculaires), S. (spores), T (tétraspores), U (zoidocystes uniloculaires).

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Monostromataceae</i>				
<i>Monostroma grevillei</i> (Thur.) Wittr.	12,15,27,32,34	5-7	ML	
<i>Monostroma undulatum</i> Wittr. ⁶	32,33,34,38	5-7	ML	
<i>Percursariaceae</i>				
<i>Percusaria percusa</i> (C.Ag.) Rosenv.	9,17,27,28, 35,40	6-9	ML	
<i>Ulvaceae</i> ¹⁵				
<i>Blidingia marginata</i> (J.Ag.) P. Dan.	9	6	ML	
<i>Blidingia minima</i> (Näg. ex Kütz.) Kylin	4,17,24,33, 34,46,47	6-9	ML	
<i>Enteromorpha ahlnieriana</i> Bliding ⁷	23,28	5-8	ML	
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Grev.	46	8	ML	
<i>Enteromorpha compressa</i> (L.) Grev.	12,22,28,34,35	7,8	ML	
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulf. ex Roth) J. Ag. subsp. <i>flexuosa</i>	2,23,26,38, 43,46	6,7,9	ML	
<i>Enteromorpha flexuosa</i> subsp. <i>paradoxa</i> (Dillw.) Bliding	2,8,25	6	ML	
<i>Enteromorpha flexuosa</i> subsp. <i>pilifera</i> (Kütz.) Bliding	4,28,41	6-8	ML	
<i>Enteromorpha groenlandica</i> (J.Ag.) Setch. & Gardn.	4,8,16,17 27-38	5-7	ML	
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link.	2,4-14,17,19, 23,35-38	6-11	ML	
<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J.Ag.	28,29,42	7-9	ML	
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Müll.) J.Ag. subsp. <i>prolifera</i>	4,13,16,17 19,21,23,28, 35,40,41	6-8	ML	
<i>Enteromorpha prolifera</i> subsp. <i>gullmariensis</i> Bliding	29,34	7-11	ML	
<i>Enteromorpha torta</i> (Mert. in Jürg.) Reinb.	9,27	6-9	ML	
<i>Ulva lactuca</i> L.	8,29,31-34	5-11	ML	
<i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral ⁸	7-20,23,25, 27-43	2-11	ML	
<i>Ulvaria oxysperma</i> (Kütz.) Bliding ⁸	2,4,12,17	6,7	ML	

CHAETOPHORALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Chaetophoraceae</i>				
<i>Ectochaete wittrockii</i> (Wille) Kylin	32	6	ML	
<i>Entocladia perforans</i> (Huber) Levr. ⁹	16	7	ML	
<i>Entocladia viridis</i> Reinke ³⁵	2	6	ML	
<i>Epicladia flustrae</i> Reinke ¹⁰	6,8,29	6-7	IL	
<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Marchew ¹¹	12,16,20,25, 32,34	2,3,6-9	ML	
<i>Pseudendoclonium submarinum</i> Wille ¹²	25,34	9-11	ML	
<i>Pseudopringsheimia confluens</i> (Rosenv.) Wille ¹³	29	6	ML-IL	
<i>Chroolepidaceae</i>				
(?) <i>Pilinia endophytica</i> Coll. ¹⁴	31	6	ML	

ACROSIPHONIALES

<i>Acrosiphoniaceae</i>				
<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillw.) J.Ag.	4-20,29-41	3-9	ML	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) Hoek ³³				
<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth.) Aresch.	2,8,31,34, 38,41	5-8	ML	S:5-8
<i>Urospora wormskjoldii</i> (Mert. in Hornem.) Rosenv.	17,24,32,34, 42	5-9	ML	S:5-9

CLADOPHORALES ¹⁵

<i>Cladophoraceae</i>				
<i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kütz.) Börg.	17,26,31,38, 41	7,8	ML	
<i>Chaetomorpha melagonium</i> (Web. et Mohr.) Kütz.	15,17,34,41	2,7,8	ML-IL	
<i>Cladophora albida</i> (Huds.) Kütz.	12	6	ML	
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillw.) Kütz. 1, 2				
<i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz. ¹				

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	25,34	7,8	ML	
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kütz.	28	6	ML	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harv.	2-17,25, 26-42,47,48	5-8	ML	

PHAEOPHYCEAE

ECTOCARPALES

<i>Ectocarpaceae</i>				
<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harv. ¹⁶	25-28	8,9	ML-IL	P:9
<i>Ectocarpus penicillatus</i> (C.Ag.) Kjellm.	36	7	IL	P:7
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb. ¹⁷	2,8,9,17,20, 25,29,31-41	3,6-9	ML-IL	P:3-9 U:6,7
<i>Endodictyon infestans</i> Gran ¹⁰	8,31	6	IL	P:6
<i>Etonema acidoides</i> (Rosenv.) Kjellm. ¹⁸	27	6	ML-IL	P:6
<i>Laminariocolax tomentosoides</i> (Farl.) Kyllin ¹³	6,8,25,29, 31,34	3,6-11	ML-IL	P:3-11
<i>Mikrosyphar porphyrae</i> Kuck. ¹⁹	25,31	8,9	ML-IL	
<i>Pilayella littoralis</i> (L.) Kjellm.	4-23,25, 29-39,41	3-9	ML-IL	U:5-9 P:3-8
<i>Ralfsiaceae</i>				
<i>Petroderma maculiforme</i> (Wollny) Kuck.	31	8	ML	
<i>Ralfsia bornetii</i> Kuck.	32	6	ML	U:6
<i>Ralfsia clavata</i> (Harv. in Hook.) Crouan frat.	9,12,25	5-7	ML	U:6,7
<i>Ralfsia fungiformis</i> (Gunn.) Setch. & Gardn.	12-23,27-38	3-11	ML	U:3 P:3
<i>Ralfsia verrucosa</i> (Aresch.) J.Ag.	31,32	6,7	ML	U:6
<i>Myrionemataceae</i>				
<i>Myrionema strangulans</i> Grev. ²⁰	11	6	ML	
<i>Elachistaceae</i>				
<i>Elachista fucicola</i> (Vell.) Aresch. ²¹	4-16,25,38	6-8	ML	U:6-8

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Elachista lubrica</i> Rupr. ²¹	11,16,17,25, 29,32-38	5-9	ML	U:5-8 P:7
<i>Leptonematella fasciculata</i> (Reinke) Silva ²²	25	9	IL	P:9
<i>Chordariaceae</i>				
<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müll.) C.Ag.	2,11,12,23 25,28,34,40	2-11	ML	
<i>Cladosiphon zosterae</i> (J.Ag.) Kylin ^{1,2}				
<i>Eudesme virescens</i> (Carm. ex Harv. in Hook.) J.Ag. ²				
<i>Sphaerotrichia divaricata</i> (C.Ag.) Kylin ^{1,2}				

DICTYOSIPHONALES

<i>Striariaceae</i>				
<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carm. ex Harv. in Hook.) Kjellm.	4,20	5-8	ML	U:6-8
<i>Stictyosiphon griffithsianus</i> (LeJol.) Holm. et Batt. ^{1,2,22}			ML	
<i>Punctariaceae</i>				
<i>Asperococcus fistulosus</i> (Huds.) Hook.	2	6	ML	U:6
<i>Litosiphon filiformis</i> (Reinke) Batt. ¹³	6,8,29	5,6	IL	U.P:5,6
<i>Litosiphon pusillus</i> (Carm. ex Hook.) Harv. ¹³	29-34	5,6	IL	U:5,6
<i>Punctaria latifolia</i> Grev. ^{1,2}	25	7	ML	U:7
<i>Punctaria plantaginea</i> (Roth.) Grev. ^{1,2}				
<i>Dictyosiphonaceae</i>				
<i>Coilodesme bulligera</i> Strömf. ²³	11,12,34	5-7	ML	U:5-7
<i>Dictyosiphon eckmanii</i> Aresch. ²⁴	25,34	7	ML	
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev. ²⁵	2,20,34,35	5-8	ML	
<i>Dictyosiphon macounii</i> Farl. ²⁵	20,25,34	2,7-11	ML	U:7,8

SCYTOSIPHONALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Scytosiphonaceae</i>				
<i>Petalonia fascia</i> (O.F. Müll.) Kuntze	5-20,25-37	5-11	ML	P:9
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link	2,11,12,20, 25,29,34,35	6-9	ML	P:6-9
<i>Scytosiphon lomentaria</i> var. <i>complanatus</i> Rosenv.	32	7	ML	

DESMARESTIALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Desmarestiaceae</i>				
<i>Desmarestia aculeata</i> (L.) Lamour.	11-20,25,27, 34,35,38,41	2-9	IL	
<i>Desmarestia viridis</i> (O.F. Müll.) Lamour.	4	6	E	

LAMINARIALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Chordaceae</i>				
<i>Chorda filum</i> (L.) Stackh.	12,28,29,37, 40,41,42	6-9	ML-IL	
<i>Chorda tomentosa</i> Lyngb.	29,34,35,37	7-9	IL	U:7
<i>Laminariaceae</i>				
<i>Agarum cribrosum</i> (Mert.) Bory	2-12,25-38	2-11	IL	
<i>Laminaria digitata</i> (Huds.) Lamour.	2-17,25-37, 41	2-11	ML-IL	
<i>Laminaria longicuris</i> Pyl.	8-20,23,25-41	5-11	ML-IL	
<i>Laminaria saccharina</i> (L.) Lamour. ²⁶	9,17,23,25-43	2-11	ML-IL	
<i>Saccorhiza dermatodea</i> (Pyl.) J.Ag.	9,11,12,25, 29,34,35,38, 41	2-9	IL	
<i>Alariaceae</i> 15, 27				
<i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev.	8-20,25-41	2-11	ML-IL	
<i>Alaria membranacea</i> J.Ag. ^{1,2}				
<i>Alaria pylaii</i> (Bory) J.Ag. ^{1,2}				

SPHACELARIALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Sphacelariaceae</i>				
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Ag. ^{1,2}				
<i>Sphacelaria arctica</i> Harvey ³¹	34	2,3	ML	U:2,3

FUCALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Fucaceae</i>				
<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jol.	4-17,23, 25,27-42	2-11	ML	
<i>Fucus distichus</i> L. subsp. <i>distichus</i>	4-17,23,25-41	2-11	ML	
<i>Fucus distichus</i> L. subsp. <i>edentatus</i> (Pyl.) Powell	7-17,23,27-45	2-11	ML	
<i>Fucus distichus</i> L. subsp. <i>evanescens</i> (C.Ag.) Powell	9-20,23, 25-37,41	2-11	ML-IL	
<i>Fucus spiralis</i> L.	34,38	3,9-11	ML	
<i>Fucus vesiculosus</i> L.	4-20,23,25-42	2-11	ML	

RHODOPHYCEAE

FLORIDEOPHYCIDAE

NEMALIALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Acrochaetiaceae</i>				
<i>Rhodochorton purpureum</i> (Light.) Rosenv.	9,20,34,38	2-8	ML	T:2,3,6

GIGARTINALES

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Rhodophyllidaceae</i>				
<i>Cystoclonium purpureum</i> (Huds.) Batt.	17,40,41	5-9	ML	F,M:8
<i>Solieriaceae</i>				
<i>Turnerella pennyi</i> (Harv.) Schm.	35,36	6-8	IL	
<i>Agardhiella tenera</i> (J.Ag.) Schm. ²	40			

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Phylloporaceae</i>				
<i>Ahnfeltia plicata</i> (Huds.) Fries	20,23,39,41	6-9	ML-IL	
<i>Phyllophora brodiaei</i> (Turn.) Endl.	18,20,22	7-9	E	N:6-8
<i>Phyllophora membranifolia</i> (Good. et Woodw.) Endl.	15,23	7,8	IL	N:7
<i>Gigartinaceae</i>				
<i>Chondrus crispus</i> Stackh. 2	40		E	

CRYPTONEMIALES

<i>Squamariaceae</i>				
<i>Peyssonelia rosenvingii</i> Schm. in Rosenv.	30,31,35	7	IL	
<i>Hildenbrandiaceae</i>				
<i>Hildenbrandia prototypus</i> Nardo	4,8,11,16 20,23,29,31, 34,38,41	5-11	ML	T:7,8
<i>Corallinaceae</i>				
<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömf.) Fosl.	4,8	6	ML	
<i>Corallina officinalis</i> L. 1, 2, 34				
<i>Polyideaceae</i>				
<i>Polyides rotundus</i> (Huds.) Grev.	41	6-8	ML-IL	T:8
<i>Gloiosiphoniaceae</i>				
<i>Gloiosiphonia capillaris</i> (Huds.) Carm. ex Berk. 1, 2				
<i>Kallymeniaceae</i>				
<i>Euthora cristata</i> (C.Ag.) J.Ag.	3,15,16,31 34,35,41	5-9	IL	F:6-9
<i>Choreocolacaceae</i>				
<i>Choreocolax odonthaliae</i> Levr.	31	5	ML-IL	

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Harveyella mirabilis</i> (Reinsch) Schm. & Reinke ³²	17 25,33,34	5-11	ML	M:5,7

RHODYMENIALES

<i>Rhodymeniaceae</i>				
<i>Halosaccion ramentaceum</i> (L.) J.Ag.	6-41	2-11	ML-IL	T:6-9
<i>Rhodymenia palmata</i> (L.) Grev.	6-45	2-11	ML-IL	T:7,8

CERAMIALES¹⁵

<i>Ceramiaceae</i>				
<i>Antithamnion americanum</i> (Harv.) Farl.	17,20,31,33, 34,38,41	5-8	ML	T:6,8 F:8
<i>Antithamnion boreale</i> (Gobi) Kjellm.	26,27,29,31, 34,35,38,41	2-11	ML	T:6-8
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C.Ag.) Näg.	38	8	ML	
<i>Antithamnion pacificum</i> (Harv.) Kylin	38	8,9	ML-IL	
<i>Antithamnion pylaisaei</i> (Mont.) Kjellm.	20,25,26,29, 31,35,41	5,6,8	ML	M:8 T:6
<i>Ceramium deslongchampii</i> var. <i>hooperi</i> (Harv.) Tayl. ¹				
<i>Ceramium elegans</i> (Ducluz.) C.Ag.	38	6		
<i>Ceramium rubrum</i> (Huds.) C.Ag.	1,26,39,41	6-9	ML	F:8
<i>Plumaria elegans</i> (Bonnem.) Schm. ¹				
<i>Ptilota serrata</i> Kütz.	2,8,11,14, 18,20,29-36, 40,41	2-11	IL	T:5-7 F:2,10
<i>Delesseriaceae</i>				
<i>Membranoptera alata</i> (Huds.) Stackh.	3,6,14-20,31, 33-35,40,41	5-9	ML-IL	T:5-8 F:8
<i>Phycodrys rubens</i> (L.) Batt.	12,14,16-20, 29-36,38,41	2-11	ML-IL	T:5-11 F:5,6
<i>Rhodomelaceae</i> ¹⁵				
<i>Odonthalia dentata</i> (L.) Lyngb.	12-20,26-44	2-11	ML-IL	F:3,5 T:11

	Localité	Mois de récolte	Étage	Phéno- logie
<i>Polysiphonia arctica</i> J.Ag. 1,2				
<i>Polysiphonia elongata</i> (Huds.) Spreng. 1,2				
<i>Polysiphonia flexicaulis</i> (Harv.) Coll. 28	25,29,31,34, 39,41	2-11	MI-IL	M:5,6,9 F:7-9 T:9
<i>Polyphonia harveyi</i> Bailey	39	9	ML	
<i>Polysiphonia lanosa</i> (L.) Tandy 1,2,29				
<i>Polyphonia nigrescens</i> (Huds.) Grev.	43	6-9	ML	F:6-9 T:6
<i>Polysiphonia novae-angliae</i> Tayl.	31	8	ML	
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont.	2,4,36,43	6-9	ML	T:6
<i>Polysiphonia urceolata</i> (Lightf. ex Dillw.) Grev.	3,9-23,25-43	5-9	ML-IL	T:6-9 M:6,7 F:7,8
<i>Rhodomela confervoïdes</i> (Huds.) Silva	4,8,9,12-20, 32-38	5-11	ML-IL	T:5-8 F:6-8 M:5,6
<i>Rhodomela lycopodioides</i> (L.) C.Ag.	4,8,15,20,31, 32,34,37,38	2-11	ML	T:5,6 F:7,8
<i>Rhodomela virgata</i> (Kjellm.)	39,41	6-9	ML	

BANGIOPHYCIDAE

BANGIALES

<i>Erythropeltidaceae</i>				
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J.Ag. 30	32	6	ML	
<i>Bangiaceae</i>				
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillw.) Lyngb.	2,4,8,9,25	6,7	ML	
<i>Porphyra linearis</i> Grev.	20,25,34,38	7,8	ML	
<i>Porphyra miniata</i> (C.Ag.) C.Ag.	4,8-12,14-17, 25,29,34,35, 38,39	6-9	ML-IL	
<i>Porphyra umbilicalis</i> (L.) J.Ag.	17,20,25,31, 33-35,37-39, 41,43	5-11	ML	

Notes

1. Espèce citée par Taylor pour l'estuaire du Saint-Laurent (« lower St. Lawrence ») mais que nous n'avons pas retrouvée nous-mêmes.
2. Espèce mentionnée par Gauvreau (1956) ou retrouvée dans son herbier et qui est conservée aujourd'hui dans l'herbier de A. Cardinal.
3. Endophyte dans *Coilodesme bulligera*, *Halosaccion ramentaceum*, *Cystoclonium purpureum* et *Fucus* spp.
4. Trouvé dans des gaines de Diatomées filamenteuses.
5. Dans de vieilles coquilles de *Mya arenaria* et de *Macoma balthica*.
6. Il y aurait lieu de voir s'il ne s'agit pas ici d'un cas de synonymie avec *Monostroma pulchrum* Farl.
7. Les identifications des espèces du genre *Enteromorpha* reposent en grande partie sur les travaux de Bliding (1963) et de Villalard (1966). Des études taxonomiques plus approfondies s'imposent pour ce genre.
8. Voir Bliding (1968).
9. Endophyte dans *Zostera marina*.
10. Endozoïque dans *Alcyonidium* sp. (Ectoprocte).
11. Épiphyte sur *Rhodochorton purpureum* et *Rhodomela lycopodioides*.
12. Trouvé sur *Scytosiphon lomentaria* et sur des cailloux.
13. Épiphyte sur le stipe de *Laminaria longicuris*.
14. Endophyte dans *Ralfsia verrucosa*.
15. Nécessite une étude monographique.
16. Épiphyte sur *Laminaria longicuris* et *Chordaria flagelliformis*.
17. Incluant *Ectocarpus confervoides*. Épiphyte sur *Laminaria longicuris*, *Chordaria flagelliformis* et *Halosaccion ramentaceum*.
18. Endophyte dans *Alaria* sp., *Laminaria digitata* et *Rhodymenia palmata*.
19. Endophyte dans *Porphyra miniata*.
20. Épiphyte sur *Zostera marina*.
21. *E. fuciola* : épiphyte sur diverses Fucacées ; *E. lubrica* : épiphyte sur *Halosaccion ramentaceum*.
22. Épiphyte sur *Rhodymenia palmata*.
23. À Moulin-à-Beaude, les individus sont particulièrement grands, pouvant atteindre 40 cm de longueur et 5 cm de largeur ; ils sont très souvent fixés sur des moules (*Mytilus edulis*).
24. Épiphyte sur *Scytosiphon lomentaria*.
25. Généralement épiphyte sur *Chordaria flagelliformis*.
26. Voir Wilce (1965).
27. Voir Widdowson (1964) et South (1970).
28. Souvent épiphyte sur *Laminaria longicuris*.
29. Épiphyte sur *Ascophyllum nodosum*. Malgré d'intenses recherches, nous n'en avons cependant pas trouvé nous-mêmes un seul individu.
30. Épiphyte sur *Laminaria* spp. et sur *Chordaria flagelliformis*.
31. Étroitement associé au *Rhodochorton purpureum* sur la face ombragée d'un rocher de l'étage médiolittoral.
32. Parasite de *Rhodomela confervoides*.

33. Dans Gauvreau (1956) sous le nom de *Spongomorpha lanosa* var. *uncialis*.
34. Nous n'avons pas trouvé nous-mêmes cette espèce dans l'estuaire, malgré d'intenses recherches. Nous avons cependant noté que dans l'herbier de Gauvreau un certain nombre d'individus identifiés à *C. officinalis* correspondaient en fait à un Hydraire, vraisemblablement du genre *Sertularella*. Nous n'avons trouvé aucun échantillon de cette espèce dans l'herbier de Gauvreau.
35. Épiphyte sur *Polysiphonia* sp.

Références

- BLIDING, C., 1963. A critical survey of European taxa in ulvales. I. *Op. bot. Soc. bot. Lund*, 8(3) : 1-160.
- BLIDING, C., 1968. A critical survey of European taxa in ulvales. II. *Bot. Notiser.*, 121: 535-629.
- CARDINAL, A., 1967a. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). I. *Naturaliste can.*, 94: 233-271.
- CARDINAL, A., 1967b. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). II. *Naturaliste can.*, 94: 447-469.
- CARDINAL, A., 1967c. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). III. *Naturaliste can.*, 94: 735-760.
- CARDINAL, A., 1968. Répertoire des algues marines benthiques de l'est du Canada. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, n° 48, pp. 1-213.
- DIONNE, J.-C., 1963. Vers une définition plus adéquate de l'estuaire du Saint-Laurent. *Z. Geomorph.*, 7: 36-44.
- DIONNE, J.-C., 1970. Commentaire n° 1. In Laverdière, C.: Les grandes divisions du Saint-Laurent. *Revue Géogr. Montréal*, 24(3): 287-289.
- GAUVREAU, M., 1939. Les algues marines du Québec. Thèse de maîtrise présentée à l'Université de Montréal, pp. 1-212.
- GAUVREAU, M., 1956. Les algues marines du Québec. Jardin botanique de Montréal, pp. 1-147.
- KEMP, A. F., 1860. A classified list of marine algae from the Lower St. Lawrence, with an introduction for amateur collectors. *Can. Nat. & Geol.*, 5: 30-42.
- PRAT, H., 1933. Les zones de végétation et les faciès des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent, au voisinage de Trois-Pistoles. *Naturaliste can.*, 60: 93-136.
- SOUTH, G. R., 1970. Experimental culture of *Alaria* in a sub-arctic, free flowing sea water system. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 20: 216-228.
- SOUTH, G. R. & A. CARDINAL, 1970. A checklist of marine algae of eastern Canada. *Can. J. Bot.*, 48: 2077-2095.
- TAYLOR, W. R., 1957. Marine algae of the Northeastern coast of North America. Univ. Mich. Press, Ann Arbor, pp. 1-509.
- VILLALARD, M., 1966. Les Ulvacées tubuleuses et filamenteuses de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Province de Québec). Thèse de maîtrise présentée à l'Université de Montréal, pp. 1-59, 34 pl. h-t.
- WIDDOWSON, T. B., 1964. A study of variation in the genus *Alaria* Greville. Ph. D. Thesis, University of British Columbia, pp. 1-229.
- WILCE, R. T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and Northwest Newfoundland (Ecology and distribution). *Bull. natn Mus. Can.* n° 158, pp. 1-103.
- WILCE, R. T., 1965. Studies in the genus *Laminaria*. III. A revision of the North Atlantic species of the simplices section of *Laminaria*. *Botanica Gothoburgensia*, 3: 247-256.

THE *SPARTINA* TIDAL MARSHES OF THE ST. LAWRENCE ESTUARY AND THEIR IMPORTANCE TO AQUATIC BIRDS ¹

AUSTIN REED,

Canadian Wildlife Service, Suite 801, 2700 boulevard Laurier, Ste-Foy, Québec

GASTON MOISAN ²

Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec, Québec

Résumé

Cet article décrit les principaux marais salés à *Spartina* situés sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. On y discute de l'utilisation humaine passée et présente de même que des abus. Environ 32 pour cent de l'étendue originale de 7,800 acres a été drainée et endiguée pour des fins agricoles. On y discute aussi de l'écologie des marais salés en insistant surtout sur l'utilisation de cet écosystème par les oiseaux aquatiques. Une population importante de Canard noir habite les marais à *Spartina* qui remplissent la plupart des exigences de cette espèce pour la reproduction au printemps et en été. Cet habitat constitue une source importante de nourriture pour des populations d'oiseaux nichant dans le voisinage immédiat, comme l'Eider commun, le Goéland argenté, le Goéland à manteau noir, le Grand Héron et le Bihoreau à couronne noire. Plusieurs espèces d'oiseaux de rivage de même que des milliers de migrateurs comme la Bernache du Canada et la Bernache cravant s'y arrêtent. On y conclut que les valeurs combinées de ces marécages au point de vue écologique, récréatif, éducatif, esthétique et touristique l'emportent facilement sur les valeurs agricoles actuellement exploitées.

Abstract

This paper describes the major *Spartina* marshes found along the south shore of the St. Lawrence Estuary, Québec. Their past and present use and abuse by man is discussed. An estimated 32 per cent of the original 7,800 acres of marsh has been diked-off for agricultural purposes. The ecology of the marshes is also discussed, placing particular emphasis on the ways by which this ecosystem is utilized by aquatic birds. A large population of Black Ducks inhabits the *Spartina* marshes during the spring and summer where it finds almost all of its breeding needs. Breeding populations of Common Eiders, Herring Gulls, Great Black-backed Gulls, Great Blue Herons, Black-crowned Night Herons and several species of shorebirds, as well as migrating populations of Canada Geese, Atlantic Brant and other aquatic birds rely on this habitat as a source of food. It is concluded

¹ Contribution no 82 du Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec 10.

² Adresse actuelle : Service de la faune, 8191, Avenue du Zoo, Orsainville, Québec.

that potentially the St. Lawrence *Spartina* marshes' combined ecological, recreational, educational, aesthetic and touristic values are of greater importance than the agricultural values for which they are presently being exploited.

Introduction

Along the south shore of the St. Lawrence Estuary between St-Roch-des-Aulnaies and Trois-Pistoles, Québec, are a series of tidal marshes characterized by the presence of two grasses, *Spartina alterniflora* and *S. patens*. Studies of similar *Spartina* marshes, principally along the Atlantic coast of the United States have provided accurate descriptions of the vegetation and plant zones and have outlined their role in the ecology of tidal shorelines and adjacent marine and estuarine communities. Québec's *Spartina* marshes have received little attention from biologists and their ecological importance has not been generally recognized.

This paper describes the major *Spartina* marshes of the St. Lawrence Estuary and outlines some of the ways in which they differ from their New England counterparts. Man's past and present impact on this ecosystem are discussed and the importance of these marshes to aquatic birds is stressed.

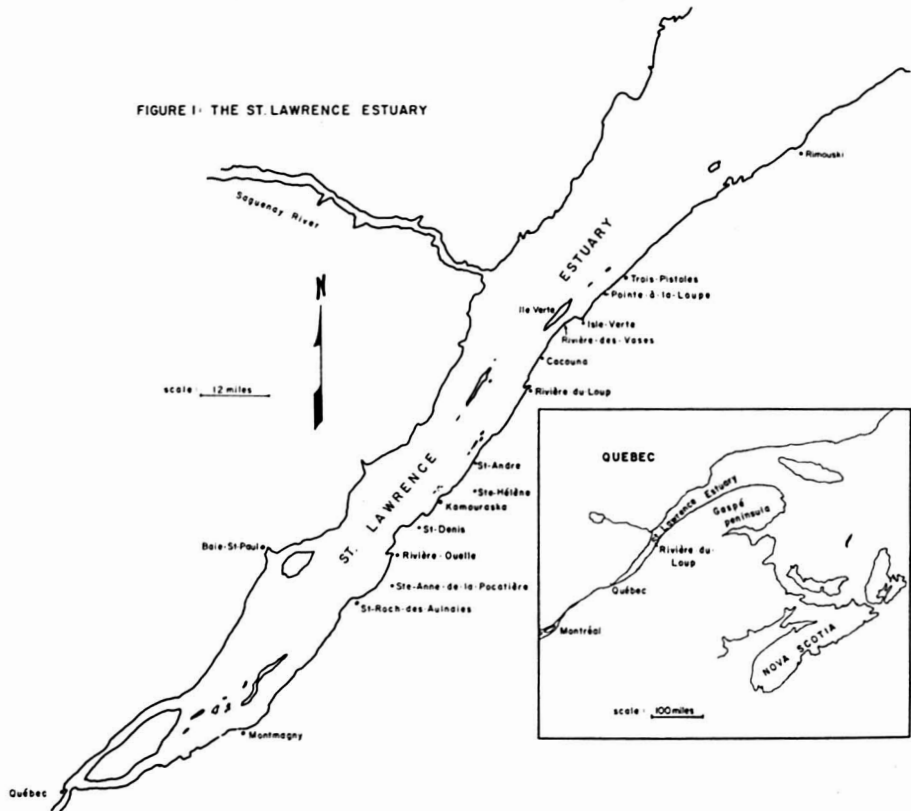


FIGURE 1. The St. Lawrence Estuary.

General description

Various *Spartina* marshes of the Atlantic coast of the United States have been described in detail and the features common to all *Spartina* marshes discussed (Miller and Egler 1950, Redfield 1967, Teal and Teal 1969, and others). A summary description of the St. Lawrence estuary follows, emphasizing the particularities of *Spartina* marshes in that area.

Between St-Roch-des-Aulnaies and Trois-Pistoles (Fig. 1), where the major marshes are located, the estuary has an average width of approximately 14 miles. Tidal amplitude is approximately 12 feet at mean tides and 19 feet at large tides. Salinity varies from about 12‰ in the upstream portion to 25‰ in the downstream portion of the study area (Nadeau 1938, Lavoie and Beaulieu 1971). Mean monthly air temperatures at Ste-Anne-de-la-Pocatière are 11.8°F in January and 65.8°F in July (Villeneuve 1967). The south shore of the estuary is underlain by red, gray and green slates of Ordovician origin (Laverdière and Morin 1941). In comparison with New England tidal marshes, those of the St. Lawrence are subject to extreme conditions of ice, tide, current and climate. Furthermore there are no large bays or inlets along the south shore of the estuary and the shallow bays in which the marshes are found offer little protection from wind, wave, current and ice action. These factors seriously affect the rate of sedimentation (hence the build up of thick sediments and peat) and the expansion of existing marshes. The St. Lawrence marshes are therefore underlain by a shallower layer of peat and sediment than those of New England.



FIGURE 2. Area of abundant *Ruppia* pools in the *Spartina patens* zone – immediately west of Isle-Verte.

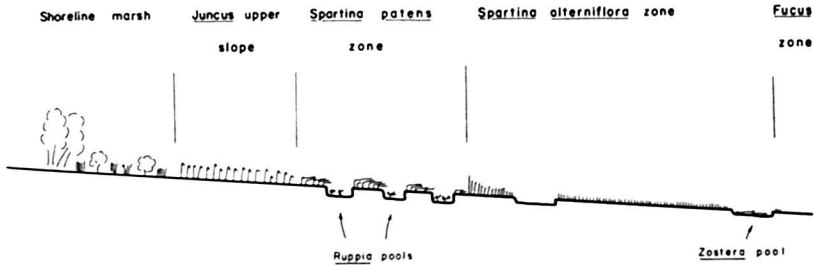


FIGURE 3. Schematic cross section of a St. Lawrence tidal marsh.

Another apparent particularity of the St. Lawrence marshes is their characteristically high density of small pools, which occur mainly near the landward border (Fig. 2). Teal and Teal (1969) explain that similar pools in New England marshes are formed in areas where sedimentation is locally reduced. The death of plants and the rotting of their rhizomes tend to deepen these pools. The abundance and density of such pools in New England marshes appears to be considerably less. Hamelin and Cailleux (1966), working in a small marsh in the St. Lawrence Estuary, explained the formation of pools by the action of ice and tides: blocks of turf are pulled out and transported by the ice with the rising tide. We also have seen abundant evidence of this manner of pool formation. The large number of pools in the St. Lawrence marshes appears to be a consequence of extreme ice and tidal action.

The following description of the vegetative zones of the St. Lawrence marshes is based on the observations of Reed (1970) and Prat (1933) and follows mainly Miller and Egler's (1950) zonation of a New England marsh.

Inland from the zone of *Fucus* and *Ascophyllum* is a relatively broad expanse covered almost exclusively with a single species of plant, *Spartina alterniflora* (Fig. 3). This association (*Spartinetum Alterniflorae* of Dansereau 1959) occasionally contains small numbers of *Zostera marina* (in depressions towards the seaward border) and *Salicornia europaea* (towards the landward edge). Fresh water streams flow through shallow channels in this zone and their banks are characterized by a more luxuriant and taller growth of *S. alterniflora*. In general the inland border of this zone also supports a taller and denser growth. A few shallow pools are found here. All of this zone is regularly flooded except for a narrow belt along the landward border which may remain dry during periods of weak tides.

Inland from this zone is an almost equally pure association of *Spartina patens*, the *Spartinetum Patentis* of Dansereau (ibid.). Abundant deep pools or potholes, many containing dense growth of *Ruppia maritima*, are characteristic of this zone (Figs. 2 and 4). It is flooded regularly except during periods of weak tides.



FIGURE 4. *Ruppia* pools in the *Spartina patens* zone. The lighter coloured expanse of vegetation in the background is the *Spartina alterniflora* zone – near Pointe-à-la-Loupe.

Overlapping with this and the following zone is a complex association of forbs. Plants such as *Limonium Nashii*, *Spergularia canadensis*, *Ranunculus Cymbalaria*, *Triglochin maritima*, *Glaux maritima*, *Suaeda maritima*, *Plantago juncooides* and *P. oliganthos* occur seaward while *Atriplex patula*, *Potentilla anserina* and *Hordeum jubatum* are found landward.

On still higher gently sloping areas is a zone characterized by the presence of *Carex* (mainly *C. paleacea*), *Juncus Gerardi*, *J. balticus* and *Scirpus maritimus*. This is the equivalent of Miller and Egler's (1950) "Juncus upper slope". Pools are less abundant in this zone which is flooded only by very large tides.

Local particularities of drainage in the above two zones (*Spartina patens* zone and the *Juncus* slopes) produce two distinct modifications of the vegetation. Following periods of large tides, areas of poor drainage retain quantities of surface water which upon evaporation attain salinity beyond the tolerances of the plants characteristic of these zones. In order of increasing salinity these areas will be occupied by *Salicornia europaea* and stunted *Spartina alterniflora*, then only *Salicornia* and finally bare mud and algal scum. These areas are known as *Salt pannes* (Miller and Egler 1950). The second distinct habitat is formed by fresh water seepage, producing areas characterized by *Typha angustifolia* and *Sparganium eurycarpum*.



FIGURE 5. A water control structure (aboiteau) on a dike near Kamouraska. The flapgate has become non-functional from accumulation of tidal trash.

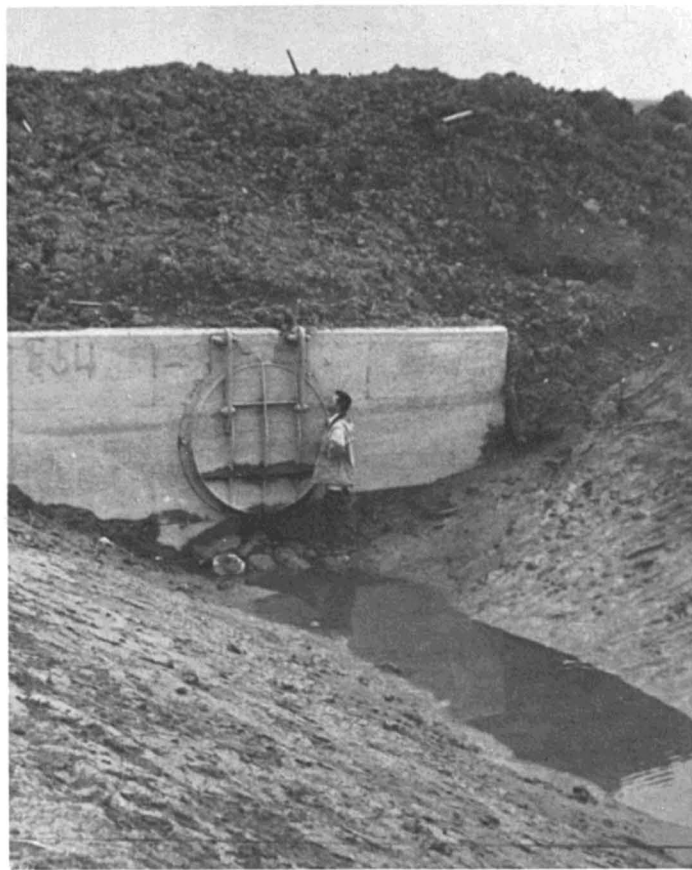


FIGURE 6. A newly constructed aboiteau near Ste-Anne-de-la-Pocatière.

Further inland on land flooded only by extreme high tides is a zone characterized by shrubs and grasses. This is the *Shoreline marsh* of the present study (called the *Shrub border* by Miller and Egler 1950). Towards the seaward border of this zone *Spartina pectinata*, *Calamagrostis canadensis*, *Carex* spp., *Juncus balticus* and *Myrica Gale* are common while *Alnus crispa* frequently forms the landward edge.

Description of individual marshes

The gradually sloping shoreline of the St. Lawrence south shore is occasionally interrupted by high rocky outcrops. These outcrops do not support marsh vegetation and therefore divide the marshland into smaller segments which can be more conveniently described.

The most important of these individual marshes are listed and described in Table 1.

Downstream from the study area the shoreline becomes abrupt and rocky shorelines predominate right around the Gaspé Peninsula. However in some bays and estuaries small *Spartina* marshes are found. Similar conditions are found on the north shore of the estuary northeastward from Baie St-Paul. Upstream from the study area large tidal marshes are found but they show a marked difference in vegetation. Within a short distance of the study area *Spartina alterniflora* and *S. patens* are replaced by *Scirpus americanus*, *Zizania aquatica* and *Sagittaria* spp.

The influence of man

The history of man's activity in this area dates back to the late seventeenth century when the French began colonization of the St. Lawrence valley. The relatively rich marine deposits of the lowland plain were cleared of their forest cover and used for pasture and cultivation. Early use of the shoreline and tidal marshes was probably restricted to grazing although there was also some mowing. Soon after, drainage ditches were probably dug across the higher portions of the marsh and simple dikes and retaining walls constructed along the seaward edge of the shoreline marsh or *Juncus* slopes.

Since the turn of the century more substantial dikes have been built in portions of the study area. These dikes are built of earth and clay and contain water control structures (aboiteaux) which prevent the entry of salt water within the confines of the dike while permitting the outflow of freshwater runoff. Existing dikes are from three to eight feet high, up to several miles in length and equipped with water control gates up to five feet in diameter (Figs. 5 and 6).

TABLE I

Description of the tidal marshes of the south shore of the St. Lawrence Estuary

Location	length of* shoreline (miles)	original* acreage (acres)	acreage now* in marsh (acres)	description
Baie de Ste-Anne-de-la-Pocatière (from Mont-des-Ours to Rivière-Ouelle)	4.5	1100	400	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : relatively narrow - steep gradient - fairly deep layer of underlying sediment as indicated by deep drainage channels. - <i>S. pat.</i> zone : narrow with relatively few <i>Ruppia</i> pools. - <i>Juncus</i> slope : narrow - prior to reclamation very wide with gentle slope. - Shoreline marsh : completely eliminated by agriculture. Some vegetation typical of this zone now growing on dike.
St-Denis to Kamouraska	3.0	600	175 (also 250 reclaimed by dike but now regener- ating into marsh)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : as above. - <i>S. pat.</i> zone : bisected by dike - outside dike narrow, considerable number of <i>Ruppia</i> pools - within dike broad with few pools. - <i>Juncus</i> slope : broad - all reclaimed by a second dike. - Shoreline marsh : scattered patches along fence rows and abandoned fields.
Kamouraska to Ste-Hélène	6.0	940	725	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : as above. - <i>S. pat.</i> zone : variable in width - high density of <i>Ruppia</i> pools - large salt panne in this and following zone at SW end of marsh. - <i>Juncus</i> slope : fairly broad but now almost all reclaimed. - Shoreline marsh : scattered patches along fence rows and around rocky outcrops.

* approximate measurements made from aerial photographs

TABLE I (cont'd)

Location	length of shoreline (miles)	original acreage (acres)	acreage now in marsh (acres)	description
St-André (3 miles SW to 1.5 miles NE of St-André)	4.5	575	435	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : as above. - <i>S. pat.</i> zone : narrow, many pools. - <i>Juncus</i> slope : fairly broad - mainly intact except for narrow band reclaimed by dike in village. SW portion of reclaimed land returning to marsh. - Shoreline marsh : eliminated by agricultural and residential development.
Rivière-du-Loup (3 miles westward from Rivière-du-Loup wharf)	3.0	350	270	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : moderately broad - fairly deep drainage channels. - <i>S. pat.</i> zone : variable in width but generally narrow. - <i>Juncus</i> slope : narrow but forming a broad "tongue" at the mouth of the river. - Shoreline marsh : mostly eliminated - heavily grazed where it remains.
Cacouna (1.5 miles either side of Cacouna)	3.0	700	285	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : fairly broad on shallow sediment. - <i>S. pat.</i> zone : moderately broad with many pools - drainage and grazing in this and the following zone have led to salt panne formation in central portion of marsh. - <i>Juncus</i> slope : moderately broad - only partially reclaimed by low dikes. - Shoreline marsh : almost entirely eliminated by agriculture. <p>N.B. the construction of a large sea port at Gros Cacouna (a project which has now been suspended short of completion) has led to the filling in of almost 350 acres (all zones) in the SW portion of this marsh.</p>

TABLE I (cont'd)

Location	length of shoreline (miles)	original acreage (acres)	acreage now in marsh (acres)	description
Ile Verte Channel (from above marsh to Riv.-des-Vases-also on S. shore of Ile Verte)	4.3 } 2.0 } 6.3	500	480	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : narrow on steep slope. - <i>S. pat.</i> zone : narrow - considerable salt panne formation of uncertain cause. - <i>Juncus</i> slope : narrow - much salt panne, some mowing on rest. - Shoreline marsh : a few small remaining tracts.
Rivières-des-Vases to Rivière Verte	4.8	1200	1000	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : moderately broad on deep to moderately deep sediment. - <i>S. pat.</i> zone : broad to very broad with very high density of <i>Ruppia</i> pools. - <i>Juncus</i> slope : variable but generally broad - about 50 acres reclaimed in E. portion of marsh - some grazing and mowing. - Shoreline marsh : one large, relatively undisturbed tract (200 ft. by one mile) also some regeneration in abandoned fields - occasional burning, grazing and mowing.
Rivière Verte to Pointe-à-la-Loupe	5.2	1800	1500	<ul style="list-style-type: none"> - <i>S. alt.</i> zone : very broad on shallow sediment. - <i>S. pat.</i> zone : fairly narrow, high density of pools - in central portion draining and grazing have caused salt panne formation. - <i>Juncus</i> slope : partially reclaimed (one large dike encloses more than 100 acres of this and preceding zone near SW edge of marsh). - Shoreline marsh : all eliminated except a few small tracts.

On the basis of approximate surface areas estimated from aerial photographs (Table I), 32 per cent of the original tidal marshes described above has been eliminated or drastically altered by agricultural "reclamation" (2,080 acres or 27 per cent) and industrial development (415 acres or 5 per cent). On the remaining marshland, detrimental local operations occur which defy individual evaluation but which globally have a profound influence. These include abusive draining and grazing practices which maintain many acres in salt panne. Heavy silting at the mouths of several streams is resulting from recent programs of "stream improvement" for agricultural drainage on adjacent uplands. Access roads to wharves and fish traps also affect the salt marsh.

The importance of *Spartina* tidal marshes to aquatic birds

USE BY BREEDING SPECIES

Black Duck : By far the most abundant breeding species in the St. Lawrence *Spartina* marshes is the Black Duck (*Anas rubripes*). During the breeding season, which extends from late March through early September, its life is closely linked with the tidal marsh. Almost all feeding by breeding adults takes place there. Home ranges which include a portion of the tidal marsh and a nest site are established by individual pairs. The nest site may be some distance away from the tidal marsh on adjacent uplands or on offshore islands but there is strong evidence that the shoreline marsh constitutes preferred nesting habitat (Reed 1970). Immediately following hatching all broods are led to the tidal marsh where they remain through the two month rearing period prior to fledging and on through to autumn migration in late October. Intensive studies of brood movements (*ibid.*) showed that individual broods spent the greater portion of the rearing period in an area of tidal marsh extending some 800 yards along the shore. Newly hatched broods rarely venture out of the *Juncus* slope and *Spartina patens* zones where the *Ruppia* pools are heavily utilized for feeding. Although thus restricting the width of the portion of the tidal marsh utilized, these young broods do use most of the eventual length of the range. With increasing age the broods extend their range "seaward" by utilizing portions of the *Spartina alterniflora* zone. By flight age their range covers the full width of the marsh. These individual brood ranges are not exclusive and overlap considerably.

Brood counts carried out by aerial (helicopter) and ground surveys from 1964 through 1970 showed densities in the order of five to 15 broods per mile of shoreline. Such surveys provide data on minimum simultaneous occupancy. Allowing for unobserved broods, staggered hatching dates and brood mortality, total occupancy over the full season would be in the order of 10 to 20 broods per mile. Analysis of capture-recapture data of broods banded in Isle Verte Bay in 1968 (Reed 1970) indicated that a total of 98 broods utilized a portion of marsh extending along five miles of shoreline (density = 19.6 broods per

mile). These densities far surpass those estimated for other portions of the range (see Benson, Stotts, Retd, and Coulter and Mendall *in* Barske 1968).

Assuming average brood density of 15 broods per mile and allowing for breeding pairs which do not successfully hatch out their clutches (Reed 1970), the 40-odd miles of tidal marsh shoreline in the study area would support a breeding population of approximately 1,000 breeding pairs.

A certain number of adult females have been found during the flightless period of the post-nuptial moult in these marshes. It is suspected that a considerable number of breeding adults of both sexes moult in this habitat but their secretive habits during this stage have prevented their detection.

The apparent reasons for the intensive use of the St. Lawrence tidal and shoreline marshes by breeding Black Ducks are: 1) an abundance of invertebrate food items supported by the characteristically high primary productivity of tidal marshes supplemented by the increased edge effect produced by the high density of *Ruppia* pools and 2) the presence of vegetation which adequately conceals nests, young and moulting adults from predators and protects from inclement weather.

Other ducks: Three other species of surface feeding ducks have been found breeding in the study area but at much lower densities. In order of abundance they are the Pintail (*Anas acuta*), the Green-winged Teal (*Anas carolinensis*) and the Mallard (*Anas platyrhynchos*). All these species utilize the area in a similar manner to the Black Duck.

The islands of the St. Lawrence Estuary which are adjacent to the study area serve as nesting sites for a breeding population of Common Eiders (*Somateria mollissima*) which exceeds 20,000 breeding pairs (Reed and Cousineau 1967). The life of these diving ducks is not as closely linked to the tidal marshes as are those of the surface feeding species. Adult Common Eiders feed mainly offshore in zones of *Fucus* and *Laminaria*. During the brood rearing period many eider ducklings can be seen feeding in the *Spartina alterniflora* zone at high tide. Even when feeding outside of the tidal marsh the eiders are undoubtedly exploiting food sources which are nourished by detritus washed out of the marsh by tides and currents.

Other aquatic birds: Several hundred Great Blue Herons (*Ardea herodias*) and Black-crowned Night Herons (*Nycticorax nycticorax*), which nest mainly on nearby islands, rely to a large extent on the *Ruppia* pools of the *Spartina patens* zone as a source of food.

Common snipe (*Capella gallinago*) nest, feed and raise their young in the shoreline marsh and tidal marsh. Killdeer (*Charadrius vociferous*) and Spotted Sandpipers (*Actitis macularia*) nest in adjacent fields or on gravelly beaches

but raise their young in the tidal marsh. Tanguay (1964) has reported Virginia Rails (*Rallus limicola*) nesting near Rivière-Ouelle.

Small numbers of Herring Gulls (*Larus argentatus*) and Great Black-backed Gulls (*L. marinus*), from a large population which nests on nearby islands, establish feeding territories (see Drury and Smith 1968) along the tidal marsh.

Miscellaneous breeding birds: Redwinged Blackbirds (*Agelaius phoeniceus*) and Common Grackles (*Quiscalus quiscula*) nest in the shrubby vegetation of the shoreline marsh. Sharp-tailed Sparrows (*Ammodramus caudacuta*), Savannah Sparrows (*Passerculus sandwichensis*) and Song Sparrows (*Melospiza melodia*) nest on nearby dry land but gather food in the tidal marsh as do Common Crows (*Corvus brachyrhynchos*). Locally breeding Marsh Hawks (*Circus cyaneus*) and Pigeon Hawks (*Falco columbarius*) also occasionally hunt in the marsh.

USE BY MIGRATING AQUATIC BIRDS

Ducks and geese: The most common duck of the tidal marshes during migration periods remains the Black Duck. Large numbers of Green-winged Teal and Pintail also use the area during spring and fall migration. Smaller numbers of Blue-winged Teal (*Anas discors*) and Mallards are also present. Large numbers of Green-winged Teal, predominantly adult males, move into the tidal marshes in late July and early August. Presumably many of them undergo the post breeding moult there.

Canada Geese (*Branta canadensis*) are prominent spring migrants. Several thousand spend the greater part of April and May in the tidal marshes and adjacent grain fields. The fall migration is less spectacular with smaller numbers moving through more rapidly between mid October and mid November. Many thousand Brant (*Branta bernicla*) inhabit the tidal marshes in April and May. They are rare during fall migration. Some 5,000 Greater Snow Geese (*Chen hyperborea atlantica*) regularly utilize portions of the *Spartina* marshes near Kamouraska each spring. The remaining portion of the world population of this subspecies (which in recent years has exceeded 70,000 individuals – J.D. Heyland and M. Laperle, personal communications) utilizes the *Scirpus americanus* tidal marshes further upstream. Their use of the *Spartina* marshes is reduced during autumn migration.

Other aquatic birds: Many shore birds migrate through the tidal marshes. Many thousand Black-bellied Plovers (*Squatarola squatarola*) and Semipalmated Plovers (*Charadrius semipalmatus*) stop off for extended periods in spring and fall. Smaller numbers of American Golden Plovers (*Pluvialis dominica*) and Ruddy Turnstones (*Arenaria interpres*) are also present. Common Snipe, Whimbrel (*Numenius phaeopus*), Greater and Lesser Yellow-legs (*Totanus mela-*

noleucus and *T. flavipes*), Pectoral Sandpipers (*Erolia melanotos*), White-rumped Sandpipers (*E. fuscicollis*), Baird's Sandpipers (*E. bairdii*), Least Sandpipers (*E. minutilla*), Short-billed Dowitchers (*Limnodromus griseus*), Sanderlings (*Crocethia alba*) and Semipalmated Sandpipers (*Ereunetes pusillus*) are common migrants. Spotted Sandpipers, Solitary Sandpipers (*Tringa solitaria*), Purple Sandpipers (*Erolia maritima*) and Dunlins (*E. alpina*) may also be observed. Rare migrants include Willets (*Catoptrophorus semipalmatus*), Knots (*Calidris canutus*) and Hudsonian Godwits (*Limosa haemastica*). Many of these species are more abundant in spring migration than in fall migration.

Soras (*Porzana carolina*) and Virginia Rails (*Rallus limicola*) are occasionally seen on migration. The American Coot (*Fulica americana*) is a rare migrant.

Great Blue Herons, Black-crowned Night Herons and American Bitterns (*Botaurus lentiginosus*) are frequently seen as are Herring Gulls, Great Black-backed Gulls and Ring-billed Gulls (*Larus delawarensis*).



FIGURE 7. Seaward border of diked land planted with oats and barley. Note stunted growth and bare patches.

Discussion

It was pointed out earlier that approximately 32 per cent of the St. Lawrence *Spartina* marshes has been eliminated largely through "reclamation" for agriculture. The reclaiming dikes, and particularly their water control structures, require meticulous maintenance to assure their operation, especially during periods of large tides and severe ice conditions. It generally requires

several years before the salt has been sufficiently leached from the soil to permit the growth of crops. It requires only a single malfunction of a control gate to reflood the diked plot with salt water.



FIGURE 8. Same field as Figure 7 – mid point between dike and former high tide line.



FIGURE 9. Same field as Figures 7 and 8 – former high tide line. Here the growth of cereal crops approaches that above the tide line. This land, near Isle-Verte, was diked off approximately 20 years ago.

Under intensive management and care the capabilities of the soil may approach those of the adjacent lowland plain (see Figs. 7-9). But even these soils are classified as having "moderately severe" to "severe limitations restricting the range of crops and/or require special conservation practices" (Classes 3 and 4 as shown on the maps of soil capability for agriculture published by the Canada Land Inventory of the Agricultural and Rural Development Act). This same inventory classifies the tidal marshes as Class IS and 2S (lands having no significant or only very slight limitations to the production of waterfowl and also being important to migrating birds).

Mediocre yields in diked-off areas have undoubtedly provided insufficient incentive to the farmers to care properly for their dikes and water control gates. Most of the land has remained unproductive and in many cases has been abandoned.

Despite the obvious results of past efforts, resurgence of diking of tidal marshes is presently occurring. On the basis of interviews with several farmers of the area, we conclude that recent attempts have been stimulated by the availability of heavy machinery which has been placed at the farmer's disposal and for which the government pays the lion's share. Each farmer has the right to a certain number of hours of subsidized bulldozer or power shovel operation. Use of this facility to dike off tidal land appears more a question of "using up" the allotted subsidy rather than a sincere attempt to increase productive surface area. The time consuming maintenance operations required to assure efficient functioning of these structures appears inconsistent with the attitudes and/or ability of the majority of today's farmers – further jeopardizing the likelihood of success of such endeavours.

Such an approach to land use seems rather narrow and unpromising, particularly when salt marsh ecology is taken into consideration. The studies of Teal (Teal 1962, Teal and Teal 1969) and Odum and de la Cruz (1967) have pointed out the very high rate of primary productivity of *Spartina* marshes. In terms of weight of organic material produced per unit surface, the *Spartina* marsh greatly surpasses all other natural ecosystems and matches the production of the most fertile arable land under very intensive management. This high primary productivity is due largely to 1) the remarkable ability of *Spartina* to capture and utilize solar energy and 2) regular tidal flooding which provides a constant flow of nutrients and elimination of toxic wastes. Obviously the mechanisms of such an efficient unit of production are lost when dikes are put in and agricultural crops planted. Salt marsh production is based on a *detritus chain* (Odum and de la Cruz 1967) which means that the "food" produced is mainly in the form of small particles of decomposed *Spartina* and bacteria. Within the marsh production is directly beneficial only to the detritus eaters (certain invertebrates and fish). Man must exploit for food at a higher level of the chain (shellfish, fish and certain birds).

Of still greater ecological significance is the fact that approximately half of the organic production of the marsh is removed by tides and animal activity (Teal 1962, Teal and Teal 1969). Adjacent marine and estuarine communities (and to a lesser extent land communities) benefit greatly from the marsh's bounty. The extensive *Spartina* marshes of the St. Lawrence are undoubtedly of great importance to food chains of the estuary and gulf. Commercial evaluation of tidal marshes as food producers must take into account this important factor of "nourishment" of adjacent communities.

In this age of urbanization it is becoming increasingly evident that the recreation afforded by natural areas is of extreme importance to the well being of our society. The combined effects of the *Spartina* marsh's relatively simple ecology, its abundant plant and animal life and its vast open expanses provide an enormous potential for the establishment of interpretive centres and other educational, recreational and touristic attractions. These values have been recognized and are being acted upon by our neighbours to the south. We have attempted in this paper to document the diversity and abundance of the St. Lawrence *Spartina* marshes' bird fauna. Non consumptive uses (bird watching, ornithological study) and consumptive uses (hunting) of this resource are only two of the many potentials of the marsh. Hunter bag checks carried out by the Québec Wildlife Service and the Canadian Wildlife Service in recent years suggest that the tidal marshes described above furnish in excess of 400 man days of recreation on the opening day of the waterfowl hunting season alone.

Although an economic evaluation of the potential importance of the St. Lawrence *Spartina* marshes' ecological, recreational, educational, aesthetic and touristic values is all but impossible at this time, it appears to us that these values greatly surpass their agricultural value. The former values exist naturally and require only legal protection for their preservation. Agricultural values, limited as they appear to be, require vast expenditures of public funds and careful maintenance for their realisation. It is essential that non agricultural values be taken into full consideration in future plans for development of our *Spartina* marshes.

Acknowledgements

Most of our observations on the St. Lawrence *Spartina* marshes were made while working on a study of the breeding ecology of the Black Duck which began as a graduate study at Université Laval and was continued by the Québec Wildlife Service of the Department of Tourism, Fish and Game and by the Canadian Wildlife Service. Reginald Ouellet of the Québec Wildlife Service aided considerably in the identification of shore birds. George Arsenault, Canada Land Inventory, CWS, and Claude Reny, Canada Land Inventory, Québec, provided maps of waterfowl and soil capabilities of the study region.

Doug Heyland, QWS, and Marcel Laperle, CWS, provided information on Greater Snow Goose populations.

References

- BARSKE, P., (editor), 1968. Black Duck : Evaluation, management and research - A Symposium. Wildlife Management Institute, Washington, D.C. 193 p.
- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia Laurentiana II. The principal plant associations of the St. Lawrence Valley. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, **75**: 147 p.
- DRURY, W.H. and W.J. SMITH, 1968. Defense of feeding areas by adult Herring Gulls and intrusion by young. *Evolution*, **22**: 193-201.
- HAMELIN, L.-E. et A. CAILLEUX, 1966. Le marais troué, forme nouvelle de marais littoral. *C.r. Acad. Sci. Paris*, **262**: 540-543.
- LAVERDIÈRE, J.-W. et L.-G. MORIN, 1941. Géologie des Appalaches Canadiennes entre Rivière-du-Loup et Matane. *Naturaliste can.*, **68**: 216-258.
- LAVOIE, R. et G. BEAULIEU, 1971. Salinité des eaux de surface du Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, **98**: 191-193.
- MILLER, W.R. and F.E. EGLER, 1950. Vegetation of the Wequetequock-Pawcatuck tidal-marshes, Connecticut. *Ecol. Monogr.*, **20**: 143-172.
- NADEAU, A., 1938. Salinité des eaux de l'estuaire du St-Laurent. *Contr. Stn biol. St-Laurent, Univ. Laval, Québec*, No **11**: 19 p.
- ODUM, E.P. and A.A. de la CRUZ, 1967. Particulate organic detritus in a Georgia salt marsh-estuarine ecosystem. in *Estuaries*. G.H. Lauff editor. *A.A.A.S. Publication*, **83**: 383-388.
- PRAT, H., 1933. Les zones de végétation et les faciès des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent, au voisinage de Trois-Pistoles. *Naturaliste can.*, **LX** (IV de la 3^e série) (4) : 93-136.
- REDFIELD, A.C., 1967. The ontogeny of a salt marsh estuary. in *Estuaries*. G.H. Lauff editor. *A.A.A.S. Publication*, **83**: 108-114.
- REED, A., 1970. The breeding ecology of the Black Duck in the St. Lawrence estuary. D.Sc. Thesis, Université Laval, Québec. 175 p.
- REED, A. and J.-G. COUSINEAU, 1967. Epidemics involving the Common Eider (*Somateria mollissima*) at Ile Blanche, Québec. *Naturaliste can.*, **94** (3) : 327-334.
- TANGUAY, R., 1964. Les oiseaux des Comtés de Kamouraska, L'Islet et Montmagny, P.Q. *Naturaliste can.*, **91** (12) : 309-331, **92** (1-2) : 8-58.
- TEAL, J.M., 1962. Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology* **43**: 614-624.
- TEAL, J. and M. TEAL, 1969. Life and death of the salt marsh. Little, Brown and Company, Boston, 278 p.
- VILLENEUVE, G.-O., 1967. Sommaire climatique du Québec. Vol. I. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. 168 p.

RÉACTIONS TISSULAIRES DE QUELQUES DÉMOSPONGES VIS-À-VIS DE LEURS COMMENSAUX ET PARASITES

R. CONNES, J. PARIS et J. SUBE

Laboratoire de biologie animale, Montpellier
et Station de biologie marine et lagunaire, Sète, France

Résumé

Certaines éponges présentent au contact d'un commensal ou d'un parasite des réactions tissulaires dont quatre cas sont étudiés ici. *Geodia cydonium* réagit à la présence de l'Annélide *Eunice siciliensis* par une prolifération massive de microsclères et un accroissement de la fibrogenèse. *Suberites carnosus typicus* héberge souvent l'Amphipode *Perrierella audouiniana* dans des diverticules de ses canaux. La paroi de ceux-ci est fortement renforcée à ce niveau. *Ircinia fasciculata* interpose une barrière fibreuse entre ses propres tissus et ceux du Cirripède *Balanus perforatus*. *Cacospongia scalaris* entoure l'oscule occupé par *Acasta spongites* d'un réseau dense de fibres de spongine. Cette éponge peut envahir le Cirripède et l'étouffer.

Abstract

Some Sponges show when in contact with a commensal or a parasite tissue reactions. Four cases of which have been studied here. *Geodia cydonium* reacts to the presence of the Polychaeta *Eunice siciliensis* by a massive proliferation of microscleres and an increase of the fibrogenesis. The Amphipod *Perrierella audouiniana* is often found in the diverticules of the canals of *Suberites carnosus typicus*. The wall of these canals is highly strengthened at this level. *Ircinia fasciculata* places a fibrous layer between its own tissues and those of the Cirripedia *Balanus perforatus*. *Cacospongia scalaris* surrounds the osculum where *Acasta spongites* lives, with a thick network of spongin fibers. This Sponge can invade the Cirripedia and kill it.

Introduction

Si les associations entre spongiaires et divers groupes animaux ou végétaux ont fait l'objet de nombreuses publications, peu de travaux ont été consacrés jusqu'à ce jour aux réactions tissulaires de l'éponge vis-à-vis d'organismes étrangers. Les moyens de lutte mis en oeuvre par cet invertébré primitif pour se débarrasser d'un parasite sont rarement évoqués, et Gravier (1922) est un des premiers à envisager cet aspect du problème dans une étude sur les relations entre le cirripède *Acasta* et certaines éponges *Renieridae* ou cornées.

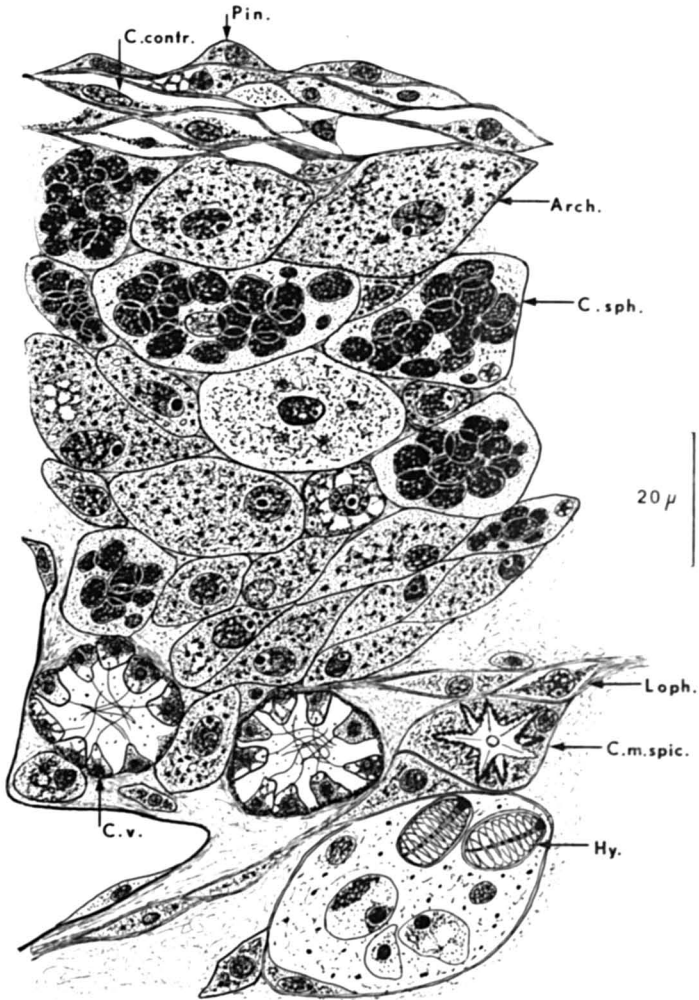


FIGURE 1: Portion de la paroi d'un canal exhalant normal de *Geodia cydonium*. Arch.: archaeocyte - C.contr.: cellule contractile - C.m.spic.: cellule-mère de spicule - C.sph.: cellule sphéruleuse - C.v.: corbeille vibratile - Hy.: Hydraire - Loph.: lophocyte - Pin.: pinacocyte.

En ce qui concerne l'histologie des réactions de défense, nous rappellerons pour mémoire les travaux de Duboscq et Tuzet (1936), Tuzet et Paris (1964) déjà mentionnés par l'un de nous dans une note précédente (Connes 1967). Signalons enfin les publications plus récentes de Cheng, Yee, Rifkin et Kramer (1968) qui étudient les mécanismes de défense interne de la Démospone *Terpios zeteki* (de Laubenfels).

Dans le cadre d'une prospection des associations entre les Spongiaires et de nombreux représentants du règne animal ou végétal, nous avons été amenés à poursuivre l'étude des moyens de défense de l'éponge, en particulier des

réactions tissulaires. Nous nous proposons de décrire dans cette note quatre cas qui ont particulièrement retenu notre attention et qui concernent les associations suivantes :

Geodia cydonium (Jameson) – *Eunice siciliensis* Grube.

Suberites carnosus typicus (Johnston) – *Perrierella audouiniana* (Bate).

Ircinia fasciculata (Pallas) – *Balanus perforatus* Brugn.

Cacospongia scalaris Schmidt – *Acasta spongites* Poli.

Geodia cydonium – *Eunice siciliensis*

Les grandes *Geodia* récoltées sur le plateau continental au large de Sète, hébergent souvent dans leurs canaux exhalants une annélide polychète errante *Eunice siciliensis*. Au contact de cette annélide, les canaux subissent une certaine modification de leur paroi que nous allons décrire en la comparant à une paroi normale.

STRUCTURE D'UN CANAL SANS ANNÉLIDE (fig. 1)

La bordure d'un canal exhalant dépourvu d'annélide ne présente pratiquement pas de sterrasters et d'oxyasters ; ces derniers, lorsqu'ils existent, sont encore situés à l'intérieur de leur cellule-mère.

On distingue successivement à partir de la lumière du canal : 1) une limitante d'endopinacocytes ; 2) une zone de 10 à 15 μ d'épaisseur, formée de 2 à 3 assises de cellules étirées, séparées par d'étroits faisceaux de collagène ou par de petites cavités. Certaines sont sans aucun doute des éléments de remplacement des pinacocytes altérés alors que d'autres rappellent davantage des cellules contractiles. 3) Vient enfin une région pouvant atteindre 150 μ d'épaisseur où alternent des archaeocytes et des cellules sphéruleuses, ces dernières étant parfois groupées en amas.

Plus en profondeur, dans le choanosome, des enclaves de 30 à 50 μ de diamètre, limitées par une sorte de cuticule et contenant de nombreux nématocystes, correspondent aux sections d'un hydraire indéterminé.

STRUCTURE D'UN CANAL OCCUPÉ PAR L'ANNÉLIDE (fig. 2, pl. I A et B)

Le fait le plus frappant est l'accumulation, au contact de l'annélide, d'un grand nombre de sterrasters de 70 à 80 μ de diamètre. Ce nombre est vingt-cinq fois supérieur à celui des mêmes spicules en bordure d'un canal non occupé. Il existe en outre des plages d'oxyasters densément imbriqués, rappelant les accumulations de chiasters signalées par l'un de nous (Connes 1967) chez *Tethya aurantium*.

L'abondance de microsclères à ce niveau masque l'assise pinacocytaire limitant normalement le canal. Entre les sterrasters et au-dessous d'eux, une multitude d'archaeocytes et de lophocytes étirés participent à la fibrogenèse.

Les éléments contractiles paraissent moins nombreux. L'épaisseur de cette zone varie entre 50 et 150 μ .

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la lumière du canal, la densité cellulaire diminue et le collagène forme des plages beaucoup plus claires, parsemées d'archaeocytes, de collencytes et de petits amœbocytes.

Dans cette région, dont l'épaisseur est à peu près identique à celle de la précédente, les cellules ne se disposent pas parallèlement à la bordure du canal mais s'orientent dans toutes les directions. Le choanosome qui fait suite est tout à fait normal, hébergeant les mêmes hydraires précédemment signalés.

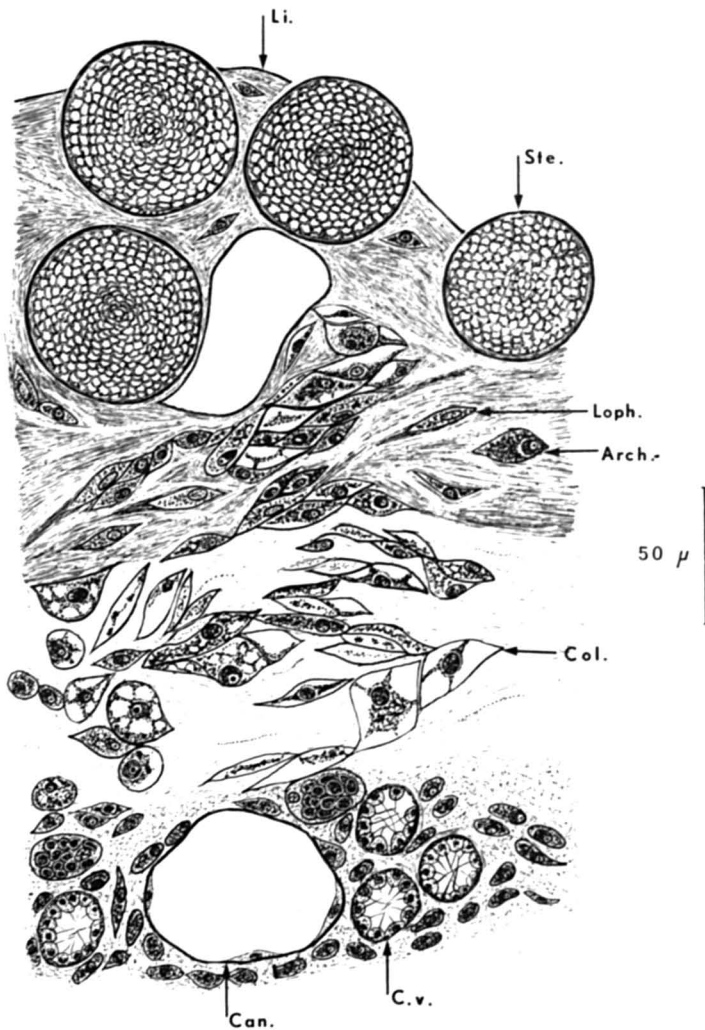


FIGURE 2 : Portion de la paroi d'un canal exhalant de *Geodia cydonium* occupé par *Eunice sicilensis*. Arch.: archaeocyte - Can.: canal - Col.: collencyte - C.v.: corbeille vibratile - Li.: limitante - Loph.: lophocyte - Ste.: sterraster.

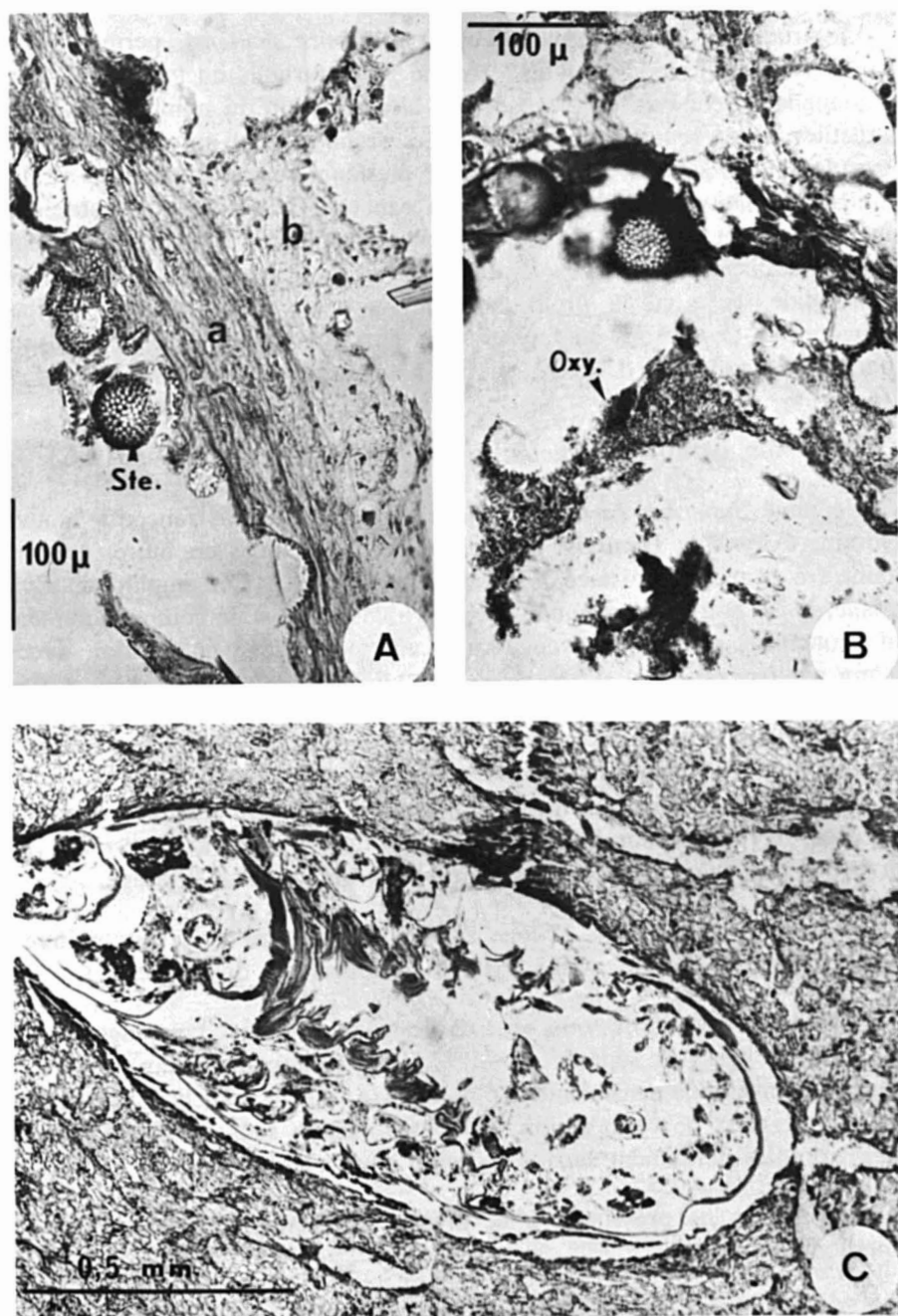


PLANCHE I : A : portion d'un canal exhalant de *Geodia cydonium* occupé par *Eunice siciliensis* : a : zone riche en cellules, en spicules et en fibres b : zone dépourvue de spicules et à faible densité cellulaire.
 B : portion du même canal faisant apparaître les boucliers d'oxyasters.
 C : coupe longitudinale d'une hernie canaliculaire hébergeant *Perrierella audouiniana*. - Oxy.: oxyasters - Ste.: sterraster.

La structure d'un tel canal, occupé par *Eunice siciliensis* permet de souligner deux types de modifications : 1) une perte partielle ou totale de l'activité fonctionnelle du conduit, caractérisée par la diminution du nombre des cellules contractiles et des cellules sphéruleuses. Les premières ont un rôle majeur dans la circulation de l'eau ; les secondes ont plusieurs fonctions dont le rejet de produits d'excrétion dans la lumière des canaux. Celle-ci étant obstruée par l'annélide, le courant d'eau n'existe pratiquement plus, et la fonction excrétrice diminue ou disparaît ; 2) l'excitation mécanique provoquée par la présence de l'annélide, entraîne la prolifération massive de deux types de spicules (sterrasters et oxyasters) qui constituent ainsi une sorte de bouclier isolant le parasite de son hôte. L'activité fibrogénétique est également accrue.

Suberites carnosus typicus – *Perrierella audouiniana* (p1.1 C)

L'éponge *Suberites carnosus typicus* dans laquelle on rencontre souvent l'Hydraire *Corynidae Dipurena halterata* Forbes, héberge en outre, avec une certaine fréquence, le crustacé *Perrierella audouiniana*. Cet amphipode *Lysianassidae*, qui à notre connaissance n'avait jamais été signalé comme commensal d'un spongiaire, occupe dans ce dernier une petite loge en relation avec le système aquifère.

Située dans la profondeur des tissus, au sein même du choanosome, cette cavité ovoïde, de 3 mm sur 1 mm environ, ne semble pas laisser à l'animal une grande aisance de mouvements. Elle se présente comme une hernie d'un canal et cette position sur le courant de nutrition, permet à *Perrierella* de se nourrir des particules en suspension dans l'eau qui traverse l'éponge.

Au contact du crustacé, la loge est limitée par une assise discontinue de pinacocytes, probablement altérée par les mouvements de ce dernier.

Immédiatement au-dessous, 4 à 5 rangées (parfois davantage) de lo-phocytes et collencytes séparés par d'étroits faisceaux de collagène, forment une sorte d'enveloppe sensiblement plus épaisse que le manchon parfois situé autour des canaux de cette région. On passe ensuite sans transition aux corbeilles vibratiles densément serrées les unes contre les autres.

Les spicules ne présentent à ce niveau, ni accroissement numérique, ni orientation particulière.

L'amphipode s'est probablement introduit à l'état larvaire dans un canal de l'éponge, en a distendu la paroi au cours de sa croissance et a engendré ce volumineux diverticule, largement ouvert sur le système aquifère. Le renforcement de la paroi de cette cavité ne peut être assimilé à une véritable réaction tissulaire mais il traduit peut-être un effort de l'hôte pour freiner le développement d'un organisme étranger.

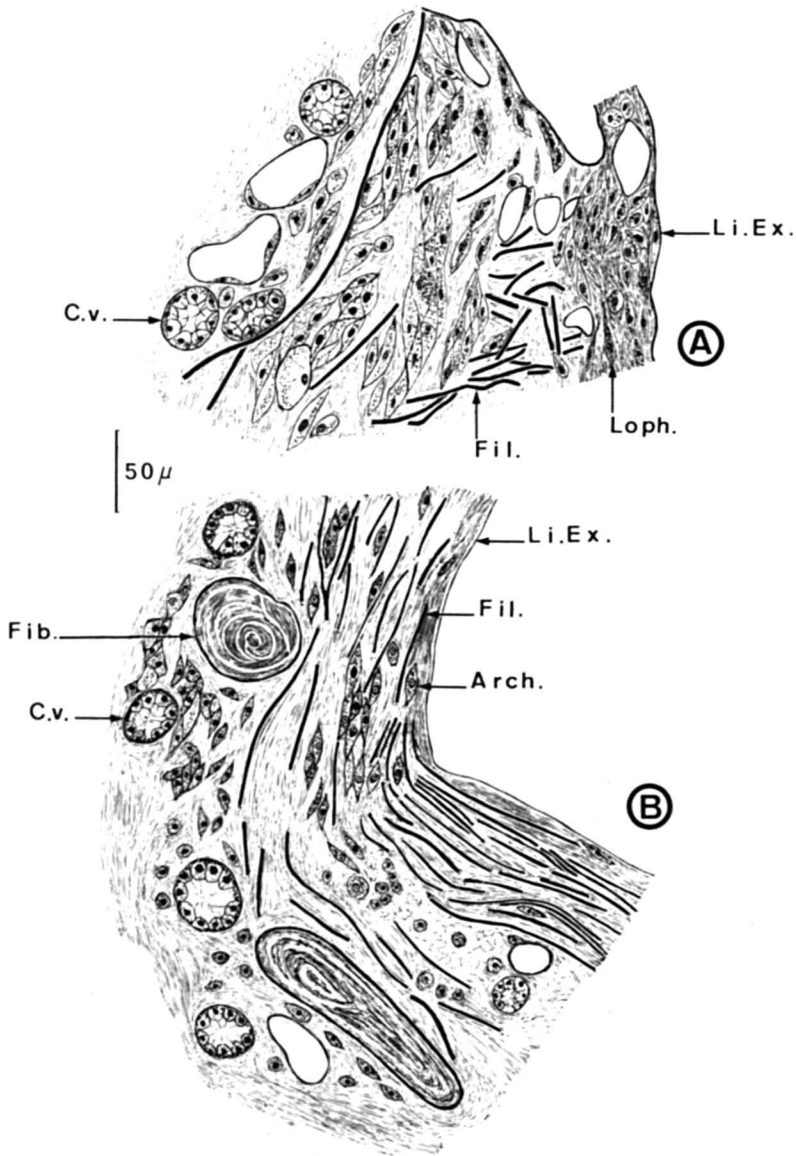


FIGURE 3 : *Ircinia fasciculata* – *Balanus perforatus*. A. : Coupe transversale d'un fragment d'ectosome d'*Ircinia fasciculata*. B. : Coupe longitudinale de la zone de contact entre l'Éponge et le crustacé. Arch.: archaeocyte – C.v.: corbeille vibratile – Fib.: fibres cornées – Fil.: filaments cornés – Li.Ex.: limitante externe – Loph.: lophocytes.

Ircinia fasciculata – *Balanus perforatus* (fig. 3)

La plupart des *Ircinia fasciculata* récoltées au "brise-lames" du port de Sète, enchâssent dans leurs tissus de nombreux cirripèdes du genre *Balanus perforatus*. Ces derniers, qui vivent en général solidement fixés aux rochers,

peuvent se maintenir en vie à l'intérieur de l'éponge, leur partie antérieure étant seule au contact de l'eau de mer. La base de la balane est séparée du substrat solide par une couche plus ou moins épaisse du corps d'*Ircinia*.

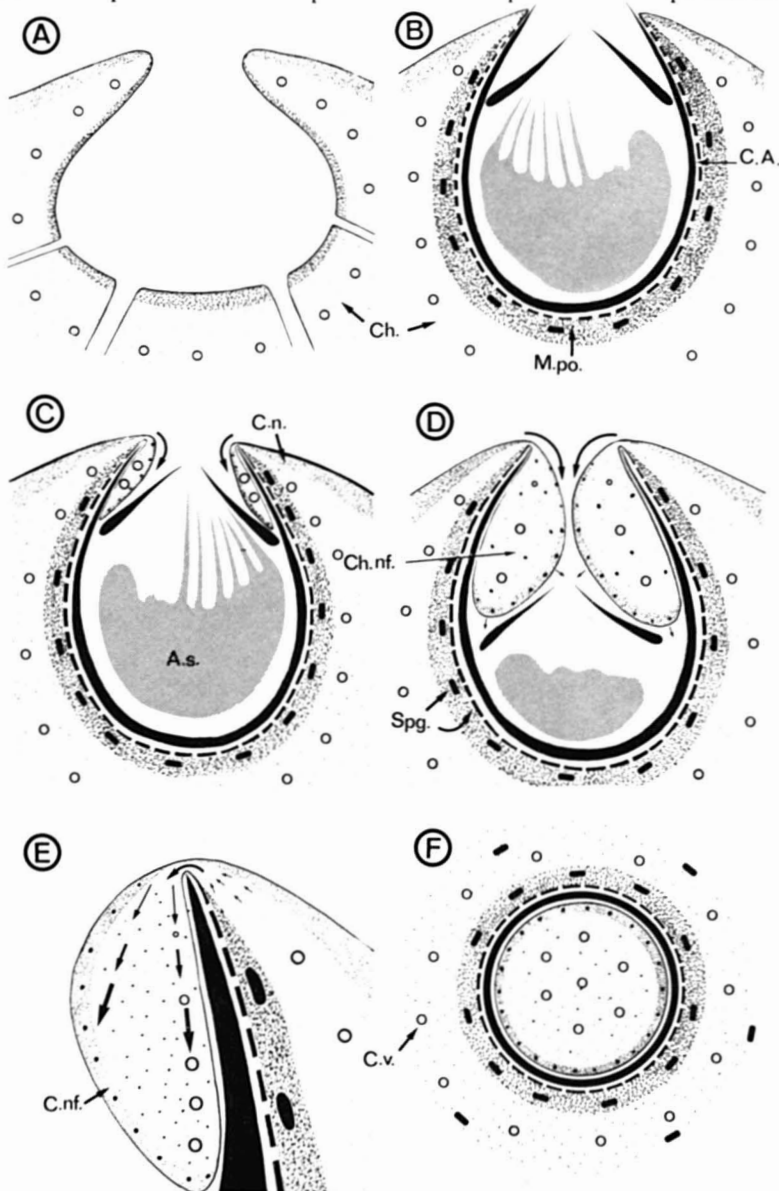


FIGURE 4: Schéma de l'envahissement d'*Acasta spongites* par *Cacospongia scalaris*. A. : coupe transversale d'un oscule libre - B. : coupe transversale d'un oscule occupé - C., D. : deux stades de l'envahissement du cirripède par l'éponge - E. : détail de la zone d'invasion - F. : coupe transversale de l'osculé obturé après étouffement du cirripède. A.s.: *Acasta spongites* - C.A.: carapace d'*Acasta* - Ch.: choanosome - Ch.nf.: choanosome néoformé - C.n.: cortex normal - C.nf.: cortex néoformé - C.v.: corbeilles vibratiles - M.p.O.: manchon périoscule - Spg.: spongière.

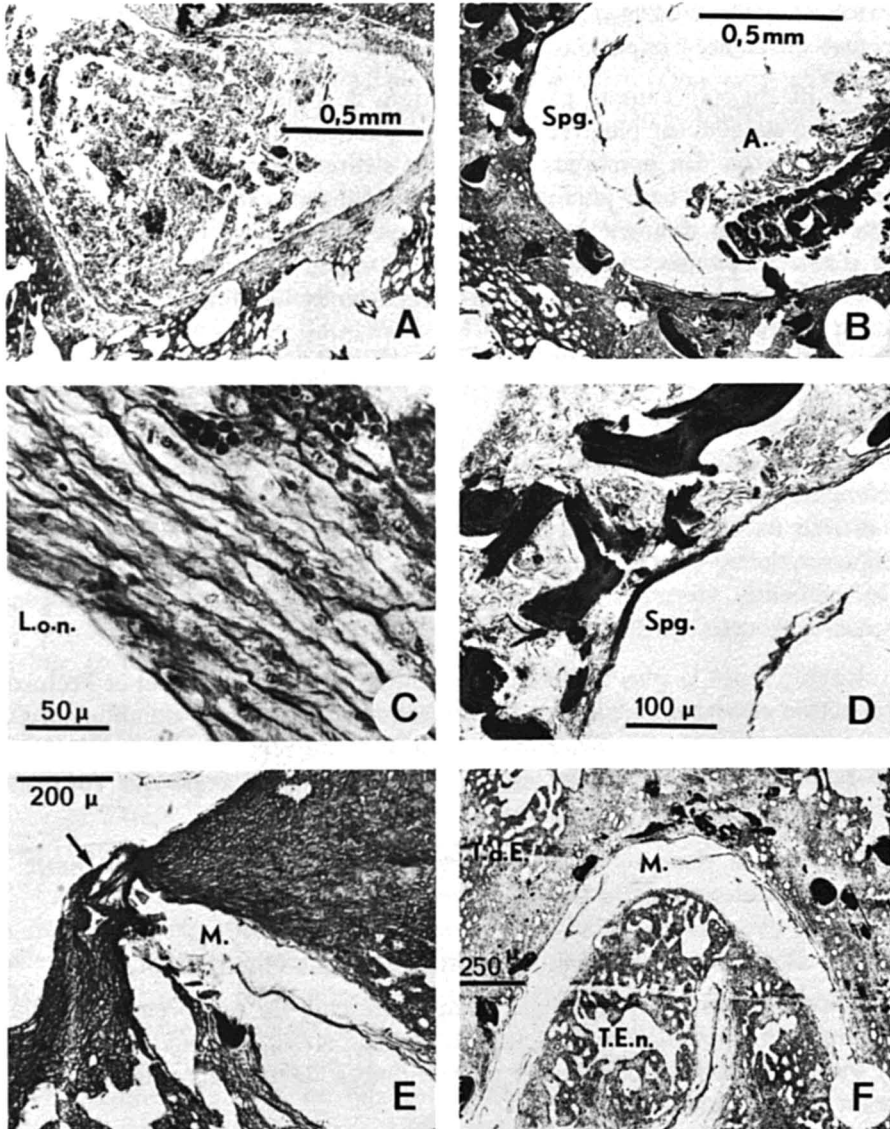


PLANCHE II : *Cacospongia scalaris* – *Acasta spongites*

A, C : coupe transversale d'un oscule libre à faible et fort grossissement
 B, D : coupe transversale d'un oscule occupé par *Acasta* à faible et fort grossissement.

E : envahissement du cirripède par l'éponge. / : zone de passage des cellules de *Cacospongia* au dessus de la muraille d'*Acasta*.

F : coupe transversale d'un oscule occupé par *Acasta* après destruction du cirripède.

Sans entraîner de modifications profondes de son hôte, ce cirripède provoque une légère réaction tissulaire de l'éponge. C'est ainsi qu'apparaît entre la balane et le choanosome d'*Ircinia*, un tissu dont la structure rappelle par certains caractères celle de l'ectosome tout en présentant avec ce dernier quelques différences importantes.

Limité du côté externe par une bordure de pinacocytes dont la structure cellulaire n'est souvent plus reconnaissable, l'ectosome a une épaisseur de 150 à 300 μ environ. De nombreux lophocytes s'étirent parallèlement à la surface engendrant jusqu'à leur immobilisation le collagène abondant à ce niveau. De petites cavités donnent à cette zone superficielle l'aspect réticulé retrouvé chez d'autres éponges. Avant d'atteindre la région des corbeilles, les cellules ectosomiales sont disposées sans ordre dans toutes les directions et beaucoup sont en migration.

Le squelette corné, formé de fibres et de filaments ne possède aucune orientation particulière.

Au niveau de la balane, le tissu réactionnel est limité par une mince bordure de 1 à 2 μ d'épaisseur qui ne présente aucune structure cellulaire. En arrière de cette limitante, du collagène en plages uniformes, parsemé de quelques cellules, occupe une zone de 25 à 30 μ environ. Entre cette région et les corbeilles vibratiles, le collagène beaucoup plus fasciculé est engendré par des lophocytes et des archaeocytes en déplacement.

La différence la plus caractéristique entre ce tissu réactionnel et l'ectosome banal réside dans l'abondance et la disposition des filaments de spongine. Ces derniers sont orientés parallèlement à la surface de séparation éponge-crustacé et le renforcement squelettique est très accentué dans l'angle que forment la "base" et la "muraille" du cirripède.

L'éponge a donc tendance à interposer une barrière fibreuse entre ses propres tissus et ceux de la Balane.

Cacospongia scalaris – *Acasta spongites* (fig. 4 et pl. II)

L'éponge cornée *Cacospongia scalaris* présente de nombreuses cheminées osculaires occupées par un crustacé cirripède, *Acasta spongites*. Les autres sont vides ou emplies d'un amas de substances de déchets éliminées par le courant de nutrition.

La différence la plus frappante entre oscules libres et oscules occupés par *Acasta* est la présence, autour de ces derniers, de fibres cornées plus ou moins nombreuses.

STRUCTURE D'UN OSCULE LIBRE (pl. II A et C)

La lumière d'une cheminée osculaire libre est limitée par un manchon de 70 à 80 μ d'épaisseur formé de collagène et de cellules étirées. Le choano-

some qui fait suite, à l'intérieur des tissus, est normal et riche en corbeilles vibratiles.

Une fine pellicule plus ou moins plissée, de $0,5 \mu$ d'épaisseur, borde le manchon périoscule. Cette limitante desquamée par endroits, probablement à la suite d'un choc mécanique, se présente en plusieurs points comme un simple épaissement du collagène sous-jacent et n'offre aucune structure cellulaire. On ne trouve pas, comme on pourrait s'y attendre, de véritable bordure pinacocytaire.

Le collagène est beaucoup plus dense vers la lumière de l'oscule qu'à la limite du manchon périoscule et du choanosome. Ses faisceaux forment des bandes irrégulières, à peu près parallèles au bord de la cheminée. Les cellules les plus représentées sont les lophocytes et les cellules contractiles, ces deux catégories étant difficiles à différencier en microscopie photonique. Elles sont parallèles au bord de l'oscule, mais ont tendance à se disposer de manière hélicoïdale par rapport au tube grossièrement cylindrique que représente la cheminée osculaire. Beaucoup d'entre elles, après avoir participé à la fibrogenèse par leur extrémité postérieure et leurs côtés, perdent leurs granulations intracytoplasmiques. Elles diminuent de volume et engendrent ainsi des sortes de cavités dont le contour est souligné par du collagène plus dense. Lophocytes et cellules contractiles sont plaqués sur un côté de ces cavités ou les traversent dans leur plus grande dimension. Quelques amœbocytes et lophocytes au repos ne sont pas étirés. Les cellules contractiles se prolongent très loin et participent rarement à la fibrogenèse.

À la limite du manchon périoscule et du choanosome, des cavités plus importantes que les précédentes renferment des cellules dégénérantes, parfois des noyaux seulement.

STRUCTURE D'UN OSCULE OCCUPÉ (pl. II B et D)

Le manchon périoscule de l'oscule occupé par *Acasta* est renforcé par de nombreuses fibres de spongine, le plus souvent absentes autour des oscules libres. Son épaisseur (100 à 250μ) est supérieure à celle du manchon précédemment décrit. Une mince couche de spongine de 2 à 3μ d'épaisseur, parfois davantage, a même tendance à se former autour de la cheminée, immédiatement au-dessous de la fine pellicule limitante. Les fibres de cette couche périphérique sont en relation étroite avec des éléments de plus fort calibre (50 à 60μ de diamètre), situés plus en arrière.

La structure classique du manchon, avec cellules étirées parallèles au bord de la cheminée et le plus souvent en hélice, est conservée par endroits. En d'autres points, elle cède le pas à des plages de collagène plus pauvres en cellules (archaocytes, lophocytes, quelques cellules sphéruleuses) et riches en fibres de spongine. Le choanosome qui fait suite du côté interne, ne présente rien de particulier.

ENVAHISSEMENT DU CIRRIPEDE PAR L'ÉPONGE (fig. 4 et pl. II E)

Lorsque le cirripède est depuis un certain temps dans l'oscule de *Cacospongia*, l'éponge a tendance à l'envahir en pénétrant par la partie supérieure. Comme la zone de pénétration, au-dessus de la muraille, est très mince, on pourrait penser que cette dernière a repoussé vers le haut les tissus de l'éponge. Il semble en réalité que le cortex des bords de l'oscule prolifère abondamment et que de nombreux archaeocytes migrent par cette voie entre le corps du cirripède et sa muraille. Ils se différencient à ce niveau en plusieurs catégories cellulaires pour redonner du choanosome vers l'intérieur (au contact de la muraille) et de l'ectosome vers la lumière de l'oscule. Ce dernier offre une très faible densité cellulaire et beaucoup de collagène.

En même temps que les archaeocytes étirés par leur migration et participant à la fibrogenèse, on voit passer dans la zone de prolifération, des lophocytes, des amoebocytes et quelques cellules sphéruleuses.

OSCULES OBTURÉS PAR L'ÉPONGE APRÈS DESTRUCTION DU CIRRIPEDE (pl. II F)

Nous avons observé plusieurs fois un envahissement complet de la loge d'*Acasta* par l'éponge qui a ainsi détruit le cirripède parasite. On observe alors sur des coupes transversales : 1) les parois de l'ancien oscule, avec une abondance de fibres de spongine caractéristique de la réaction ; 2) un espace vide correspondant à l'emplacement de la muraille ; 3) à nouveau de l'éponge typique dans l'ancienne loge d'*Acasta*. Cette masse centrale est très riche en choanocytes et, contre la muraille, se différencie une mince couche de nature corticale.

Les parois de l'ancien oscule occupé ont un peu changé d'allure à ce stade. Il y a beaucoup moins de cellules disposées en assises parallèles à la muraille du cirripède, ce qui est normal puisque l'oscule n'est plus fonctionnel à ce moment-là et que beaucoup de cellules contractiles ont dû disparaître.

Le développement d'*Acasta*, qui entraîne les modifications histologiques dont nous venons de parler, perturbe le fonctionnement de l'oscule. Aucun canal ne débouche plus dans cette cavité et de nouvelles cheminées osculaires s'ouvrent dans le voisinage de l'oscule occupé. Pendant que le squelette corné se renforce et que le manchon périoscule s'appauvrit en éléments cellulaires, de nombreux archaeocytes franchissent la muraille du cirripède et l'éponge va peu à peu envahir puis étouffer le parasite.

Conclusion

Les réactions tissulaires des éponges vis-à-vis d'organismes étrangers varient considérablement suivant les espèces et il est difficile, pour le moment, de classer ces manifestations de défense.

Nous n'avons jamais rencontré, dans les quatre cas envisagés ici, de réaction aussi spectaculaire que celle provoquée par *Leucothoe spinicarpa* chez *Tethya aurantium* (Connes 1967).

Les types réactionnels les plus simples sont réalisés par *Suberites carnosus* (renforcement limité de la paroi d'un canal autour d'un amphipode) et par *Ircinia fasciculata* (intensification du squelette corné parallèlement à la surface de séparation entre l'éponge et une balane).

Geodia cydonium montre par contre, au contact d'une annélide, une perte de fonction du canal qui l'abrite et un renforcement considérable de sa paroi par suite d'une prolifération massive de spicules.

La réaction de l'éponge cornée *Cacospongia scalaris* au contact du cirripède *Acasta spongites* est avant tout caractérisée par la prolifération d'un réseau dense de fibres de spongine. La paroi de l'oscule dont le fonctionnement normal est rapidement perturbé change de structure et l'éponge réussit peu à peu à étouffer le parasite. Malgré sa rareté, un tel processus de défense justifie pleinement la remarque de Gravier (1922) : " Les êtres sédentaires comme les éponges se défendent, à leur façon, contre leurs hôtes encombrants, commensaux ou parasites, qu'ils enveloppent finalement et auxquels ils fournissent d'abord un gîte et, ultérieurement, un tombeau ".

Références

- CHENG, T. C., H. W. F. YEE, and E. RIFKIN, 1968. Studies on the internal defense mechanisms of Sponges. I. The cells types occurring in the mesoglea of *Terpios zeteki* (de Laubenfels). *Pacif. Sci.*, Hawaii, **22**, 395-401.
- CHENG, T. C., E. RIFKIN and H. W. F. YEE, 1968. Studies on the internal defense mechanisms of Sponges. II Phagocytosis and elimination of India ink and carmine particles by certain parenchyme cells of *Terpios zeteki*. *J. Invertebrate Pathol.*, **11**, 302-309.
- CHENG, T. C., H. W. F. YEE, E. RIFKIN and M. D. KRAMER, 1968. Studies on the internal defense mechanisms of Sponges. III Cellular reactions in *Terpios zeteki* to implanted heterologous biological materials. *J. Invertebrate Pathol.*, **12**, 29-35.
- CONNES, R., 1967. Réactions de défense de l'Éponge *Tethya lyncurium* Lamarck, vis-à-vis des microorganismes et de l'Amphipode *Leucothoe spinicarpa* Abildg. *Vie et Milieu*, Sér. A., **18**, 281-289.
- DUBOSCQ, O. et O. TUZET, 1936. Les amoebocytes et les cellules germinales des Éponges calcaires. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, 2e sér., **3**, 209-226.
- GRAVIER, C. J., 1922. Sur les relations du Crustacé et de l'Éponge chez les Cirripèdes Spongicoles. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **174**, 830-832.
- TUZET, O. et J. PARIS, 1964. Réactions tissulaires de l'Éponge *Suberites domuncula* (Olivi) Nardo, vis-à-vis de ses commensaux et parasites. *Vie et Milieu Suppl.* **17**, 147-155.

COMMUNICATION BRÈVE**DEUX CAS D'AMBICOLORATION PARTIELLE CHEZ LA PLIE,
HIPPOGLOSSOIDES PLATESSOIDES (PISCES, HETEROSOMATA),
DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT**

PIERRE BRUNEL

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

Au cours d'une étude des rapports trophiques entre les migrations verticales journalières de la Morue et celles de ses proies (Brunel, 1968), menée de 1960 à 1962 à l'entrée de la baie des Chaleurs, dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent, deux individus anormalement pigmentés de la Plie *Hippoglossoides platessoides* (Fabr.) ont été capturés au chalut.

Les caractéristiques de collection de ces spécimens sont les suivantes: 10 milles marins (16 km) au sud-est de Grande-Rivière (Gaspé-sud), Québec, 48°17'15"N. 64°19'00"O., profondeur moyenne de 110 mètres (60 brasses), fond de vase à 90-100% de limon et d'argile (<.0625 mm), 1 juin 1962, chalut à panneaux Vigner-Dahl à mailles de 10 cm (4 pouces), cul revêtu intérieurement de filet à mailles de 1.9 cm ($\frac{3}{4}$ pouce).

a) Trait de chalut de 09:00 h (échantillon n° 78): 1 spécimen de 223 mm de longueur (figure 1), dont l'asymétrie est renversée, i.e. dont le côté gauche est normalement pigmenté, au lieu du côté droit. Le côté droit ambicoloré est pigmenté et garni d'écaillés sur les trois quarts postérieurs de sa longueur.

b) Trait de chalut de 13:00 h (échantillon n° 79B): 1 spécimen de 390 mm de longueur (figure 1), dont l'asymétrie est normale. Le côté gauche ambicoloré est pigmenté et garni d'écaillés sur la moitié postérieure de sa longueur.

Les deux spécimens anormaux sont les seuls qu'on ait observés sur un total de 10723 capturés — et subséquemment mesurés au laboratoire — à la même station-pilote, visitée le jour (trois traits de chalut) et la nuit (deux traits) à intervalles approximatifs de deux semaines, de 1960 à 1962 (tableau I). La fréquence de l'ambicoloration partielle est cependant plus voisine de .04% (2 individus sur 5300) que de .08% (2 individus sur 10700) puisque les spécimens n'ont pas tous été systématiquement inspectés du côté non pigmenté.

TABLEAU I

Répartition annuelle et saisonnière des captures de plies,
Hippoglossoides platessoides, à la station-pilote D112N, baie des Chaleurs, 1960-62

Année	Dates extrêmes de pêche	Température de fond (°C)	Nombre de traits de chalut de 1 h	Nombre total d'individus capturés
1960	19 mai – 30 août	-0.3 à 2.0	40	4088
1961	5 juin – 12 octobre	-0.19 à 0.08	41	4610
1962	4 mai – 18 juillet	-0.40 à 0.19	23	2025
1960-62	4 mai – 12 octobre	-0.40 à 2.0	104	10723

Parce qu'ils étaient mesurés couchés sur leur côté non pigmenté, la probabilité était presque nulle qu'on décèle l'ambicoloration chez les individus qui étaient tombés de ce côté sur le pont du bateau peu avant qu'on les ramasse dans un bac pour les transporter au laboratoire. Il faut donc diviser par deux la probabilité de déceler l'anomalie dans les échantillons prélevés. Il est intéressant de remarquer toutefois que les deux individus anormaux ont été capturés le même jour, dans deux traits de chalut diurnes effectués à quatre heures d'intervalle.

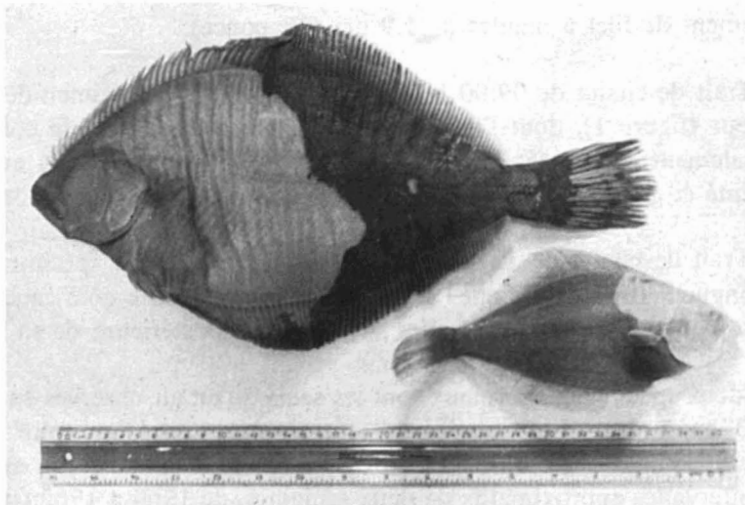


FIGURE 1. — *Hippoglossoides platessoides*, pigmentation partielle du côté normalement non pigmenté de deux individus capturés à l'entrée de la baie des Chaleurs, le 1 juin 1962. (Règle de 16 pouces portant aussi une échelle de 40 cm)

Il semble que ce soit la seconde fois qu'on signale l'ambicoloration chez l'espèce *Hippoglossoides platessoides* (Norman, 1934; Dawson, 1962), le premier cas n'ayant été l'objet que d'une phrase de Bigelow et Schroeder (1953).

L'accumulation d'informations sur les anomalies biologiques est de nature à renseigner éventuellement sur les processus normaux de développement et de croissance chez des espèces différentes, et sur les facteurs écologiques ou génétiques qui les régissent.

On trouvera dans les deux travaux de Norman (1934) et de Dawson (1962) les références bibliographiques concernant l'ambicoloration chez les poissons plats.

Références

- BIGELOW, H. B. and W. C. SCHROEDER, 1953. Fishes of the Gulf of Maine. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, 53(74): 1-577.
- 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. dissertation, Mar. Sci. Centre, McGill Univ., Montréal, 510 p.
- DAWSON, C.W., 1962. Notes on anomalous American Heterosomata with descriptions of five new records. *Copeia*, 1962(1): 138-146.
- NORMAN, J.R., 1934. A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). Vol. 1. *Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, Londres. 459 p.

REVUE DES LIVRES

EHRENFELD, D. W., 1970. **Biological Conservation**. Coll. *Modern Biology Series*. Holt, Rinehard and Winston, London. 226 p., ill. 16.2 × 23.5 cm. Broché, CAN. \$3.85.

L'ouvrage, qui traite essentiellement de la conservation de la flore et de la faune, se divise en neuf chapitres consacrés aux menaces et atteintes dont sont l'objet les communautés naturelles. Dans un louable effort didactique, l'auteur se réfère souvent à des cas précis afin de fournir des preuves concrètes d'observations de portée plus générale. Il montre bien, dans l'introduction, le caractère subjectif du concept de conservation qui ne signifie pas la même chose pour tout le monde. Suivant Ehrenfeld, la conservation a pour but de s'assurer que rien de ce qui existe dans la nature ne soit irrémédiablement perdu par suite des activités humaines, à moins que toutes les conséquences pouvant découler de cette perte n'aient été adéquatement prises en considération.

Différents facteurs affectant les communautés naturelles sont passés en revue; citons l'accroissement de la population, le développement technologique, l'appauvrissement des paysages par suite de la modernisation de l'agriculture, la défoliation (au Vietnam), l'urbanisation, les grands travaux publics. Dans ce dernier cas, l'auteur montre combien sont négligés les aspects écologiques dont les responsables de ces réalisations tendent à minimiser l'importance, aussi bien qu'ils n'entrevoient pas les conséquences de la destruction des écosystèmes. L'auteur fait sienne une idée de Aldo Léopold, à savoir l'absence d'une éthique gouvernant les rapports de l'homme avec la terre comme avec les animaux et les végétaux qui s'y développent; ces relations sont le plus souvent de nature strictement économique se préoccupant de profiter des avantages sans se soucier des obligations.

L'auteur envisage ensuite les problèmes que posent la pollution naturelle, la raréfaction de l'oxygène de l'eau, les solides en suspension, les poisons, l'eutrophisation, les déchets radioactifs, la pollution thermique, les sels minéraux, les huiles, détergents, composés dangereux, la pollution de l'air. Ces aspects sont abordés de manière objective, insistant sur les influences que les pollutions peuvent avoir sur les processus naturels et leurs conséquences; le ton de la polémique ou de l'émotivité que l'on trouve chez beaucoup de ceux qui se penchent sur ces problèmes est ici rejeté. Les avaries de pétroliers, les accidents de réacteurs, l'introduction d'espèces exotiques sont considérés et illustrés par des exemples.

L'auteur s'étend ensuite sur la description de cas précis de communautés naturelles menacées. S'appuyant sur une documentation solide, il expose les conflits qui surviennent fréquemment entre de grandes entreprises de développement et ceux qui se font les défenseurs des communautés naturelles; dans le cas de grands travaux, l'enjeu est toujours temporaire alors que les pertes encourues sont permanentes; l'issue parfois catastrophique de tels projets montre, ajoute l'auteur, qu'il est impérieux de trouver un moyen de défendre les intérêts du public contre une bureaucratie irresponsable. Aussi longtemps que tel ne sera pas le cas, aucun argument économique, scientifique ou esthétique ne pourra sauvegarder les rares communautés naturelles qui subsistent.

Après les communautés naturelles, ce sont les espèces elles-mêmes qui sont prises en considération. Les altérations des écosystèmes, le commerce des animaux sauvages,

les besoins des jardins zoologiques et des institutions médicales, la chasse, le contrôle des prédateurs, les collections des musées, la superstition sont autant de menaces qui pèsent sur les espèces animales. À condition de faire preuve de prévoyance et de discernement et de procéder à une planification de l'utilisation des ressources, la conservation des espèces et la recherche scientifique qui requiert des spécimens de diverses espèces animales sont parfaitement compatibles : il en va de même de la chasse qui, pour autant qu'elle soit rationnellement organisée, constitue une activité de conservation, puisqu'elle permet le contrôle de populations qui risqueraient de se développer à l'excès en l'absence de leurs prédateurs naturels. L'auteur s'attaque à juste titre à plusieurs mythes (menaces des prédateurs pour l'homme, le bétail domestique et le cheptel sauvage) dont la permanence a été pour beaucoup dans la réduction, voire l'extinction, d'espèces animales. Après avoir mentionné un certain nombre d'espèces animales en voie de disparition et donné les caractères des espèces menacées d'extinction, l'auteur s'étend plus en détail sur le cas de la Baleine bleue (*Balaenoptera musculus*), le plus grand animal qui ait jamais existé, qui est gravement menacé par suite des lacunes qui affaiblissent les mesures internationales susceptibles d'assurer le contrôle effectif de son exploitation.

Il est question, dans un intéressant chapitre, de la préservation des communautés naturelles : l'auteur se penche tout d'abord sur le contrôle démographique, la lutte contre la pollution et les mesures qui permettraient de prévenir nombre d'accidents industriels. Les communautés naturelles, même quand elles possèdent un statut de zones protégées n'en demeurent pas moins exposées à diverses formes d'utilisation préjudiciables. Compte tenu de l'accroissement de la population urbanisée, il est particulièrement important d'assurer la protection des communautés naturelles au niveau des municipalités et des comtés ; l'équilibre écologique est trop délicat et le territoire trop cher pour que les mesures de conservation procèdent au hasard. Conservation et développement doivent être planifiés simultanément, recevant une égale considération. Différents principes d'aménagement de communautés naturelles sont rappelés et illustrés par l'exemple classique des Cerfs du plateau de Kaibab. L'auteur souligne fort à propos la relation qui lie la diversité et la stabilité des communautés naturelles. L'homme a pris, dans certains cas, des mesures favorables à la préservation des milieux naturels, telles que l'établissement de haies, de coupe-vents, l'aménagement des talus des voies ferrées et des abords des autoroutes, l'installation d'abris artificiels pour les poissons.

L'auteur montre dans ses conclusions que les écosystèmes sont en mesure de tolérer un nombre raisonnable de perturbations sans manifester de dommages sérieux ; cependant, dès que les influences extérieures dépassent certaines limites, les systèmes naturels peuvent se détériorer rapidement et cette dégradation peut être irréversible ; cette issue grave résulte notamment de ce qu'il persiste de nombreuses inconnues au sein des interrelations existant entre les divers éléments de l'écosystème, et des conséquences difficilement prévisibles. De tels seuils de non-retour s'observent tant chez les populations animales que dans le cas des sols ou des eaux. Il nous plaît de souligner tout particulièrement l'importance que l'auteur attache à la diversité : il insiste sur le caractère irréversible de la perte de celle-ci, précisant que « le spectre de la perte irréversible de la diversité qui stabilise l'écosphère et la rend habitable, menace toutes les espèces y compris l'homme ». Ehrenfeld dégage les causes de cette situation : (1) le contexte économique ayant pour objectif l'expansion continue (aussi longtemps que l'on ne pourra pas dissocier progrès et croissance, il n'y aura pas de véritable conservation) ; (2) les systèmes politiques locaux (bien des décisions portant sur l'environnement sont prises par les pouvoirs locaux, alors que c'est à ces niveaux précisément que les gouvernants sont les plus incompetents pour traiter de ces problèmes) ; (3) les intérêts particuliers (le plus grand obstacle à l'instauration d'une politique de conservation

réside dans la difficulté de protéger le domaine public qui a été traditionnellement exploité par les intérêts privés); (4) l'adaptabilité de l'homme (l'homme, s'attendant et acceptant le changement, pourrait finir par accepter de vivre dans un environnement dégradé: on pourrait assister à une rupture du feedback essentiel au maintien d'un contrôle de la qualité du milieu); (5) le manque d'écologistes; (6) les processus de rationalisation et de négation (le public en général possède à un remarquable degré la capacité d'éviter la confrontation avec des situations désagréables). Dans les dernières pages, l'auteur réfute divers arguments très répandus qu'avancent beaucoup de gens pour s'éviter de voir les choses en face: le mythe de la grande nation (cas des États-Unis) où il reste beaucoup d'espace libre et le culte de la science, capable de résoudre tous les problèmes. Il pose finalement la question fondamentale suivante: « Que désirons-nous? » Il faudrait, ajoute-t-il, que l'on définisse « *What the good life is?* »

L'ouvrage est bien présenté et illustré de figures, tableaux et diagrammes fort appropriés. Chaque chapitre se termine par une liste d'ouvrages dont la lecture est recommandée et par des références. Cet excellent et lucide volume s'adresse à un public ayant une certaine base en biologie et en écologie. Sa lecture est recommandée à quiconque se préoccupe de l'évolution de notre environnement.

Michel MALDAGUE

Département d'aménagement et de sylviculture
Université Laval, Québec

ELLENBERG, H., (Ed.), 1971. **Integrated Experimental Ecology**. Coll. *Ecological Studies* 2. Springer-Verlag, New York. xx + 214 p., 44 tab., 53 fig. 17 × 25 cm. Clothbound, U.S. \$14.50.

This second volume of the *Ecological Studies* series is basically a progress report on the Solling terrestrial productivity study in West Germany. One of the first to be established in the IBP program, this integrated ecosystem study includes investigations of beech forest, spruce plantations, meadow-land and crop-land. In addition to an introductory survey by Prof. Ellenberg, the book has major sections on primary productivity, secondary productivity, environmental conditions and validity of results. Thirty-three authors have contributed 27 articles on subjects ranging from CO₂ gas exchange and micrometeorological measurements to mineral nitrogen in soils and energy turnover in arthropods. The articles are generally brief and depth of treatment varies widely, largely reflecting progress in particular aspects of the study. Thirteen additional projects are listed in the index but weren't available for publication. The quality of printing, illustrations and translations from German is generally good.

The book is a reply to a request for early publication from the IBP organisation and no general synthesis or integration of results is or could be attempted at this stage. The various articles tend to concentrate on approaches to problems on technical aspects of data-gathering. The data presented often serve more to illustrate procedures than to describe the functioning of ecosystems. Within the limits imposed by its interim nature, this book is a valuable contribution with much useful information, particularly for biologists involved in similar studies. From a more general point of view, the volume serves primarily to illustrate the complexity of such programs and to whet appetites for final publication.

Carl H. WINGET

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

TRICART, J., 1970. *Geomorphology of cold environments*. MacMillan, London et Toronto. ix + 320 p., 33 fig. 12 pl. h. t. 15.5 × 23.5 cm. Relié, \$12.95.

Au Québec, une bonne compréhension du milieu froid s'avère essentielle à tous ceux qui oeuvrent dans le domaine de l'aménagement rationnel des ressources et de l'espace : agriculteurs, forestiers, ingénieurs, urbanistes, biologistes et autres, puisqu'une grande partie du territoire est encore soumise aux rigueurs du froid et que la Terre-Québec vient à peine d'être libérée de l'épaisse calotte glaciaire wisconsinienne qui la recouvrait entièrement, il y a encore 12 500 ans.

L'ouvrage de Tricart, une traduction d'un livre paru en français, en 1963, constitue un guide permettant d'obtenir une bonne vue générale du milieu froid. En trois cents pages sont condensés des faits, des données précises, des principes et des idées, qui donnent le goût d'en savoir davantage. Le volume est un condensé de deux ouvrages plus substantiels publiés en collaboration avec le professeur Cailleux maintenant attaché à l'Université Laval. Rédigé par un géomorphologue-géographe, on conçoit aisément que l'accent n'ait pas été mis sur la stratigraphie, mais sur les formes et les processus ; avantage considérable puisqu'il devient accessible à un vaste public qui d'habitude se lasse rapidement de la nomenclature stratigraphique. Bien que cette traduction plutôt littérale s'adresse en premier lieu aux anglophones et que de nombreuses nuances soient mal rendues en anglais, c'est avec satisfaction que nous accueillons l'ouvrage. Dorénavant, nos collègues anglo-saxons et américains ne pourront plus ignorer l'école française faute de pouvoir lire les travaux publiés dans cette langue. Ils seront peut-être amenés à faire preuve d'un peu plus d'audace et d'originalité dans leurs propres manuels et ne pas attendre le consensus général pour admettre les faits ou suggérer des explications. Sous cet aspect, l'ouvrage de Tricart a au moins le mérite de servir d'exemple ; l'auteur y avance des idées relativement nouvelles et accorde au glaciaire une part à peu près égale à celle des autres processus froids, ce qui est en harmonie avec les faits. Le titre même du manuel traduit cette orientation ; on ne parle plus de géologie ni de géomorphologie glaciaire, mais de géomorphologie des régions froides. L'ouvrage est divisé en trois parties : dans l'introduction générale (55 p.), l'auteur précise l'aire d'extension actuelle et ancienne des phénomènes froids à la surface du globe ; dans la seconde partie (93 p.), il aborde les processus périglaciaires et les formes qui en résultent ; dans la troisième partie (119 p.), il traite des processus et des formes glaciaires. Une orientation bibliographique (17 p.), un index des sujets, des localités et des auteurs complètent ce volume que l'on peut situer au niveau du premier ou du second cycle universitaire selon qu'il s'agit d'un cours fondamental ou complémentaire.

Le verbe occupe la première place comme dans la plupart des travaux de l'auteur. Sa loquacité fait oublier parfois les avantages d'une illustration appropriée. Aussi, les figures n'occupent-elles que 18 pages et les photographies 12 pages hors texte ; ce qui équivaut à moins d'un dixième. On est donc loin de la surcharge ! Bien que publié récemment, l'ouvrage date malheureusement de plusieurs années. La mise à jour qui remonte à 1967, nous paraît assez superficielle si l'on compare les deux textes anglais et français. Les modifications et les additions importantes sont rares en dépit de l'abondance des publications. Un travail plus soigné aurait sans doute permis de combler certaines lacunes et aurait évité plusieurs critiques. Certains passages ont de toute évidence été rédigés rapidement, il y a plusieurs années, et n'ont pas été revus depuis. L'édition anglaise offre quelques avantages sur la précédente. D'une façon générale, le livre a une meilleure présentation ; la composition du texte est uniforme et aérée ; l'impression de surcharge de l'édition française est disparue ; la reproduction des figures et des clichés est légèrement supérieure ; l'orientation bibliographique a été placée à la fin de

l'ouvrage et non à la fin de chaque chapitre ; il y a un index, mais malheureusement l'on a fait sauter la table des figures et des planches.

Comme pour les autres ouvrages de cette nature, plusieurs points portent à discussion et appellent des remarques. Contentons-nous d'en souligner quelques-uns dans l'ordre de présentation. (1) Prétendre que les roses de pierres (*stone packings*) en milieu littoral (p. 88) sont un phénomène périglaciaire est inexact ; il est prouvé aujourd'hui que ce phénomène curieux résulte de l'action des vagues et non du froid, même si ce dernier apporte son concours en fragmentant la roche en place. (2) L'explication des tourbières réticulées (p. 98) manquera probablement de satisfaire plusieurs. On sait qu'il s'agit d'une forme propre au milieu froid (moyenne annuelle comprise entre 2 et 4°C), mais on ignore encore sa signification climatique exacte ainsi que son mode d'origine. Pour les expliquer, il faut d'abord distinguer divers types ; certaines ont un rapport avec les *palsa*, d'autres avec la solifluxion ou autres processus. (3) Le rôle accordé aux *pipekrakes* (p. 100), nous paraît exagéré, puisque leur action demeure superficielle et est liée à des conditions climatiques très particulières qui n'agissent que sur une courte période de l'année. On conçoit difficilement, par exemple, que leur rôle soit prédominant dans la formation des dallages de pierres. (4) Les deux pages consacrées aux littoraux des milieux périglaciaires (p. 150-152) sont nettement insuffisantes pour traiter adéquatement un sujet aussi riche mais encore mal exploré de l'avis de l'auteur qui affirme que les « *studies are few in spite of the frequency and widespread occurrence of this phenomenon* ». Affirmation pour le moins étonnante, quand la bibliographie du glacial que nous sommes à dresser compte maintenant près de 500 titres. (5) Il est inexact de prétendre plus longtemps à l'absence de cannelures et de broutures glaciaires (p. 205) sur les roches quartzitiques ; de même qu'il est faux d'affirmer que les fractures de broutage (*pressure cracks*) sont exclusives aux quartzites. Il en existe sur la plupart des roches. Par ailleurs, l'auteur ne dit mot des broutures et des troncatures, deux microformes dont la signification nous paraît pourtant fort intéressante. De plus, il n'aborde que très laconiquement la question des *P-forms*. (6) La structure feuilletée du till de fond, une caractéristique fort importante, est passée sous silence. Au chapitre des formes, on ne mentionne pas les *durmmelinoïdes*.¹ (7) Le choix du terme *oesar* (p. 238) à la place d'*esker* est une préférence personnelle ; les arguments apportés en faveur de l'usage de ce terme peu utilisé par les nord-américains et les anglo-saxons manquent de conviction. Il sera difficile de renverser la vapeur. (8) L'explication des moraines de De Geer (p. 259) laisse entendre que ces formes de décrépitude sont caractéristiques des fronts glaciaires ennoyés par la mer ; il serait plus exact de dire qu'elles se forment en milieu aqueux, puisqu'on en trouve dans des zones jadis occupées par des lacs glaciaires et non par la mer.

Bref, voici un ouvrage intéressant, concis et à prix modique qui devrait être lu non seulement par les étudiants en géographie physique et en géologie, mais par tous ceux qui s'intéressent au quaternaire.

Jean-Claude DIONNE

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

¹ Soulignons en passant que la graphie française de *drumlin* est *drummelin*.

DICKINSON, R. E.. 1970. **Regional Ecology**. The Study of Man's Environment. John Wiley, New York. xiii + 199 p. 14.5 × 22.0 cm. Relié, U.S. \$7.70.

Ce livre est consacré à l'étude de l'environnement humain sur une base régionale. Il traite de phénomènes naturels, en jeu à la surface de la terre, en fonction de leurs regroupements spécifiques et répétitifs à l'échelle du monde. Tous ces phénomènes sont interprétés du point de vue de leur importance pour l'homme. L'auteur divise son livre en trois parties : histoire, théorie et applications et 11 chapitres. Voici quelques titres de la deuxième et de la troisième partie : unités régionales et systèmes régionaux, cartes et modèles, régionalisation du processus social et de l'environnement naturel (dans les régions rurales et urbaines), régionalisation et action politique, régionalisation et éducation. Ce volume est recommandé aux écologistes, aux géographes, aux architectes et à tous ceux qui s'intéressent aux problèmes de la structure de l'espace biosphérique et à son aménagement.

Miroslav M. GRANDTNER

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

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

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

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

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

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

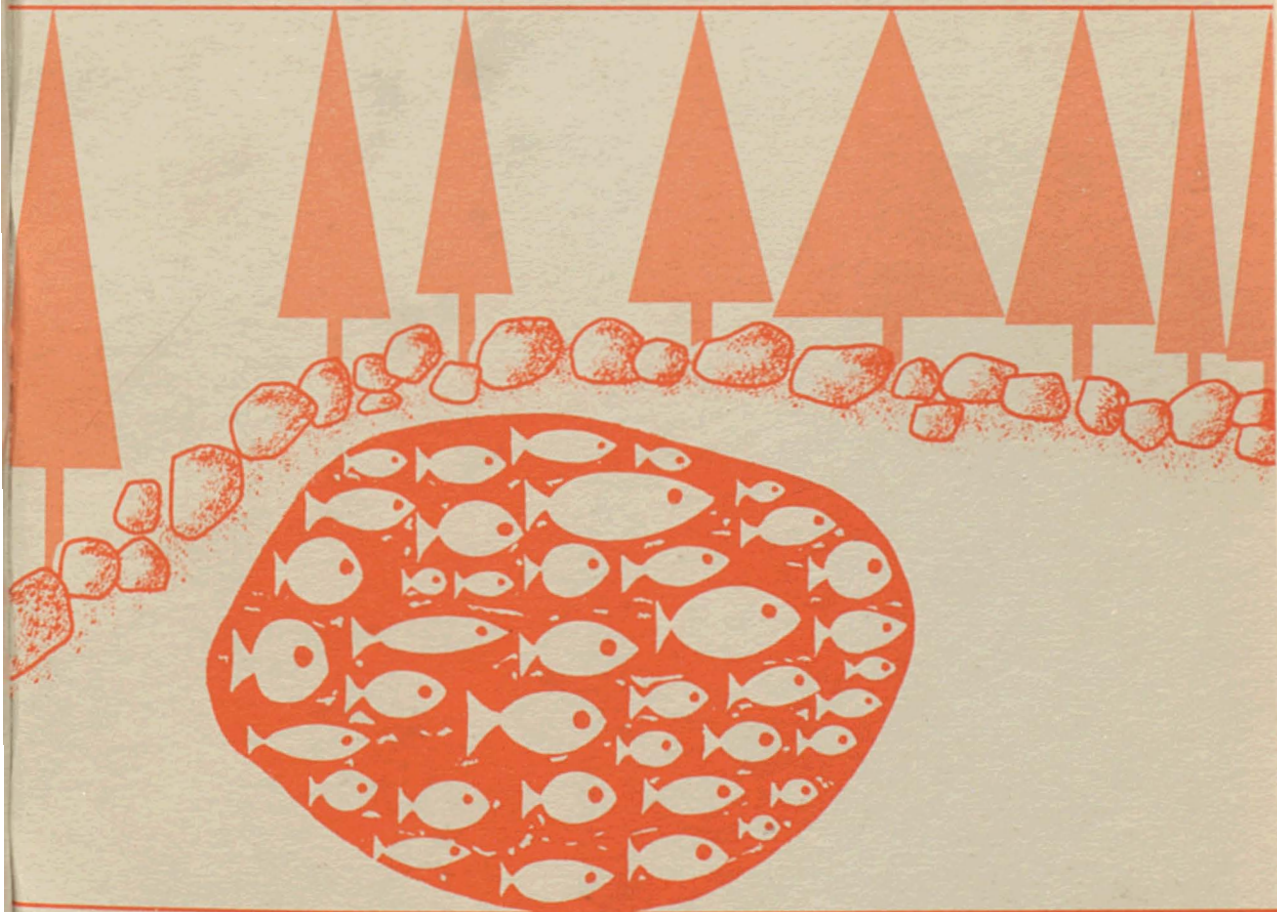
Sommaire

Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent)	LOUIS LEGENDRE	743
Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent) III. Fluctuations des copépodes autres que <i>Calanus</i>	GUY LACROIX et GABRIEL FILTEAU	775
The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence II. Weekly fluctuations of commercial trawl catches of cod with depth and temperature in 1960-62	PIERRE BRUNEL	815
Age, croissance et mortalité d' <i>Argis dentata</i> (Crustacea, Decapoda) dans le sud-ouest du golfe Saint-Laurent	RICHARD COUTURE et GABRIEL FILTEAU	837
Le peuplement des sables fins terrigènes dans la baie des Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent) comparé à celui de la Méditerranée occidentale	MICHEL LEDOYER	851
Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec)	ANDRÉ CARDINAL et MARTINE VILLALARD	887
The <i>Spartina</i> tidal marshes of the St. Lawrence estuary and their importance to aquatic birds	AUSTIN REED and GASTON MOISAN	905
Réactions tissulaires de quelques démosponges vis-à-vis de leurs commensaux et parasites	R. CONNES, J. PARIS et J. SUBE	923
COMMUNICATION BRÈVE		
Deux cas d'ambicoloration partielle chez la Plie, <i>Hippoglossoides platessoides</i> (Pisces, Heterosomata), dans le golfe du Saint-Laurent	PIERRE BRUNEL	937
REVUE DES LIVRES		941

Volume 98,
n° 6,
novembre - décembre 1971

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

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

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

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOI, *Faculté catholique
de Lyon*

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

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

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

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

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Service de la faune
du Québec*

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

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

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

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

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

Abonnement annuel

au Canada : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

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

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 98

Novembre-Décembre

No 6

L'APPARIEMENT DES CHROMOSOMES DANS LE CROISEMENT INTERSPÉCIFIQUE *AVENA SATIVA* × *A. MAGNA*¹

RÉAL MICHAUD² et F. M. GAUTHIER

Département d'agrobiologie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Une lignée monosomique ($2n=41$) d'*Avena sativa* cv. Rodney, obtenue par irradiation (150 r), a été croisée avec l'espèce tétraploïde, *A. magna* ($2n=28$), découverte récemment.

Les plantes de la F_1 , complètement stériles, avaient un phénotype intermédiaire quant à la pilosité du grain, la texture des arêtes, la grosseur des épillets et l'attache du grain. Le déhiscence des grains, apportée par *A. magna* était manifeste à la F_1 .

Le comportement méiotique a confirmé certains rapports antérieurs quant à la fréquence des univalents, des bivalents et autres associations. Il semble y avoir une certaine homologie entre les génomes d'*A. magna* et deux des trois génomes d'*A. sativa*. L'observation de plusieurs bivalents fermés, à la métaphase I, laisse entrevoir la possibilité de transférer des caractéristiques désirables d'*A. magna* dans les cultivars d'*A. sativa*.

Abstract

A monosomic line ($2n=41$) of *A. sativa* cv. Rodney obtained by X-irradiation (150 r) was crossed with *A. magna* ($2n=28$), a newly discovered tetraploid species.

F_1 plants were completely sterile, and intermediate in appearance for grain hairiness, awn morphology and spikelet size and attachment. Seeds were dehiscent as in *A. magna*.

The meiotic behavior was similar to that reported recently. The frequency of 8.5 univalents, 9.8 bivalents, 1.2 trivalents and higher associations confirmed the belief that the genomes of *A. magna* are partly homologous with two of the three genomes of *A. sativa*. The presence of several closed bivalents at metaphase I enhances the probability of transferring desirable characteristics from *A. magna* to cultivars of *A. sativa*.

¹ Contribution No 102, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec 10e, Québec.

² Adresse actuelle : Ministère de l'agriculture du Canada, Station de recherches, 2560 Chemin Gomin, Ste-Foy, Québec 10e, Québec.

Introduction

L'étude de la phylogénie de l'avoine cultivée *Avena sativa* L. ($2n=6x=42$) a révélé l'origine allopolyploïde de cette espèce. La présence de 3 génomes, A, C et D, rapportée par Rajhathy et Morrison (1959) a suggéré la possibilité d'hybridation entre trois espèces, chaque espèce fournissant un génome ($n=7$). Selon Rajhathy (1963), le génome A proviendrait d'*Avena strigosa* ($2n=14$). Le même auteur a soumis l'hypothèse (1966) qu'*Avena ventricosa* ssp. *bruhsiana* aurait donné le génome C.

Récemment, Murphy *et al.* (1968) ont découvert *Avena magna* Murphy et Terrel, une nouvelle espèce tétraploïde ($2n=4x=28$) qui possède une ressemblance morphologique assez étroite avec *A. sterilis* ($2n=6x=42$). Cette découverte a stimulé l'intérêt des chercheurs pour l'origine de l'avoine hexaploïde. Rajhathy et Sadasivaiah (1969) croient même qu'*A. magna* pourrait être envisagé comme progéiteur d'*A. sativa*.

L'existence d'une certaine homologie entre les chromosomes d'*A. magna* et d'*A. sativa* rendrait possible la production de nouvelles recombinaisons. Dans le but d'étudier le comportement d'*A. magna* et de vérifier son homologie avec *A. sativa*, nous l'avons croisée avec la lignée aneuploïde R-742 cv. Rodney d'*A. sativa*. Nos observations sur certains caractères morphologiques et sur l'appariement des chromosomes de l'hybride F_1 sont rapportées dans cet article.

Matériel et méthodes

Les grains d'*A. magna* (C. I. 8330) utilisés dans cette étude nous ont été envoyés d'Ottawa par le Dr Rajhathy. Rajhathy *et al.* (1966) avaient collectionné un échantillon de cette espèce lors d'une excursion botanique dans la région de la Méditerranée. La description morphologique de cette espèce fut donnée par Murphy *et al.* (1968).

La lignée monosomique R-742 d'*A. sativa* cv. Rodney fut obtenue par Andrews et McGinnis (1964) à la suite d'un traitement aux rayons-x (150 r). Le cultivar Rodney provient du croisement R.L. 1574 x Roxton effectué à la Station de recherches de Winnipeg, Manitoba.

Le dénombrement des chromosomes à la mitose a été pratiqué sur les méristèmes radiculaires de l'hybride F_1 en utilisant la méthode des écrasements Feulgen. Après la germination des graines sur des buvards humides à 26°C, les racines de 2 à 3 cm sont prélevées, 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 hydrolisées dans HCl N pendant 8-12 minutes à 60°C, colorées dans la solution Feulgen, puis écrasées dans une goutte de carmin acétique.

Les plantes d'*A. magna* et celles de la lignée R-742 ont été cultivées, soit en serre à 18-20°C sous une illumination de 18 heures, soit en plein champ

dans des conditions naturelles. Environ 24 heures après leur castration, les plantes monosomiques de la lignée R-742 ont été pollinisées par celles d'*A. magna*. Les graines obtenues ont été mises à germer et les plantules ont été cultivées en serre sous les conditions décrites plus haut. Les panicules de l'hybride F_1 , pour l'étude de la méiose, ont été prélevées avant l'épiaison et fixées dans la solution Carnoy (6:3:1). Des frottis d'anthers colorées au carmin acétique ont servi aux études de la méiose.

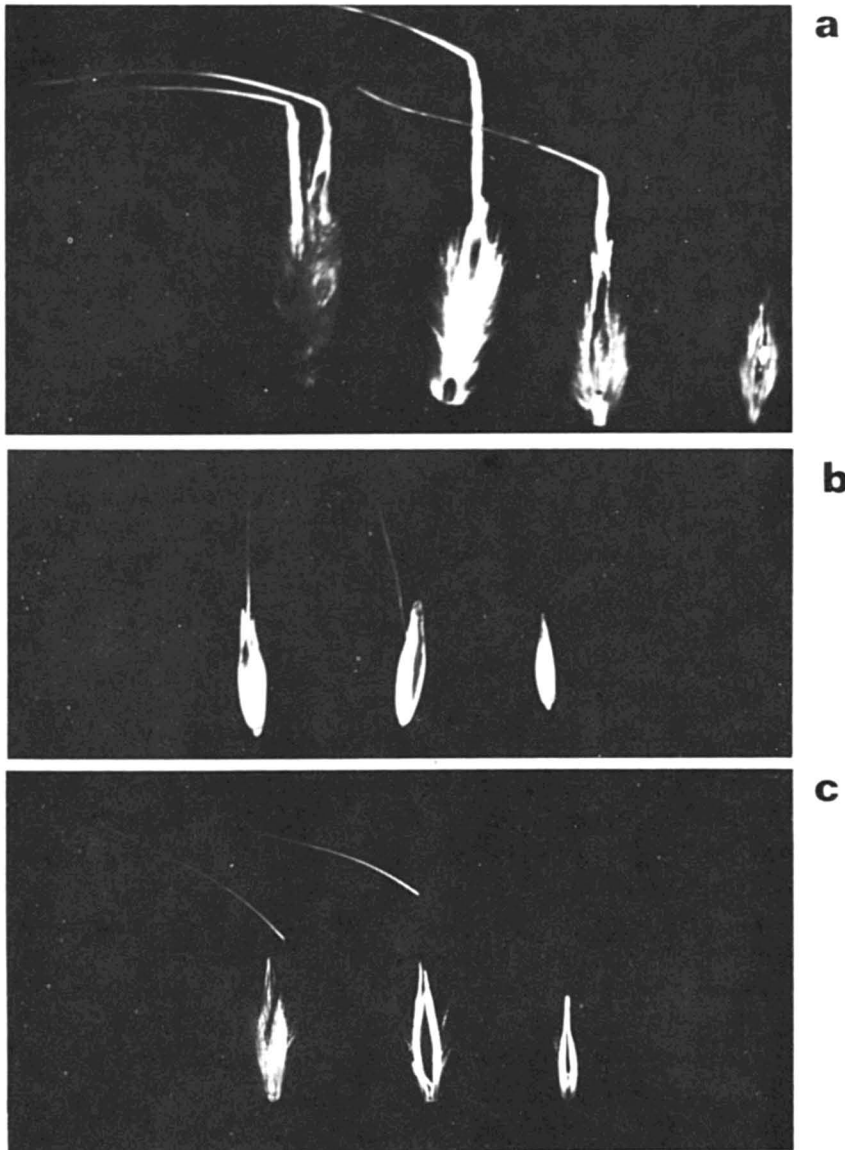


FIGURE 1. Aspect morphologique de l'épillet et des grains primaires et secondaires de : a - *Avena magna*. b - Lignée R-742 d'*Avena sativa*. c - Hybride F_1 (R-742 x *A. magna*).

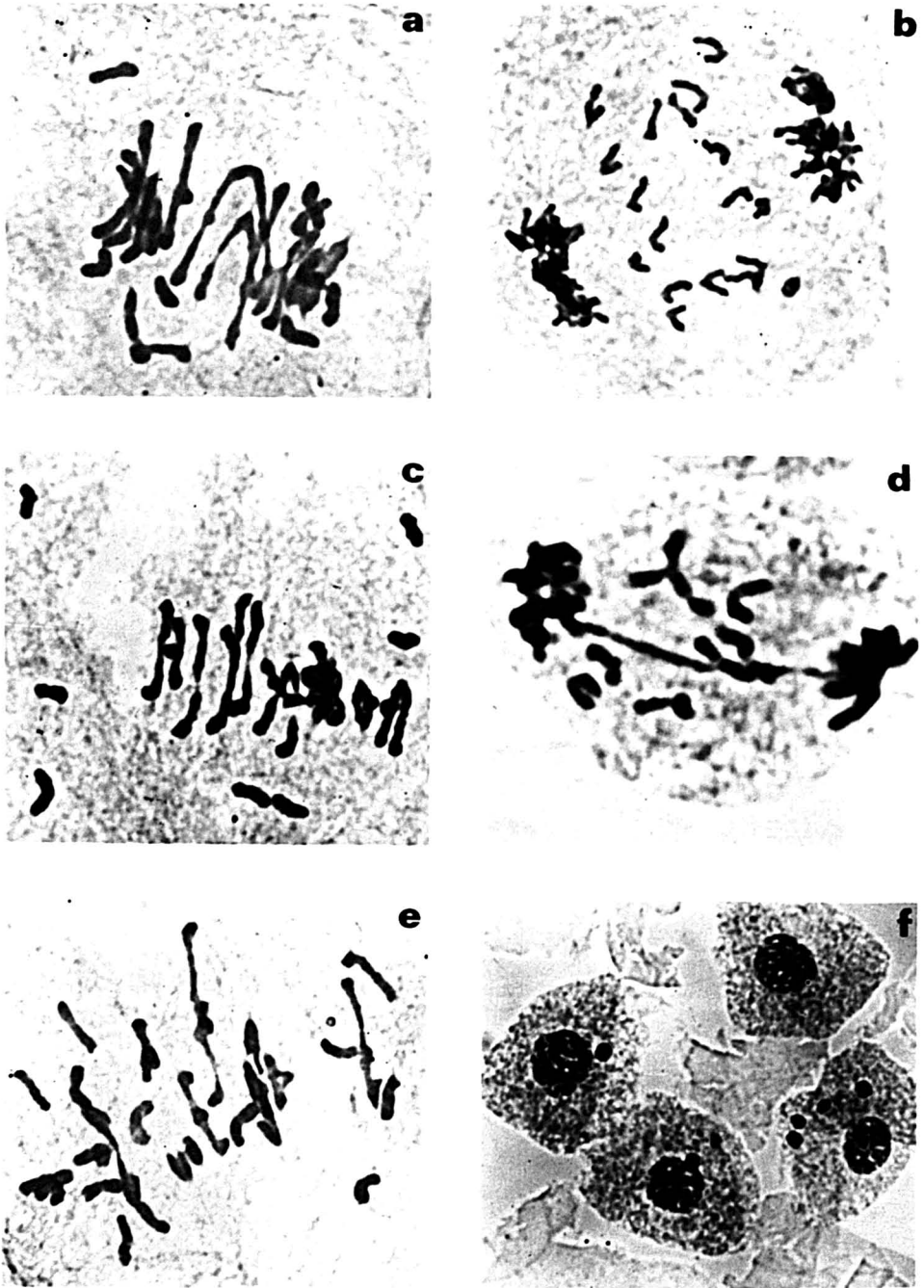


FIGURE 2. Configurations méiotiques des chromosomes de l'hybride F_1 issu du croisement de la lignée R-742 x *A. magna*. a - Métaphase I montrant 1 IV + 1 III + 10 II + 8 I. b - Anaphase I illustrant 9 I. c - Métaphase I avec 2 III + 11 II + 7 I. d - Anaphase avec pont chromatidique. e - Métaphase I d'une cellule ayant plusieurs univalents et bivalents. d - Tétrade de microspores avec 7 micronuclei.

Résultats expérimentaux et discussion

Le croisement de la lignée R-742 par *A. magna* a été relativement facile à réaliser mais il a donné des hybrides complètement stériles. Les caractères de l'hybride étaient de type intermédiaire entre *A. sativa* et *A. magna*. En effet, la pilosité du lemma était beaucoup moins dense chez les hybrides F₁ que chez *A. magna*. De même, les arêtes des grains étaient plus délicates et plus courtes. Les épillets de l'hybride étaient deux fois plus petits que ceux d'*A. magna* (fig. 1). L'attache du grain était aussi de type intermédiaire entre *A. magna* et *A. sativa* et ressemblait à celle du type fatuoïde hétérozygote (Stanton, 1961). Tout comme dans le cas d'*A. magna*, le grain est déhiscent à maturité, prouvant la dominance de ce caractère.

Le comportement méiotique de l'hybride a fait l'objet d'études détaillées (tableau I). Le nombre chromosomique de l'hybride s'élève à 34 dont 20 proviennent d'*A. sativa* et 14 d'*A. magna*. La fréquence moyenne des univalents est de 8.5. Le nombre moyen de bivalents se situe à 9.8 par cellule. La majorité de ces bivalents sont ouverts (fig. 2 a, c et e), mais nous avons pu observer jusqu'à cinq bivalents fermés dans certaines cellules.

TABLEAU I

Fréquence des associations chromosomiques chez l'hybride
A. sativa R-742 x *A. magna*

Nombre de cellules	Associations à la métaphase I (moyennes et écarts)				
	I	II	III	IV	Autres
25	8.5 (4-14)	9.76 (6-14)	1.16 (0-2)	0.48 (0-1)	0.08 V et VI

La fréquence des trivalents est de 1.16 en moyenne par cellule. Quelques quadrivalents (0.48) (fig. 2 a) de même que des chaînes de cinq et de six chromosomes sont notées dans certaines cellules. Des ponts chromatidiques sont observés en de rares occasions (fig. 2 d).

Dans l'ensemble, nos résultats peuvent se comparer à ceux obtenus par Sadanaga *et al.* (1968) et par Rajhathy et Sadasivaiah (1969). En croisant *A. sativa* X *A. magna*, Sadanaga et ses collaborateurs (1968) ont obtenu en moyenne 10 univalents, 8 bivalents, 2 trivalents et quelques autres associations. Rajhathy et Sadasivaiah (1969) ont croisé *A. sterilis* X *A. magna*. Leurs résultats montrent qu'en moyenne, 8 univalents, 8 bivalents, 2 trivalents et 1

quadrivalent ont été observés par cellule. Bien entendu, nos résultats diffèrent quelque peu des leurs, vu l'utilisation d'une lignée monosomique. En effet, la fréquence moyenne des univalents et des trivalents que nous avons obtenue est inférieure à celle rapportée par les chercheurs cités ci-dessus. Par contre, nous avons observé une plus haute fréquence de bivalents. L'écart entre nos résultats et ceux des autres chercheurs peut tout simplement être attribué au fait que nous avons utilisé un cultivar différent des leurs.

Sadanaga et ses collaborateurs (1968) ont soumis trois hypothèses basées sur le type d'association chromosomique pour expliquer la relation entre les génomes d'*A. magna* et ceux de deux espèces hexaploïdes. Ils ont supposé qu'*A. magna* et les deux espèces hexaploïdes *A. sativa* et *A. sterilis* pouvaient avoir : 1) deux génomes partiellement communs ; 2) un génome commun et les autres génomes partiellement communs ; ou 3) tous les génomes partiellement communs. Ces trois hypothèses peuvent être véridiques. Cependant, la troisième semble moins probable. En effet, des études caryotypiques d'*A. magna* et des autres espèces tétraploïdes ont confirmé la présence du génome A chez *A. magna* et d'un second génome différent du génome B des espèces tétraploïdes (Murphy *et al.*, 1968 ; Rajhathy et Sadasivaiah, 1968). Le génome A d'*A. magna* est cependant légèrement différent du génome As d'*A. strigosa* présent chez les espèces hexaploïdes. C'est du moins ce qu'ont conclu Rajhathy et Sadasivaiah (1969) et Sadanaga *et al.* (1968). Ces derniers ont obtenu en moyenne 3.26 bivalents avec des variations de 1 à 6 chez un croisement *A. strigosa* X *A. magna*. Quoique la fréquence des bivalents soit assez basse, le maximum de 6 confirme la présence du génome A chez *A. magna*. Il semble logique de conclure que les génomes A d'*A. magna* et d'*A. sativa* sont particulièrement homologues.

Nous avons observé une fréquence moyenne de 9.7 bivalents par cellule dans l'hybride R-742 X *A. magna* (tableau I). Ceci suggère une homologie partielle de plus d'un génome. Cependant, comme la fréquence des bivalents n'a jamais dépassé 14, la première hypothèse semble plus plausible à savoir qu'*A. magna* et *A. sativa* ont deux génomes partiellement homologues. Les associations telles que trivalents et quadrivalents seraient plutôt dues à des translocations ou à des changements structuraux impliquant des segments suffisamment longs pour permettre la formation des chiasmes qu'à une certaine homologie entre les génomes. D'ailleurs, Rajhathy et Sadasivaiah (1969) vont même jusqu'à suggérer qu'*A. magna* possède les génomes AADD.

Il est intéressant de constater qu'il existe une forte association entre les chromosomes des deux espèces. En effet, une fréquence moyenne de 9.8 bivalents, comprenant jusqu'à 5 bivalents fermés dans certaines cellules, rend possible la création de nouvelles recombinaisons. Ainsi certains caractères observés par Murphy *et al.* (1968) chez *A. magna*, tels qu'une haute teneur en protéine (23.4 - 30%), une résistance possible à la rouille couronnée

Puccinia coronata Cda. et une bonne rigidité de la paille pourraient être avantageusement incorporés aux cultivars d'*A. sativa*. Il serait souhaitable que des recherches ultérieures fassent l'inventaire des caractéristiques désirables de cette espèce, et tentent de les transférer dans les cultivars de l'avoine hexaploïde.

Remerciements

Nous remercions sincèrement le Conseil national des recherches qui a accordé son aide financière, le Dr R.C. McGinnis de l'Université du Manitoba qui a fourni la semence de R-742 et le Dr T. Rajhathy du Ministère de l'agriculture du Canada à Ottawa qui a fourni la semence d'*A. magna*. Nous apprécions la collaboration que nous ont apportée Mme Louiselle Thériault et M. Robert Lambert.

Références

- ANDREWS, G. Y., and R. C. MCGINNIS, 1964. The artificial induction of aneuploids in *Avena*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **6**: 349-356.
- MURPHY, H. C., K. SADANAGA, F. ZILLINSKY, E. E. TERRELL and R. T. SMITH, 1968. *Avena magna*: an important new tetraploid species of oats. *Science*, **159**: 103-104.
- RAJHATHY, T., 1963. A standard karyotype for *Avena sativa*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **5**: 127-132.
- RAJHATHY, T., 1966. Evidence and an hypothesis for the origin of the C genome of hexaploid *Avena*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **8**: 774-779.
- RAJHATHY, T. and J. W. MORRISON, 1959. Chromosome morphology in the genus *Avena*. *Can. J. Bot.*, **37**: 331-337.
- RAJHATHY, T. and R. S. SADASIVAIAH, 1968. The chromosomes of *Avena magna*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **10**: 385-389.
- RAJHATHY, T. and R. S. SADASIVAIAH, 1969. The cytogenetic status of *Avena magna*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **11**: 77-85.
- RAJHATHY, T., F. J. ZILLINSKY and J. D. HAYES, 1966. A collection of wild oat species in the Mediterranean region, *Publ. Ottawa Research Sta.*, 25 pp.
- SADANAGA, K., F. J. ZILLINSKY, H. C. MURPHY and R.T. SMITH, 1968. Chromosome associations in triploid, tetraploid, and pentaploid hybrids of *Avena magna* ($2n = 28$). *Crop Sci.*, **8**: 594-597.
- STANTON, T. R., 1961. Classification of *Avena*. (fig. 5e, p. 95). Dans "Oats and oat improvement", F. A. Coffman (ed.). *Agronomy*, **8**: 75-111.

ÉTUDE QUALITATIVE DES ACIDES GRAS DE LA GRAINE D'*ACTAEA RUBRA* WILD

YVON RAYMOND, DENIS GRENIER, FRANÇOIS MERCIER
et PIERRE-PAUL LEBLANC

École de pharmacie, Université Laval, Québec

Résumé

Le présent travail a pour objet l'identification des acides gras de l'huile extraite des graines d'*Actaea rubra* Wild. Il utilise pour ce faire la chromatographie en phase vapeur.

Abstract

The object of this work is the identification of the fatty acids of the *Actaea rubra* Wild seeds extracted oil by gas-liquid chromatography.

Introduction

Mis à part les travaux de Bacon (1903) et les remarques de Kingsbury (1964) qui s'intéressent à l'aspect toxique de l'*Actaea rubra*, la littérature scientifique demeure d'une remarquable taciturnité au sujet de cette Renonculacée qui jouit pourtant d'une assez large distribution sur tout le territoire québécois. Ce mutisme est d'autant plus étonnant, voire inquiétant, que la culture populaire même récente, attribuée de façon non équivoque aux graines de l'*Actée rouge* la responsabilité de plusieurs intoxications aiguës, l'aspect attrayant du fruit invitant d'ailleurs à sa consommation.

Néanmoins, nul n'a jusqu'à présent réussi à lever le voile sur ce problème car on ne sait toujours pas à quel(s) constituant(s) de la graine il faut attribuer cette toxicité. Poursuivant, quant à nous, un inventaire phytochimique déjà entrepris antérieurement (Favreau *et al.*, 1970 ; Raymond *et al.*, 1970a, 1970b), nous nous intéressons cette fois à la fraction huileuse de la graine dont nous avons aussi remarqué la toxicité et nous tentons ici de retracer son profil en acides gras.

Matériel et méthodes

EXTRACTION

L'huile est extraite de la poudre des graines par un appareil Soxhlet au moyen de l'éther de pétrole (p.e. 30-60°). Le rendement varie entre 20 et 25%. Cette huile de couleur jaune possède les caractéristiques suivantes : indice de réfraction, 1,486 à 23,5°C ; indice d'acétyl, 140,8 ; indice d'acide, 19,12

(acidité en acide oléique, 9,6). L'insaponifiable représente environ 1% de cette huile.

Aux techniques plus classiques d'analyse des acides gras telles que les méthodes par cristallisation ou celles par distillation suggérées par Fontell *et al.* (1960), à la chromatographie en couches minces préconisée par Wolff (1968), Mangold (1961) et de nombreux autres chercheurs, nous avons préféré la chromatographie en phase vapeur dont la commodité pour réaliser ce genre de travail n'est plus à démontrer.

MÉTHYLATION DES ACIDES GRAS

La chromatographie en phase vapeur nécessite la transformation des acides gras en leurs esters de méthyle correspondants. Nous utilisons à cette fin la méthode de Burchfield *et al.* (1962) adaptée à notre travail.

De 200 à 500 mg de l'huile sont mis en présence de 3 ml de méthanol contenant 15% de fluorure de bore (BF_3). On place au bain-marie pour une période de deux minutes et les esters méthyliques des acides gras sont récupérés de la façon suivante : le mélange est lavé dans une ampoule à décantation avec 30 ml d'éther de pétrole (30-60°C). On ajoute 20 ml d'eau. On agite vigoureusement, on laisse les phases se séparer. On rejette la phase H_2O -méthanol et on récupère la phase éthéro-pétroliques laquelle est filtrée puis soumise à l'évaporation sur un bain-marie à 60°C. Les dernières traces du solvant sont éliminées sous pression réduite, si la chose s'avère nécessaire. Le résidu est dissous dans l'éther de pétrole. Cette méthode est valable pour l'extraction d'esters d'acides ayant plus de 10 atomes de carbone.

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE VAPEUR

Les esters méthyliques des acides gras ainsi préparés sont ensuite directement introduits dans le chromatographe. On opère sur un appareil Micro Tek MT 220.

COLONNE

La colonne de verre en U, de 1,5 m de longueur et de 4 mm de diamètre, renferme 5% de DEGS (succinate de diéthylène-glycol) sur chromosorb Q 80/100 mailles.

CONDITIONS OPÉRATOIRES

Température: 125° à 200°C à 2°C/minute; Température de la chambre d'injection : 270°C; Température du détecteur: 300°C; Atténuation: 10 x 8; Débit du gaz vecteur (azote): 40 ml/minute; Vitesse du papier de l'enregistreur: 40 cm/heure; Volume de l'échantillon: 0,5 μl .

Résultats

Les résultats sont compilés au tableau I.

TABLEAU I

Les acides gras d'*Actaea rubra* et les temps de rétention de leurs esters méthyliques sur DEGS à 5% sur Chromosorb Q 80/100 mailles.

No du pic	Temps de rétention en min.	Constituants — Acides gras	
		Identifiés	Supposés
1	11,6	Palmitique C ₁₆	
2	12,7		C ₁₆ ^{-2H}
3	18,0	Stéarique C ₁₈	
4	18,9		C ₁₆ ^{-6H}
5	19,4	Oléique C ₁₈ ^{-2H}	
6	22,1	Linoléique C ₁₈ ^{-4H}	
7	24,9	Arachidique C ₂₀	
8	25,5	Linolénique C ₁₈ ^{-6H}	
9	26,3	11—Eicosénoïque C ₂₀ ^{-2H}	
10	27,5		
11	29,6		C ₂₀ ^{-4H}
12	30,5		
13	32,0	Béhénique C ₂₂	
14	32,8		C ₂₀ ^{-6H}
15	43,2		
16	35,8		C ₂₂ ^{-4H}

Conclusion

À prime abord, l'huile d'*Actaea rubra* offre un profil assez classique. Même en ce qui a trait aux acides gras que nous n'avons pu démasquer qu'hypothétiquement, par déduction, cette huile ne présente apparemment rien qui

puisse étonner. Il est vrai que trois pics ont plus ou moins été laissés pour compte; ces derniers pourraient d'ailleurs faire l'objet d'un prochain travail. Quoi qu'il en soit, la toxicité que manifeste cette huile est sans doute imputable à quelque chose d'autre qu'à son contenu en acides gras.

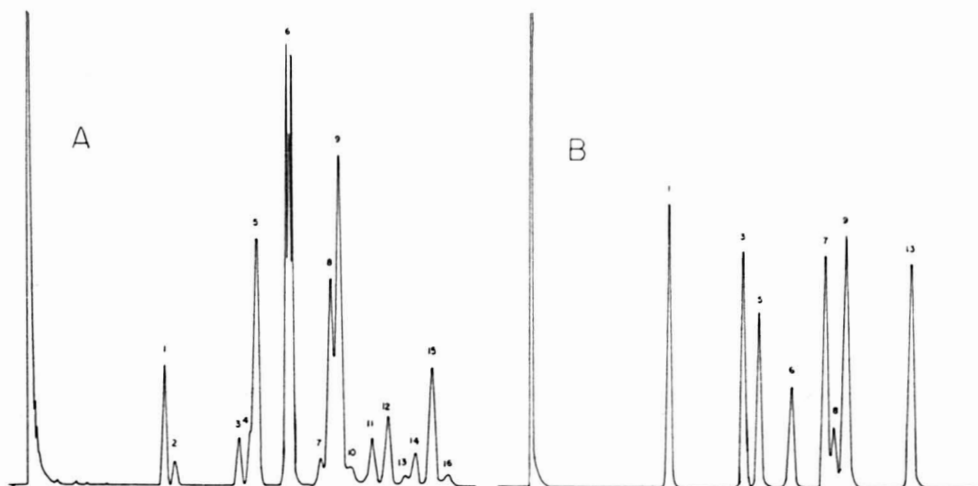


FIGURE 1. A) Chromatogramme (phase vapeur) des acides gras méthylés d'*Actaea rubra* sur DEGS à 5% sur Chromosorb Q 80/100 mailles. B) Chromatogramme (phase vapeur) d'un mélange d'acides gras méthylés standards dans les mêmes conditions.

Références

- BACON, A. E., 1903. An experiment with the fruits of Red Baneberry. *Rhodora*, **5**: 77-79.
- BURCHFIELD, H. P. and E. E. STORRS, 1962. Biochemical applications of gas chromatography. Academic Press, New York, N. Y.
- FAVREAU, G., Y. RAYMOND et J. MASQUELIER. 1969. Étude du pigment rouge isolé des fruits d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, **96**: 191-202.
- FONTELL, K., R. T. HOLMAN and G. LAMBERTSEN, 1960. Some new methods for separation and analysis of fatty acids and other lipids. *J. Lipid Res.*, **1**: 391-404.
- KINGSBURY, J. M., 1964. Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice-Hall Inc., 128-129.
- MANGOLD, H. K., 1961. Thin-layer chromatography of lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **38**: 708-727.
- RAYMOND, Y., G. FAVREAU et D. GRENIER. 1970. Dosage de l'aluminium et du potassium dans les différentes organes d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, **97**: 489-490.
- RAYMOND, Y., D. GRENIER, G. FAVREAU et P.-P. LEBLANC, 1970. Les acides aminés de la graine d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, **97**: 477-487.
- WOLFF, J. P., 1968. Analyse des lipides et séparation des acides gras par CCM. *Qualitas Pl. Mater. veg.*, **16**: 113-125.

SYNOPSIS OF NEARCTIC ICHNEUMONINAE STENOPNEUSTICAE
WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE NORTHEASTERN REGION
(HYMENOPTERA) SUPPLEMENT 2

GERD H. HEINRICH

Dryden, Maine, U. S. A.

Résumé

Dans le présent travail, deux genres nouveaux sont ajoutés à la faune néartique: *Menkokia* Heinrich, qui était utilisé pour les espèces de la faune orientale est maintenant utilisé pour l'espèce nord-américaine *blandii* Cresson tandis que le nouveau genre *Neolinycus* est utilisé pour une espèce de la tribu *Platylabini* récemment découverte au Mississippi.

A la faune nord-américaine, vingt-trois nouvelles espèces viennent s'ajouter: *Protichneumon sartoris*, *Coelichneumon duffieldi*, *Catadelphus ruberior*, *Spilichneumon pernigricornis*, *Eutanyacra vilissimops*, *Cratichneumon carolinae*, *C. austropiceipes*, *C. naumanni*, *C. georgius*, *C. fuscior*, *C. broweri*, *Homotheus pseudoporcelariae*, *Barichneumon flaviscuta*, *B. sphageti*, *B. crassipunctatus*, *B. seticornutus*, *B. californicus*, *Melanichneumon neoleviculops*, *Platylabus sphageti*, *P. dilleri*, *Lyncus perturbator*, *L. temporalis*, *Neolinycus michaelis*.

Deux nouvelles sous-espèces du genre *Cratichneumon* sont décrites: *insignitus* appartenant à l'espèce *variegatus* Provancher et *mississippi* appartenant à l'espèce *flavipectus* Cresson.

La description originale des mâles de cinq espèces, jusque là connues seulement par les femelles, s'ajoute à ce travail. Il s'agit de *Ichneumon grandisops* Heinrich, *Cratichneumon alternans* Provancher, *Crypteffigies megalurus* Heinrich, *Barichneumon excelsior* Heinrich et *Platylabus sexmaculatae* Heinrich. La femelle de l'espèce *Coelichneumon albicoxa* Heinrich, connu seulement par le mâle, est aussi décrite.

L'association de la femelle *Platylabus albidorsus* Heinrich avec le mâle *P. berndi* Heinrich amène conséquemment la synonymie de *P. albidorsus* à *P. berndi*. Une étude des mâles de *Coelichneumon albicoxa* Heinrich et de *Cratichneumon acronyctae* Heinrich a montré la grande variabilité chromatique qui existe. De nouvelles données biologiques ont permis de démontrer que l'espèce *deliratorius cinctitarsis* Provancher qui était placée dans le genre *Ichneumon* Linnaeus appartient maintenant au genre *Coelichneumon* Thomson.

Une nouvelle clé est présentée pour les mâles de *Homotheus* Foerster et une nouvelle version de la dernière partie de la clé des mâles de *Cratichneumon* est faite. La position taxonomique des espèces voisines de *Spilichneumon bronteus* Cresson et *Spilichneumon nubivagus*

Cresson, connues par les mâles, est discutée et une clé est présentée pour distinguer les femelles. Ce travail est complété par de nouvelles données sur la biologie et la distribution de vingt-huit espèces d'*Ichneumonidae*.

Abstract

Two genera, previously unknown from the Nearctic fauna, are added: genus *Menkokia* Heinrich, applied so far only to species of the Oriental fauna, now used for the North American species *blandii* Cresson, and genus *Neolyncus*, new genus, with a species of the tribe *Platylabini* recently discovered in Mississippi as genotype.

To the fauna of North America twenty three new species are added: *Protichneumon sartoris*, *Coelichneumon duffieldi*, *Catadelphus ruberior*, *Spilichneumon pernigricornis*, *Eutanyacra vilissimops*, *Cratichneumon carolinae*, *C. austropiceipes*, *C. naumanni*, *C. georgius*, *C. fuscior*, *C. broweri*, *Homotherus pseudoporcelariae*, *Barichneumon flaviscuta*, *B. sphageti*, *B. crassipunctatus*, *B. seticornutus*, *B. californicus*, *Melanichneumon neoleviculops*, *Platylabus sphageti*, *P. dilleri*, *Lyncus perturbator*, *L. temporalis*, *Neolyncus michaelis*.

Furthermore two new subspecies are named in the genus *Cratichneumon*, *insignitus* (from the southeastern States) of the species *variegatus* Provancher and *mississippi* (from Mississippi) of the species *flavipectus* Cresson.

To 5 species, originally based on the female sex only, *Ichneumon grandisops* Heinrich, *Cratichneumon alternans* Provancher, *Crypteffigies megalurus* Heinrich, *Barichneumon excelsior* Heinrich, and *Platylabus sexmaculatae* Heinrich the associated males are described for the first time; to *Coelichneumon albicoxa* Heinrich, based originally on the male sex alone, the associated female is described.

The species *Platylabus albidorsus* Heinrich, ♀, although chromatically very strongly different, is recognized as the associated sex, and consequently as synonym, of *Platylabus berndi* Heinrich, ♂. Additions to the known range of distribution, and/or biological new observations are given for twenty eight species.

A chromatic variability greater than originally described was found and is discussed for the males of the species *Coelichneumon albicoxa* Heinrich and *Cratichneumon acronyctae* Heinrich. The species *deliratorius cinctitarsis* Provancher is, on the base of new biological evidence, transferred from the genus *Ichneumon* Linnaeus to the genus *Coelichneumon* Thomson. To the males of the genus *Homotherus* Foerster a new key is given and the last part of the old key to the males of the genus *Cratichneumon* is replaced by a new version.

The two very similar species *Spilichneumon bronteus* Cresson and *Spilichneumon nubivagus* Cresson, both based on the male sex, are discussed in detail and a key is given to distinguish the two probably associated females.

Introduction

This second supplement to the "*Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae*" brings some further additions to the tribe *Protichneumonini* and to the subtribe *Ichneumonina* and subtribe *Amblytelina* of the tribe *Ichneumonini*, all of which have already been treated in part in the first supplement (*Le Naturaliste Canadien*, 1969, Vol. 96, p. 935-963).

The main content of this supplement, however, is the subtribe *Cratichneumonina* of the tribe *Ichneumonini* and the tribe *Platylabini*, both not supplemented before.

The abbreviation : S.N.I.S. is used for the "Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the Northeastern Region. (Hymenoptera)", by Gerd Heinrich, 1961-1963.

For other introductory comments see also introduction to Supplement 1, p. 936-937.

I. Tribe *Protichneumonini*¹

1. Genus *Protichneumon* Thomson

As already mentioned in Supplement 1, a revision of this genus in the frame of a monograph on the Ichneumoninae of Florida is waiting for publication. The genus is therefore not treated here, except for the description of a recently discovered additional new species.

7. *Protichneumon sartoris*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Mississippi, Oktibbeha Co., Starkville, 14-20-VII-1970". Collected by C.F. Sartor. C.G.H. II.

Paratype.—1 ♀, Forsyth, Monroe Co., Georgia, 28 V to 4-VI-1970, collected by F. Naumann. C.G.H. II.

PREAMBLE

In my manuscript on the Ichneumoninae of Florida (to appear in Volume 7, Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas) six North American species of this genus have been listed. The discovery of a well distinguished seventh species in the southeastern part of the United States came as a great surprise.

¹ Continuation of Supplement I, *Naturaliste can.*, 96, p. 937-940.

Differs from *grandis* Brullé (as well as from *ambiguus* Cresson and *victoriae* Heinrich) by: (1) considerably more slender femora III; (2) considerably more slender, less widened beyond middle flagellum, with somewhat more elongate, cylindrical segments 1-6; (3) considerably larger and denser scopa on coxae III; (4) markedly stronger convex scutellum.

Agrees in characters (1), (2), and (4) with *radtkeorum*²; differs from *radtkeorum* most decisively by character (3) and in addition by: (1) more convex temples and cheeks; (2) considerably smaller size; (3) entirely red postpetiole.

Probably most closely related to the northern species *effigies* Heinrich as indicated by the small size, red postpetiole, and unusually large scopa; different from that species also by: (1) less narrowed toward mandible base cheek profile; (2) coarser sculpture of abdomen; (3) dark chestnut-red, instead of light orange-ferruginous color of abdomen.

Female

Black, including legs and base, or most, of petiole; postpetiole and rest of abdomen dark brown-red; wings uniformly and deeply infuscated; white are only: small marks on orbits of vertex, frontal orbits narrowly, and anterior side of tibiae I; flagellum with white dorsal annulus on segments 7 (apex) or 8 to 14 or 15; length 20 mm.

Named in honor of Mr. C. F. Sartor, who's sustained endeavor in insect trapping helped considerably to advance the knowledge of the Ichneumoninae of Mississippi.

2. Genus *Coelichneumon* Thomson

(1.) *Coelichneumon phaenomenon* Heinrich

Coelichneumon phaenomenon Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 35-36, ♀ ♂.

DISTRIBUTION

Maine (type locality), Alberta, Alaska.

NEW RECORDS

1 ♂, New York, Rochester, 7-VI-1968, leg. R. Duffield.

1 ♀, New York State (no further data).

MALE

The specimen from New York is much more extensively white-marked than the allotype described from Alaska. The following are white, in addition to

² This species is being published in the above mentioned Florida monograph, expected to be off the press in 1972.

the white markings of the allotype : large lateral marks on tergites 3 – 5, small ones also on the 6th tergite, lateral marks on propodeum, face almost entirely, coxae III apically, femora III apically, tibiae III basally on exterior side.

FEMALE

The specimen from New York is also more extensively white-marked than the holotype from Maine and corresponds in this respect with the sympatric male. White are, in addition to the white markings of the holotype : two short median lines on the mesoscutum, postscutellum, two small marks on the propodeum, small marks on apices of all coxae, mark on carinal triangle (on propodeum), and lateral marks on the 5th tergite.

The chromatic peculiarities of the two specimens from New York suggest the possibility of subspecific differentiation from northern populations, however, the paucity of material prevents taxonomic conclusions.

(16.) *Coelichneumon eximiops* Heinrich

Coelichneumon eximiops Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 49-50, ♀ ♂.

NEW RECORD

1 ♀, New York, Lake Mohonk, New Paltz, July 1970, leg. D. Smiley.

(22.) *Coelichneumon barnstoni* Morley

Coelichneumon barnstoni Morley, 1915, Rev. Ichn. Brit. Mus., 4, p. 130, ♂.

Coelichneumon barnstoni Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 54-55, ♀ ♂.

DISTRIBUTION

Canada (Hudson Bay to Ontario and Alberta) ; Pennsylvania, Maryland, Wisconsin.

NEW RECORD

New York, Mt. Slide, Catskill Mts., leg. R. Duffield and F. Hough.

MALE

The male of this species caught along with the female and doubtlessly associated with it, has no white mark on the scutellum. According to the series I have in my collection, this seems to be the normal coloration rather than an exception. Consequently, the key for the males of the genus *Coelichneumon* needs to be amended by splitting the alternative 33 as follows :

- Scutellum slightly convex, sparsely punctured ; wings not, or slightly infuscated ; tyloids on segments 6 or 7 to 13 or 14. 33a
- 33a Abdomen, in strong light, with a slight bluish tint ... *barnstoni* Morley
- Abdomen without trace of bluish tint. *ater* Cresson

(47.) *Coelichneumon albicoxa* Heinrich*Coelichneumon albicoxa* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 81-82, ♂.

TYPES

Holotype.— ♂, Michigan Ann Arbor. C.G.H. II.*Neallotype*.— ♀, New York, Rochester, 21-VI-67, leg. R. Duffield. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Southern Ontario and Michigan south to North Carolina ; Wisconsin.

MALE

A series of 12 specimens, 10 from New York, 2 from Massachusetts, collected by R. Duffield, display the following, remarkable span of individual variability of white markings, including also the coxae III, the predominantly white color of which had originally been considered a specific character :

coxae III predominantly white	3
coxae III white-marked	3
coxae III entirely black	6
prescutellar carinae white-marked	4
propodeum white-marked	3
more or less restricted white markings on lower half of mesopleura and/or prepectus, and/or on mesosternum near sternauli	8

Face and clypeus varying from entirely white to broadly black medially ; often a white mark on apex of pronotal base, on base of mandibles, and a white dot on lower, outer orbits. Always white are : scutellum (except base narrowly black), postscutellum, collare, pronotal ridge, subalarum, part of tegulae, coxae I and II apically to predominantly, marks on vertical orbits ; flagellum always with white annulus.

Flagellum with very small, short-oval tyloids on segments 6 or 7 to 15, 16 or 17.

FEMALE

Two, so far undescribed, females of the genus *Coelichneumon* have been collected during 1969 by Mr. R. Duffield, both in the New York State. One of them represents, in all probability, the long missing other sex of *albicoxa* Heinrich, the other a new species to be described further on in this paper. As the males of *albicoxa* have always a distinctly aciculate median field of the post-petiole and never display a long, white strip on outer orbits, the female, which disagrees with them in these two characters, has been considered as the new species ; the other female, which does agree and has, in addition, been found along with males of *albicoxa* in the same area near Rochester, New York, is regarded as the other sex of the latter species.

Distinguished by a lanceolate flagellum, with unusually short basal and strongly widened median segments, by complete lack of a scopa on coxae III, and by white marks on scutellum and collare.

Black, the following white : small marks on orbits of vertex, frontal orbits narrowly, a very small spot on upper facial orbits (level with antennal sockets), bipartite mark on collare, two lateral marks on apex of scutellum, subalarum, and inner side of tibiae I and of apices of femora I ; flagellum with white, not quite complete, annulus ; length 13 mm.

Flagellum.—Short, strongly widened beyond middle, sharply attenuated at apex, with 40 segments, the first only a trifle longer than wide, in lateral view the second to fourth approximately square, the following wider than long, the widest on the flat side more than 3 times as wide as long. Black, with white, nearly complete, annulus on segments 6-13.

In the key for the females of the genus *Coelichneumon* (S.N.I.S., p. 28-32), this female runs clearly to the species *ater* Cresson, No. 45 ; the differences from the latter are indeed only slight : the relative length of the basal segments of flagellum is a trifle shorter, the femora, particularly femora II, are still a trifle stouter, and there are white markings on collare and scutellum which are absent in *ater* of northern provenance.

The summary of all the above mentioned facts raises the question whether *albicoxa* and *ater* may not perhaps be one and the same species, with extraordinarily variable individuals (particularly males) ; this matter needs further research.

49. *Coelichneumon duffieldi*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Letchworth St. Pk., 8-22-1969, R. Duffield". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

New York (type locality).

PREAMBLE

The species is well distinguished by the following structural characters : (1) flagellum bristle-shaped, elongate, and slender, only slightly widened beyond middle ; (2) coxae III coarsely and very densely punctured all over, without trace of scopa ; (3) mandibles normal, without marked gap between teeth, the lower tooth rather small ; (4) postpetiole without distinct longitudinal striation, the median field sparsely, the lateral field densely punctured ; (5) area superomedia fairly narrow, markedly longer than wide.

In the key for the females of the genus *Coelichneumon* (S.N.I.S., p. 28-32), the holotype runs smoothly to alternative 48 and to the species *orpheus* Cresson,

but differs from the latter as a species, beyond any doubt, by antennal and head structure, smaller size, lack of striation on tergites 1-3, denser sculpture of coxae III and of mesoscutum, and white stripe on outer orbits. The holotype was also compared with all other, ever so slightly similar species of the genus and was found to be specifically different from all of them.

FEMALE

Black ; white are : frontal orbits narrowly up to level with lower ocellus, short stripe on orbits of vertex, long stripe on outer orbits from below temples down to beyond middle of eyes, collare, apex of pronotal ridge, subalarum, bipartite mark on apex of scutellum, and inner side of tibiae I and of apex of femora I ; flagellum with white annulus ; length 15 mm.

Flagellum.—Long, with 39 segments, bristle-shaped, moderately widened beyond middle and moderately attenuated at apex, the basal segments elongate, the first about $2\frac{1}{2}$ times as long as apically wide, approximately equal in length with the following three segments, the widest segment on the flat side about twice as wide as long, the following segments to the penultimate all wider than long. Black, with nearly complete annulus on segments 7-14.

Head.—Temple profile in vertical view barely narrowed behind eyes, with curved outline ; cheek profile in frontal view also very slightly narrowed toward mandible base, slightly curved ; malar space about half as long as width of mandible base ; mandibles normal, with short subapical tooth ; apical margin of clypeus with very slight, bipartite emargination. Color as described above.

Thorax.—Areae dentiparae long, more gradually than usually curving down toward the base of coxae III ; basal furrow of propodeum reduced, narrow ; area superomedia comparatively long, markedly longer than wide and rather indistinctly separated from area basalis ; mesoscutum and scutellum densely punctured, slightly shiny between punctures. Color as described above.

Legs.—Slender ; femora slender ; coxae III coarsely and very densely punctured, without scopa. Color as described above.

Wings.—Areolet pentagonal, but intercubiti strongly narrowed in front. Nearly clear ; stigma black.

Abdomen.—Fairly slender, the second tergite medially longer than apically wide, the third less than twice as wide as long ; interspace of gastrocoeli not quite as wide as one of them ; median field of postpetiole indicated but not prominent, not aciculate but sparsely punctured with faint vestiges of longitudinal rugosity ; tergites 2-4 densely and finely punctured, the 4th not quite as densely as the 2nd and 3rd, none of them with distinct striation in the middle ; ovipositor only slightly projecting. Black, without blue tinge.

NOTE

Named in honor of Mr. Richard M. Duffield whose great interest in the studies of the subfamily Ichneumoninae has led to a number of discoveries in the field of biology (chemistry of hibernating females) as well as in taxonomy ; I feel indebted to Mr. Duffield for his manifold assistance in my work.

50. *Coelichneumon deliratorius cinctitarsis* (Provancher),
new combination

BIOLOGY AND GENERIC STATUS

This holarctic species was attributed by Heinrich, S.N.I.S., p. 330-331, to the genus *Ichneumon* Linnaeus ; in the preamble of treatment it is mentioned that *deliratorius* approaches the genus *Coelichneumon* "so far that males are scarcely to be distinguished from those of the latter genus". The chromatic characters also resemble those of *Coelichneumon*, except for one difference : the 7th tergite of females bears a white apical mark, which does not occur in any of the holarctic *Coelichneumon* species but is found in most of the *Ichneumon* species. Because females of *deliratorius* have never been found in hibernation, Heinrich assumed (*loc. cit.*) that they do not hibernate. This important biological fact has now been proven by trap-catching on Mt. Blue, Weld, in Maine. Already on June 23rd, that is long before a hibernating female could possibly have originated a new generation, and more than a month before the appearance of the first true *Ichneumon* males of the summer generation, numbers of males of *deliratorius cinctitarsis* entered the trap. This fact made it clear that the females definitely did not hibernate as adults and it also suggested that this species would have two generations, one in early spring and a second in late summer ; the latter hypothesis was confirmed when 11 males were caught in the trap during the first few days of October.

I consider today a life-cycle which includes the hibernation of the fertilized female as a decisive and fundamental biological character of the genus *Ichneumon* Linnaeus (= *Pterocormus* Townes). The species *deliratorius* is therefore better placed in the genus *Coelichneumon* than in *Ichneumon*. The morphological evidence, though slightly ambiguous, supports this hypothesis. The chromatic characters agree well with *Coelichneumon*, except for the white apical mark of females, a character which, though not known in other holarctic species of the genus *Coelichneumon*, occurs also in a few oriental species of the genus.

5. Genus *Catadelphus* Wesmael

This genus was placed in the S.N.I.S. (1962, p. 810-811) in the tribe Trogini with a note pointing to its intermediate position between this tribe and the Protichneumonini. Under revised evaluation of the wing venation as the most decisive character for the separation of the two tribes (see Heinrich,

Synopsis and Reclassification of the Ichneumoninae Stenopneusticae of Africa, p. 233), the genus *Catadelphus* clearly belongs to the Protichneumonini.

4. *Catadelphus ruberrior*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "W.W. Peter, Agr. Coll. Miss., IV-1918". C.G.H. II. (One leg and antenna missing.)

Allotype.—♂, "T.F. Shelton, AMC Miss., June 17". C.G.H. II. (Three legs and one wing are missing.)

Paratypes.—1 ♀, "G.B. Baylis, A. Col. Miss., May 14, 1918". Collection of the Mississippi State University, Starkville, Mississippi; 1 ♀, "..... VIII-1915, Miss." (label partially destroyed). Collection of the Mississippi State University; 1 ♀, "L.F. Cari, Agr. Col. Miss., IV-18-1918". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Known only from type locality : Starkville, Mississippi.

PREAMBLE

By their red abdomen combined with black legs and with uniformly and deeply infuscated wings, females are similar to the northern species *semiruber* Hopper. They differ from the latter rather strikingly by red scutella and predominantly red mesoscutum and head. In structure the two forms are almost congruent, except that the tarsi III appear to be slenderer and more elongate in *ruberrior* than in *semiruber*. The hypothetic possibility to consider all North American forms of this genus as associated subspecies has already been discussed in S.N.I.S., p. 813 ; however, the biological data, particularly host records for all forms involved, which could confirm or contradict such hypothesis are still lacking.

FEMALE

Head red, excluding black median part of frons and the ocellar region ; sterna, pleura, and propodeum black, mesoscutum and sometimes propleura red, the former sometimes with infuscated longitudinal bands on lateral lobes ; legs black ; abdomen red ; basal part of petiole and the flagella black, the latter without white annulus ; wings uniformly and deeply infuscated ; length 18-20 mm.

MALE

Head more extensively infuscated than in female ; thorax as in female ; first tergite to beyond base of postpetiole and tergites 3-7 uniformly black, the second tergite uniformly red ; legs and wings as in female ; length 21 mm.

NOTE

All five types were collected by students of the Agricultural College in Starkville, 53-56 years ago, apparently close to the campus. Never since has

another specimen been found, neither by students collecting in the vicinity of the university, nor by me during my recent collecting trip to Mississippi. Most likely the species has been exterminated in the area of Starkville by the progressive destruction of its natural habitat. It may still exist, however, in other parts of the State.

II. Tribe *Ichneumonini*

A. Subtribe *Ichneumonina*³

1. Genus *Ichneumon* Linnaeus

(12.) *Ichneumon conscopa* Heinrich

Ichneumon conscopa Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 250, ♀.

NEW RECORD

Maine: Mt. Blue near Weld.

VARIABILITY

For eight years the holotype remained the only known specimen of this species; in 1969, R. Duffield collected a second female on Mt. Blue; the new specimen agrees perfectly with the holotype, except for the presence of yellow lateral marks on the postpetiole and 2nd tergite and for the extensively ferruginous mesoscutum.

In the original diagnosis the species *conscopa* was compared only with the very similar *annulatorius* Fabricius, which can be easily distinguished by the polished coxae III with very sparse punctures and without a trace of *scopa*. However, *conscopa* is much more closely related to *glaucopygos* Heinrich than to *annulatorius*. The two species, *conscopa* and *glaucopygos* share the dense puncturation of the coxae III, including the finely and very densely punctured region on the apical, interior part of the latter. The only essential differences between *conscopa* and *glaucopygos* are: (1) the lack of tangible pilosity (= "scopa") on the densely punctured area of coxae III in *glaucopygos*; (2) the lack of a yellow mark on the 7th tergite in *conscopa*; (3) the seemingly a trifle less shorter femora III in *conscopa*.

As *glaucopygos* has been found to be a species of particularly high chromatic variability, the possibility can not be ruled out that even the apparently distinctive specific characters of *conscopa* may fall into the frame of individual variability of the species *glaucopygos*. This question needs further attention and investigation.

³ Continuation of Supplement I, *Naturaliste can.*, 96, p. 940-954.

(32.) *Ichneumon pumilops* Heinrich*Ichneumon pumilops* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 276-277, ♀.

NEW RECORDS

Maine: Mt. Blue, several ♀ (C.G.H. II.) ; Ohio: New Concord, 20 ♀ (Coll. R. Duffield).

VARIABILITY

In several specimens of the series from Ohio the ferruginous mesoscutum is variegated with black (as rarely also in northeastern specimens) ; in one specimen the entire mesoscutum is black.

(40.) *Ichneumon vivax* Cresson*Ichneumon vivax* Cresson, 1877, Amer. Ent. Soc. Trans., 6:178, ♀.*Ichneumon vivax* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 286, ♀.

NEW RECORD

Ohio: Mohican State Park, 6 ♀, hibernating, leg. C. Dasch.

The Ohio specimens have been compared with the holotype and were found to be specifically identical. They are, however, 1–2 mm larger in size, have 3–4 more flagellar segments, and display, in contrast to the type, white lateral marks on coxae II and a white mark on subalarum. Whether these small differences indicate a subspecific separation is dubitable and can not be decided now as only one specimen, the holotype, is known from the type locality.

(41.) *Ichneumon valdopacus* Heinrich*Ichneumon valdopacus* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 287-288, ♀.

NEW RECORD

New York: Mt. Slide, Catskill Mts., summit region; leg. R. Duffield and F. Hough. This is the second recorded specimen of this species; it agrees completely with the holotype.

(53.) *Ichneumon grandisops* Heinrich*Ichneumon grandisops* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 305-306, ♀.*Holotype*.— ♀, C.N.C.

Neallotype.—♂, New Concord, Ohio, 26-X-1969, leg. R. Duffield, C.G.H. II.

DISTRIBUTION

New York (type locality), Connecticut, Ohio, North Carolina.

MALE (NEALLOTYPE)

Wings strongly and evenly infuscated; abdomen ferruginous-red, except black first segment; head, thorax, and legs black, except the following white: lateral fields of face, clypeus laterally, mandibles extensively, apical margins of all first trochanters narrowly, second trochanters I and II, second trochanters III ventrally, tibiae and tarsi I and II ventrally, apices of femora I and II ventrally, base of tibiae III ventrally, and scape ventrally; flagellum uniformly black; length 18 mm.

Flagellum.—With 44 segments and with narrow, elongatroval tyloids on segments 7–18, the longest (on segments 9–15) almost reaching to the bases, but not to the apices of segments, the one on the 18th segment minute. Uniformly black, scape ventrally white.

STRUCTURAL CHARACTERS

Oral and genal carinae meet at a distance longer than the width of mandible base before the latter; malar space considerably shorter than width of mandible base; scutellum distinctly raised above postscutellum, sloping in gradual curve downward to the latter; area superomedia transverse-rectangular.

VARIABILITY

In a specimen collected at the same locality and on the same day as the neallotype, tergites 1–3 and the base of the 4th tergite are black, and the entire face and clypeus are white, as is also the dorsal surface of the scutellum. There are also small differences in the white markings of the legs and in the shape of the tyloids; nevertheless the two specimens seem to belong to the same species.

(68.) *Ichneumon feralis* Cresson

Ichneumon feralis Cresson, 1867, Amer. Ent. Soc. Trans., 1:361, ♀.

Ichneumon feralis Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 120-121, ♀.

NEW RECORD

New York: Mt. Slide, Catskill Mts. (summit region); ♀, leg. F. Hough and R. Duffield.

3. Genus *Menkokia* Heinrich

Melanichneumon subgenus *Menkokia* Heinrich, 1934, Mitt. Zool. Mus. Berlin, XX, p. 209-210.

Type species. — *Menkokia major* Heinrich. Original designation.

DISTRIBUTION

Celebes (type locality); Burma (C.G.H. II.); North America.

PREAMBLE

The generic position of the North American species *Ichneumon blandii* Cresson, in the S.N.I.S. (p. 612-613) attributed with reservation to the genus *Vulgichneumon* Heinrich, should be revised. The striking chromatic characters of this species, its laterally distinctly carinate scutellum, the aciculate median field of postpetiole, the deeply impressed gastrocœli, and the structure of flagellum of the female represent a combination of features which seem to make a generic separation from *Vulgichneumon* mandatory. As in the Holarctic region no other genus exists to which the species *blandii* could possibly be attributed, I examined the relationship of this species to a multitude of similar tropical genera. I found that the genus *Menkokia*, originally described from Celebes, covers the species *blandii* perfectly. Seen from the zoogeographical point of view, it may seem strange that a genus described from Celebes should occur in North America; however, many other genera of Holarctic distribution have been recorded from Celebes already, as for example *Ichneumon*, *Ctenichneumon*, *Cælichneumon*, *Platylabus*.

The following are the decisive characters of the genus *Menkokia*: (1) scutellum laterally distinctly carinate (usually moderately raised above postscutellum); (2) median field of postpetiole longitudinally rugose or aciculate (more or less distinctly limited); also tergites 2 and 3 fairly coarsely sculptured, usually longitudinally rugose-punctate in the middle; (3) gastrocoeli distinctly, sometimes fairly deeply impressed, of medium size; (4) area superromedia longer than wide, hexagonal or half-elliptic, with costulae approximately in the middle, narrowed toward area basalis; (5) flagellum of female bristle-shaped, long, with elongate basal segments, usually distinctly widened beyond middle; (6) mandibles normal, fairly slender; (7) propodeum of the clearly broken type; apices of areae dentiparæ pointed, though not projecting.

Townes (Cat. Recl. Indo-Austr. Ichn., 1961, p. 357) has synonymized *Menkokia* with *Bystra* Cameron. I do not agree with this synonymy as the above mentioned characters (2) and (3) clearly indicate a generic difference. *Bystra* and *Menkokia* are related and have some characters in common, but to me they appear to be two quite different genera nevertheless.

MORPHOLOGICAL CHARACTERS

Flagellum.—Of female long or moderately long, bristle-shaped, with elongate basal segments, ventrally flattened and usually widened beyond middle, strongly attenuated toward apex; of male moderately nodose, with distinct, transverse bristle-ridges and with a row of distinct tyloids.

Head.—Temple profile more or less strongly narrowed behind eyes, only slightly curved; occiput and temples declivous from margin of eyes and from ocelli; cheek profile in front view distinctly narrowed toward mandible base,

straight ; upper frons not concave ; malar space somewhat shorter than width of mandible base ; mandibles normal, moderately slender.

Thorax.—Mesoscutum somewhat longer than medially wide, fairly convex, without notauli ; scutellum slightly to moderately raised above postscutellum, dorsally convex, laterally distinctly carinate ; propodeum of the clearly broken type, the horizontal part medially usually slightly shorter than the area postero-media ; carination complete and prominent ; area superomedia somewhat longer than wide, hexagonal or semi-elliptic, with costulae approximately in the middle, narrowed from costulae toward area basalis ; the latter sometimes more or less indistinct, coarsely sculptured ; areae dentiparae not curved downward, with pointed apices ; mesopleura densely punctured, with distinct speculum.

Legs.—Moderately long, fairly slender ; coxae III without scopa.

Wings.—Nervulus interstitial ; areolet pentagonal, strongly narrowed in front, the intercubiti nearly coalescent ; radius only slightly curved at apex.

Abdomen.—Of female oxygyous, the ovipositor usually somewhat projecting ; postpetiole with more or less distinct median field which is longitudinally striate or rugose ; gastrocoeli of medium size, each narrower than their interspace, distinctly impressed to fairly deep, with distinct thyridia ; space between gastrocoeli longitudinally rugose or striate, the rest of the 2nd tergite and the 3rd (sometimes also the 4th tergite) likewise coarsely and densely sculptured, either rugose-punctate or punctate.

CHROMATIC CHARACTERS

Scutellum white, often medially black with white sides ; tergites 6 and 7 always with white apical marks ; anterior tergites, at least the first one, more or less extensively white-marked, either with white apical margins or apical bandings, or with latero-apical marks ; prescutellar carinae white, usually also mesoscutum with short median white lines ; basic color black, or red and black.

4. Genus *Thyrateles* Perkins

(4.) *Thyrateles instabilis* Cresson

Ichneumon instabilis Cresson, 1867, Amer. Ent. Soc. Trans., 1:303, ♀ ♂.

Thyrateles instabilis Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 352-354, ♀ ♂.

BIOLOGY

A female was found hibernating between the roots of an uprooted tree on Mt. Blue, Maine, May 5th 1969. This seems to be the first record of hibernation of this species.

B. Subtribe *Amblytelina*⁴2. Genus *Spilichneumon* Thomson(2.) *Spilichneumon borealis* (Provancher)

Amblyteles borealis Provancher, 1882, *Naturaliste can.*, XIII, p. 328, ♀.

Spilichneumon borealis Heinrich, 1960, *S.N.I.S.*, p. 185-186, ♀ ♂.

Holotype.—♀, Département de Biologie, Université Laval, Québec.

DISTRIBUTION

Québec : Chicoutimi (type locality) ; Ontario : Mer Bleue near Ottawa.

ECOLOGY

The species is confined to peat bogs, where it appears in the latter part of summer ; males are flying from about middle of August through September.

NEW RECORD

Maine : Chesterville ; 2 ♀, numerous ♂.

DESCRIPTIVE NOTES

Female.—According to previous description, the base of the second tergite is obscure-yellowish in the holotype ; the color may be due to fading in the old specimen. In fresh specimens from Maine the color of tergites 2 and 3 varies from uniformly ferruginous-red to predominantly black, with the base of the second tergite (and very narrowly also the base of the third) ferruginous. In the specimens from Maine the frontal orbits are narrowly ferruginous up to vertex.

Male.—Amendment of description, based on 20 specimens from Maine : black ; yellowish-white are : always clypeus, face, mandibles (except teeth), apex of pronotal ridge, subalarum, tegulae in part, scutellum, tibiae and tarsi I and II, tibiae III (except black apex), apices of femora I and II, entire ventral side of femora I, base on tarsi III, all second trochanters, first trochanters I and II apically and more extensively on dorsal side, apices of coxae I and II more or less extensively (sometimes barely), and collare (exceptionally the latter entirely black) ; in about half of the specimens the postscutellum is white-marked or white and the first trochanters III apically restrictedly white-lined or white-marked ; ventral side of femora II pale brownish-tinged-yellow in varying extent : rarely in whole length, exceptionally not at all, usually partially ; usually the extreme base of femora III pale brownish or yellowish ; apices of segments 1 and 2 of tarsi III and the segments 4 and 5 predominantly, infuscated ; tergites 2 and 3 yellow, the second apically broadly, exceptionally

⁴ Continuation of Supplement I, *Naturaliste can.*, 96, p. 935-963 (1969).

almost entirely, black ; the third tergite with narrower apical black band, sometimes almost entirely black or entirely yellow.

Tyloids on segments 4 or 5 to usually 15, rarely to segments 14 or 16.

(3.) *Spilichneumon valdeticus* Heinrich

Spilichneumon valdeticus Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 186, ♀.

NEW RECORD

Maine, Mt. Blue near Weld, ♀.

ECOLOGY

Mountain meadow.

DESCRIPTIVE NOTES

The specimen from Maine was compared with the holotype ; the female from Maine has white apical marks on the 6th and 7th tergite ; in the holotype the 6th tergite bears an indistinct, reddish apical mark instead of a white one ; this may be an individual variation or an indication of subspecific distinction ; as the two specimens agree otherwise completely, there is no doubt about their specific identity.

(4. and 5.) *Spilichneumon bronteus* (Cresson) and *nubivagus* (Cresson)

Ichneumon bronteus Cresson, 1864, Ent. Soc. Phila. Proc., III, p. 144, ♂, and

Ichneumon nubivagus Cresson, 1867, Amer. Ent. Soc. Trans., I, p. 291, ♂.

(New name for *consimilis* Cresson, 1864, loc. cit., p. 163, proecc.).

TYPES

Holotype.—*Ichneumon bronteus*, ♂, A.N.S.

Ichneumon consimilis, ♂, A.N.S.

Neallotype.—*Spilichneumon nubivagus* Cresson, ♀, "Little Cottonw'd Cr., Ida., 5-VII-1965, Craters of the Moon Nat. Mon." C.G.H. II.

DISTRIBUTION

bronteus : Pennsylvania (type locality) north to Québec, Ontario and west probably to Continental Divide.

nubivagus : Colorado (type locality) north to British Columbia and east to Atlantic. This extensive range probably to be subdivided into a number of geographical subspecies.

PREAMBLE

These two species, both based by the author on males only, present two taxonomic, hitherto still unsolved, problems : (1) are they indeed two distinct

species in spite of their structural congruence, and (2) if so which are the females associated with them? In my treatment in the S.N.I.S. I took tentatively an affirmative point of view in regard to the first question; as to the second, I was unable to divide the ample material of eastern females at hand into two morphologically distinguishable species and consequently attributed them all to *bronteus*; this left *nubivagus* female unknown.

In Maine, in lower altitudes, the two males, *bronteus* with black, more or less extensively yellow-banded abdomen, and *nubivagus* with uniformly red abdomen, are common and occur frequently side by side in the same habitat. Simultaneously and sympatric with these males, populations of females were found with red femora III and first segment and also with black femora III and first segment, but otherwise seemingly undistinguishable; therefore all these females were considered to be associated with *bronteus* ♂.

However, during recent years I collected on a mountain meadow (Mt. Blue, near Weld, Franklin Co., Maine) a considerable number of typical *bronteus* males, without any admixture of *nubivagus* males. Along with them a series of females was caught, without doubt the associated sex, all without exception with black femora III and black first segment. The apparent ecological isolation of a typical *bronteus* population, the females of which all had black femora III, indicates that the color of legs of the females may be specifically indicative, in spite of the lack of structural confirmation.

A careful reexamination of my material of females from the East seems to reveal some extremely subtle structural differentiation between specimens with black femora III and black first segment and such ones with red femora and red first segment: in the former category the flagellar segments are not quite as abbreviated as in the latter and the femora III seems to be imperceptibly narrower (in lateral view) and less densely and extensively punctured; but, these differences are almost too subtle to be used for practical identification purposes, and besides, they do not hold for all specimens with black femora (they do hold for the ones with red femora); the latter complication would mean that the color of femora III is constantly black in one species, but can vary occasionally from red to black in the other.

My present conclusion is that *bronteus* and *nubivagus* are distinct species and that females with black femora III and first segment, combined with a trifle more elongate basal segments of flagellum belong to the former, females with red femora III (varying occasionally to black) and red first segment, combined with slightly more abbreviated flagellar segments, belong to the latter. This conclusion still remains hypothetical until final proof can be obtained by rearing.

Characters distinguishing *bronteus* from *nubivagus* :

FEMALES

<i>bronteus</i>	<i>nubivagus</i>
1. femora III black	1. femora III red or sometimes black
2. post petiole entirely or predominantly black	2. postpetiole red
3. first flagellar segment approximately 1.75 times as long as apically wide	3. first flagellar segment approximately 1.4 times as long as apically wide
4. in dorsal view 6th flagellar segment about as long as wide	4. in dorsal view 4th flagellar segment about as long as wide
5. femora III in lateral view slightly slenderer than in <i>nubivagus</i>	5. femora III in lateral view slightly wider than in <i>bronteus</i>
6. femora III on exterior side rather sparsely punctured, only dorsally densely	6. femora III on exterior side and dorsally densely punctured
7. flagellum with extensive, clear-white annulus	7. flagellum without or, sometimes with, indistinct, whitish annulus

NOTE

In the neallotype of *nubivagus* from Idaho mesosternum and horizontal part of propodeum are ferruginous ; whether this is characteristic of western populations remains to be investigated.

(6.) *Spilichneumon citrinus* (Provancher)

Ichneumon citrinus Provancher, 1886, Add. Corr. Faune Ent. Canada Hym., p. 31, ♂.

Spilichneumon citrinus Heinrich, 1960, S.N.I.S., p. 189, ♂.

Spilichneumon citrinus Heinrich, 1968, *Naturaliste can.*, **95**, p. 722, ♂.

NEW RECORD

(Le Naturaliste canadien, 1968) : Maine, Mt. Blue, near Weld.

DISCUSSION

See loc. cit., 1968 ; in last paragraph replace *Spilichneumon nubivagus* Cresson by *Spilichneumon bronteus* Cresson (with reference to the new treatment of the two species in present publication).

11. *Spilichneumon pernigricornis*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Grand Teton, Nat. Pk. Wyo., H.E. and M.A. Evans, Snake R., 5 mi S. Elk, 6600', VIII-4/10-64." C.G.H. II.

Allotype.—♂, Ravalli Co., Sula, Montana, 4500'–5000', H.V. Weems, Jr. C.G.H. II.

Paratype.—♀, "Spring Hollow Camp Ground, Logan Canyon Cache Natl. Park, Utah, 5000'–5500', H.V. Weems, Jr., 26–VI–66. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Wyoming, Utah, Montana, 4500'–6600'.

PREAMBLE

Most closely related in structure to the *bronteus* group, but probably uniquely, distinguished by almost uniformly deep black flagellum and deep black legs III, and by nearly uniformly black thorax, head, and legs I and II.

FEMALE

Abdomen red, except black first segment; head, thorax, and legs almost entirely black, with some obscure ferruginous markings; wings distinctly, though moderately, infuscated; flagellum almost uniformly deep black; length 14 mm.

Flagellum.—Rather short, bristle-shaped, moderately attenuated at apex, with 41 short segments, practically identical in proportions with *bronteus*, the first about 1.7 times as long as apically wide, in dorsal view the 6th square. Deep black, ventrally dark brown beyond middle; scape black.

Head.—Structure, including mandibles, as in *bronteus*. Black, frontal and vertical orbits ferruginous.

Thorax.—Structure and sculpture as in *bronteus*, area superomedia likewise very finely, mainly longitudinally rugose. Uniformly black, sometimes the following parts dark ferruginous: collare, two longitudinal, very indistinct stripes on mesoscutum, and an, also indistinct, median mark on scutellum.

Legs.—As in *bronteus*. Black; tibiae and tarsi I and II ventrally, the tarsi also apically, dark ferruginous, dorsally black-brown.

Wings.—Moderately infuscated.

Abdomen.—Structure and sculpture as in *bronteus*. Color as described above.

MALE

(Allotype); *base of clypeus, facial and frontal orbits up to vertex ferruginous, as are also the tibiae III medially, tibiae and tarsi I and II entirely, and the tarsi III partially; abdomen red, except black first segment; flagellum uniformly black; length 18 mm.*

Flagellum.—With 45 segments and with elongate, narrow, almost parallel-sided tyloids on segments 5–14, which reach from bases to ends of segments 7–11. Uniformly black, including scape.

REMARK

This form may well be the western geographical subspecies of *bronteus*, but at the present time the knowledge of the western fauna is still too incomplete for subspecific association.

3. Genus *Eutanyacra* Cameron(4.) *Eutanyacra consignata* (Cresson)

Ichneumon consignatus Cresson, 1967, Amer. Ent. Soc. Trans., I, p. 298, ♂.

Eutanyacra consignata Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 430-431, ♂ ♀.

NEW RECORDS

Southern Maine : North Berwick, 1 ♀ ; New York : Lake Mohonk, 2 ♀ , leg. D. Smiley.

(12.) *Eutanyacra solitaria* Heinrich

Eutanyacra solitaria Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 442-443, ♀.

NEW RECORD

Maine, Mt. Blue near Weld ; ♀ .

(14.) *Eutanyacra munifica* (Cresson)

Ichneumon munificus Cresson, 1867, Amer. Ent. Soc. Trans., I, p. 2990, ♂.

Eutanyacra munifica Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 444-446, ♂ ♀.

NEW RECORDS

Maine, Ragged Island, 1 ♀ ; Pennsylvania, Smethport, 2 ♀ .

ECOLOGY

Ecologically sharply separated from *saguenayensis* Provancher, being confined to overgrown, dry fields and deforested hill slopes.

DESCRIPTIVE NOTES

Female : Equal in color to *vilissima* Heinrich (particularly to the subspecies *rubricoxa* Heinrich and to *solitaria* Heinrich. Can be distinguished from these two species in appearance by markedly larger size (14-16 mm long), in structure by comparatively shorter basal segments of flagellum, in frontal view still wider cheek profile, apically more broadly blunted upper mandible tooth, and particularly by stouter femora I and II. The same characters, except size and mandibles, distinguish this female from the equally large *saguenayensis*.

Male : Extremely similar to *saguenayensis*, but femora comparatively shorter and slightly thicker, and tergites 2 and 3 comparatively wider ; most specimens distinguished in addition by unobtrusive, short, lateral yellow lines on mesoscutum at tegulae and by the yellow mark on mesopleura being more restricted than in *saguenayensis*, often entirely lacking ; femora II not, or restric-

tedly black-marked (in *saguenayensis* usually extensively black, exceptionally also entirely ferruginous).

(15.) *Eutanyacra saguenayensis* (Provencher)

Ichneumon saguenayensis Provencher, 1888, Hym. Add. VII. p. 356-357. ♂.

Eutanyacra saguenayensis Heinrich, 1961. S.N.I.S., p. 446-448. ♂ ♀.

NEW RECORD

Maine : Chesterville (2 ♀, 20 ♂).

ECOLOGY

In strong contrast to the similar *munifica* Cresson, apparently confined to peat bogs with dense growth of *Vaccinium*.

DESCRIPTIVE NOTES

Male : For the subtle chromatic differences from *munifica* see the preceding species. Among the 20 specimens from Maine (Chesterville) are 3 erythristic mutants of striking coloration : tergites 1-4 basally black, followed by ferruginous-orange, and apically yellow ; the following tergites light ferruginous, 5 and 6 basally black ; all femora ferruginous without black markings ; mesoscutum black with two longitudinal ferruginous bands, in one specimen uniformly light ferruginous.

Differs from *munifica* only slightly in structure as follows :

<i>saguenayensis</i>	<i>munifica</i>
1. femora III comparatively longer and slightly slenderer	1. femora III comparatively shorter and slightly thicker
2. second tergite slightly narrower than medially long	2. second tergite somewhat wider than medially long
3. third tergite about 1.5 times as wide apically as medially long	3. third tergite about twice as wide apically as medially long

17. *Eutanyacra vilissimops*, new species

TYPES

Holotype.— ♀, "Kazubazua, Québec, Canada, hibernating, 21-10-1956", leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

Holotype.—1 ♀, same data. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Canada : Québec.

ECOLOGY

The two types were found together under a carpet of moss on the ground, in open country, at the border of a small grove of young aspens and pines. The two very similar and closely related species, *vilissima* Heinrich and *solitaria* Heinrich, were collected in great numbers in hibernation, but without exception in rotten tree stumps in the woods only. This ecological peculiarity of the two type specimens seems to be a confirmation of their specific distinction.

PREAMBLE

Extremely similar to *vilissima* and *solitaria*; differing from these species mainly by markedly inflated cheeks and consequently stronger curved cheek profile, rendering the outline of head in frontal view approximately square; furthermore the scutellum is slightly more raised above the postscutellum than in *vilissima* and *solitaria*, the sculpture of the abdomen is coarser, in particular the 4th tergite is denser and more distinctly punctured almost to the end, and the interspace of the gastrocoeli is coarser aciculate. Chromatically distinguished from the two species by darker ferruginous basic color of the entire body and by ferruginous (instead of yellow) scutellum. In contrast to *vilissima vilissima*, pleura and coxae predominantly ferruginous.

FEMALE

Flagellum with white annulus; head dark ferruginous, with only antennal cavities and sometimes a mark on malar space black; thorax dark ferruginous with restricted black markings, mesoscutum entirely, propodeum almost entirely, pleura predominantly dark ferruginous; scutellum ferruginous, laterally toward apex faintly yellow-tinged; the following black: prosternum basally and apically, mesosternum medially and apically, prepectus predominantly to entirely, pronotum medially or more extensively (except ferruginous upper half of propleura and pronotal base), posterior and superior margin of mesopleura, basal furrow of scutellum and the axillary troughs, and the basal furrow of propodeum all around; abdomen dark ferruginous, with black basal bands on tergites 2-4 and with more or less extensively black petiole; legs dark ferruginous, without black markings except restrictedly black bases of coxae; length 14-15 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, long, extremely attenuated toward apex, with 40-41 segments, the first about twice as long as apically wide, seen from the side, the 7th approximately square, none wider than long. Pale ferruginous, with complete yellowish-white annulus on segments 7-12, dorsally infuscated toward apex; scape uniformly pale ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile not tangibly narrowed behind eyes, distinctly curved.

Scutellum somewhat raised above postscutellum, dorsally flat; area supero-media square or wider than long; costulae and lateral carinae of area postero-media obsolete.

Sculpture of abdomen coarser than in *vilissima*; interspace of gastrocoeli coarsely and regularly aciculate; second tergite coarsely and very densely punctured all over, the third tergite likewise densely though slightly finer punctured; the fourth tergite, in contrast to *vilissima*, also distinctly and densely punctured to beyond middle, although considerably finer than the third tergite.

4. Genus *Netanyacra* Heinrich

Netanyacra Heinrich, 1968, *Naturaliste can.*, **95**, p. 709-711.

The following 4 new species were originally included in this genus :

1. *Netanyacra nuevoleonis* Heinrich (type species), *loc. cit.*, p. 709-711; distribution: northern Mexico, Nuevo Leon.
2. *Netanyacra leucopus* Heinrich, *loc. cit.*, p. 712-714; distribution: South Carolina, Tennessee, Kentucky.
3. *Netanyacra dacotae* Heinrich, *loc. cit.*, p. 714-715; distribution: South Dakota (type locality), Alberta.
4. *Netanyacra arizonae* Heinrich, *loc. cit.*, p. 716-717; distribution: Arizona.

2. *Netanyacra leucopus* Heinrich

NEW RECORDS

Georgia: Homer, Banks Co., 1 ♀, numerous ♂, and Forsyth, Monroe Co., 4 ♂; Florida: Tallahassee, 1 ♀.

5. Genus *Tricholabus* Thomson

Tricholabus Thompson, 1894, *Op. Ent.* 19, p. 2103 and 2113.

Tricholabus Heinrich, 1961, *S.N.I.S.*, p. 387-389.

DISTRIBUTION

This genus is not confined to the temperate zones of the Old and New World as recorded by Heinrich, *loc. cit.*, 1961; according to H. Townes (*Cat. Recl. Nearct. Ichn.*, 1966, p. 254) *Tricholabus* is also well represented in the Neotropical Region (6 species in Mexico and Paraguay).

BIOLOGY

Since the publication of the *S.N.I.S.*, the findings of R. Hinz, Germany, have added new facts to our knowledge of the biology of this genus. According to communications received by letter from R. Hinz, the European species *strigatorius* Gravenhorst parasitizes full grown caterpillars of *Euclidia* (= *Euclidi-mera*, Catocalinae). This is a further confirmation of the rule, that amblypygous females lay their eggs into caterpillars, oxygygous females into the (fresh) pupae of their hosts.

(4.) *Tricholabus mitchelli* Heinrich*Tricholabus mitchelli* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 395-396, ♀ ♂.

DISTRIBUTION

Coastal belt (salt marshes) of the Atlantic, from Virginia north to Massachusetts.

NEW RECORD

Maine : Reid State Park, near Georgetown ; salt marsh ; series of both sexes.

6. Genus *Obtusodonta* Heinrich*Obtusodonta* Heinrich, 1962, S.N.I.S. (Addenda), p. 872-873. *Type species*. — *Spilichneumon obscuricolor* Heinrich.

DISTRIBUTION

Holarctic, as the Palaearctic species *Ichneumon equitatorius* Panzer, placed by the European authors in the genus *Amblyteles* Wesmael and by Townes (1965, Cat. East. Palaearct. Inchn.) in the genus *Ichneumon* L. (= *Pterocormus* Townes), shares all distinctive characters with the type species of *Obtusodonta*.4. *Obtusodonta restricta* (Cresson)*Ichneumon restrictus* Cresson, 1877, Amer. Ent. Soc. Trans., VI, p. 109, ♂.*Ichneumon restrictus* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 344-345, ♂.*Obtusodonta montana* Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 875-877, ♀ ♂.*Obtusodonta restricta* Heinrich, 1969, *Naturaliste can.*, 95, p. 948, ♀ ♂ (*Obtusodonta montana* Heinrich as synonym).*Holotype*.— ♂, A.N.S.

DISTRIBUTION

New York (type locality) ; Maine ; Québec.

ECOLOGY

In New York and New England confined to the summit regions of higher mountains.

D. Subtribe *Cratichneumonina**Subtribe Cratichneumonina* Heinrich, 1967, Synopsis and Reclass. of the Ichneumoninae Stenopn. of Africa, south of the Sahara, p. 27 (key), p. 791-792 (description).*Type genus*. — *Cratichneumon* Thompson.

DISTRIBUTION

Worldwide.

1. Genus *Cratichneumon* Thomson

Cratichneumon Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 98.

(7.) *Cratichneumon takomae* Heinrich

Cratichneumon takomae Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 116, ♂.

NEW RECORD

Southern Maine : North Berwick.

REMARK

The specimen from Maine disagrees with the original description only by lack of white marks on coxae and trochanters I and II, but is otherwise typical.

(9.) *Cratichneumon ashmeadi* (Schulz)

Ichneumon ashmeadi Schulz, 1906, Spolia Hym., p. 128, ♂ (new name for *imitator* Ashmead, 1902, preocc.).

Cratichneumon ashmeadi Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 118-119, ♀ ♂.

NEW RECORD

Maine : Mt. Katahdin (summit region), leg. A.E. Brower ; British Columbia : Robson, leg. H.R. Foxlee.

ECOLOGY

In Maine apparently confined to the summit regions of the highest elevations.

(10.) *Cratichneumon acronictae* Heinrich

Cratichneumon acronictae Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 125-126, ♀ ♂.

VARIABILITY

A series of 7 males caught 1965 in southern Maine (North Berwick) in a Malaise trap shows a surprising degree of variability. Only two specimens agree completely with the original description (*loc. cit.* 1961), while the other 5 specimens differ from it markedly in color of legs. In these 5 specimens the black markings on femora and tibiae III are lacking and the ventral side of coxae III is extensively white only in one of them, uniformly ferruginous in the 4 others. The extent of white on mesoscutum and mesopleura is also reduced as compared to the allotype of *acronictae*. All specimens show the large, oval tyloids and the concave clypeus characteristic for *acronictae*, although the concavity of the clypeus seems to be somewhat less pronounced.

I suppose that the entire series represents the species *acronictae*, but there is no final proof for that.

(11b.) *Cratichneumon variegatus insignitus*, new subspecies

TYPES

Holotype.—♀, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, U.S.A., 20–30–May 1968", leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 9 to 17–X–1970. C.G.H. II.

Paratypes.—4 ♀, same locality, June and July 1969 and 1970; 8 ♀, Water Valley, Yalobusha Co., Mississippi, September and October 1970; 1 ♀, Raleigh, North Carolina, 10–June–1951. All in C.G.H. II.

DISTRIBUTION

North Carolina south to southern Georgia and west to Louisiana; northern limits between this and the nominate form are not clearly established yet.

PREAMBLE

Females of this subspecies differ in color markedly from populations from the type locality (southern Canada and New England), particularly by much more extensive white markings on head and thorax. Both sexes differ from the nominate form also slightly in structure by wider, more curved temple profile and cheek profile.

FEMALE

In contrast to the nominate form: mesopleura with conspicuous white band which runs almost diagonal from the posterior lower corner of mesopleura to the anterior upper corner; white band on orbits continues from vertex and temple along the hind margin of eye to or almost to mandible base, widening below over most of the surface of cheeks; area superomedia and areae spiraculariferae always uniformly white, as are also coxae and trochanters I and II.

MALE

Agrees in the distribution of white with the male of the nominate form, but the anterior tergites, particularly tergites 2-3-4 are, on the average, distinctly more extensively blackish-infuscated. As in the female, the temple profile is wider behind eyes than in the male of the nominate form and the temples are stronger convex; furthermore, the puncturation of tergites 2 and 3 is denser and slightly coarser.

NOTE

The extent of white pattern is strikingly constant in subspecies *insignitus* but individually rather variable in *variegatus variegatus*. Exceptionally specimens with the extensive white pattern characteristic for *insignitus* are also found in northern populations, even as far north as Canada.

In head structure and sculpture this subspecies agrees with a black-banded (in both sexes), endemic species from Florida to be described in near future.

(18.) *Cratichneumon puncticoxa* Heinrich*Cratichneumon puncticoxa* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 133-134, ♀ ♂.

NEW RECORD

Pennsylvania : Smethport.

FEMALE

In the key for the females of the genus *Cratichneumon* (S.N.I.S., p. 101, couplet 28) the remark "tarsi III always uniformly pale yellowish" should be amended to "tarsi III in the great majority of specimens uniformly pale orange-yellow". Likewise in the treatment of this species the description of the color of legs should be amended as follows : "tarsi III in the great majority of specimens uniformly pale orange-yellow, exceptionally moderately infuscated".

(22.) *Cratichneumon vaccinii* Heinrich*Cratichneumon vaccinii* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 141-142, ♂.

NEW RECORDS

Maine : Orono ; northwestern Pennsylvania : Smethport.

ECOLOGY

In Maine peat bog with dense cover of *vaccinium*, in Pennsylvania *vaccinetum* on dry ground.

(30.) *Cratichneumon alternans* (Provancher)*Phygadeuon alternans* Provancher, 1882, Naturaliste can., XIII, p. 335, 358, ♀.*Cratichneumon alternans* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 153-154, ♀.

Holotype.—♀ (thorax only), Département de Biologie, Université Laval, Québec.

Neallotype.—♂, Dryden, Maine, 25-VI-61. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Québec.

NEW RECORD

Maine : Dryden, 2 ♀, 8 ♂.

PREAMBLE

The 8 specimens of the male described below were collected at the same locality as the 2 females ; they match the latter morphologically and, in particular, in its extremely small size which is practically the smallest within this genus. It is therefore highly probable that the association of sexes is correct.

MALE

Head and thorax black with white markings ; abdomen red-brown, tergites 1-5 basally more or less extensively blackish ; coxae III entirely or predominantly

black, as are also the femora III ; all tibiae and tarsi white, tibiae III apically black, tarsi III sometimes slightly orange-tinged ; all trochanters and coxae I and II white ; femora I and II pale ferruginous and yellowish ; usually mesosternum white-marked ; propodeum sometimes restrictedly brownish or white-marked ; flagellum with annulus ; length 4-7 mm.

Flagellum.—With 26-27 segments and with narrow, elongate tyloids on segments 5-11, rather short, only slightly attenuated at apex, the first segment in lateral view about twice as long as wide, about the 10 apical segments in lateral (exterior) view nearly square. Black, ventrally pale brownish, with complete white annulus on segments 13 or 15 to 16, 17 or 18 ; scape black, ventrally white.

Head.—Temple profile not narrowed behind eyes, broadly rounded ; frons slightly convex ; cheeks in lateral view moderately wide, distinctly convex ; malar space subobsolete ; median field of face distinctly protruding, particularly toward upper end ; frons extremely finely coriaceous, with a few fine punctures. Black, the following white : clypeus, face, mandibles except teeth, malar space, outer orbits broadly, in neallotype only lower part of frontal orbits, the outer orbits up to temple region and a mark on vertical orbits, in other specimens orbits white all around eyes.

Thorax.—Mesoscutum scarcely longer than wide ; anterior fourth of notauli rather distinct ; sternauli lacking ; mesosternum short, convex, about twice as wide as long ; mesopleura correspondingly short, about twice as high as medially long ; area posteromedia twice as long as horizontal part of propodeum medially ; area superomedia about twice as wide as long, not clearly defined all around. Black, the following white : collare, pronotal ridge and base, subalarum, scutella, and apical part of prosternum ; mesosternum sometimes white-marked but not the mesopleura ; sometimes also the propodeum white-marked.

Legs.—Femora III short and stout, about 3 times as long as medially wide. Color as described above ; femora III sometimes extensively brownish.

Wings.—Nervulus postfurcal ; areolet rather strongly narrowed in front.

Abdomen.—Tergites 2 and 3 distinctly punctured, finely coriaceous between punctures ; thyridia distinct, each about as wide as their interspace. Color as described above.

REMARK

There are a few very small specimens at hand with more or less extensively ferruginous mesoscutum and mesopleura, which I am unable to identify ; they may be variations of this species or perhaps dwarf specimens of *scitulus* Cresson.

In order to include the above described male of *alternans* Provancher, the key to the males of the genus *Cratichneumon* Thomson, published in S.N.I.S.,

1961, p. 103-107, should be replaced from couplet 44 on by the following, new version :

- 44. Abdomen black, tergites 1-2 or 1-3 apically yellow-banded. (Tarsi III uniformly white; length 10-11 mm.) (32.) *suadus* (Cresson)

Abdomen otherwise colored. 45
- 45. Mesoscutum black, with distinct median white mark; length 10-15 mm. 46

Mesoscutum black or ferruginous, without median white mark; length 4-10 mm. 47
- 46. Coxae III dorsally extensively white-marked; black band on second tergite extending from its extreme base to beyond the thyridia; mesoscutum medially coarsely but not densely punctured; carination of propodeum strong and complete; frons at and below the level of lower ocellus slightly concave; length 12-15 mm. (..... probably male of *paraparatus* Heinrich (S.N.I.S., 1962, p. 869, ♀.)

Coxae III dorsally entirely black; second tergite with irregular median black mark; mesoscutum much more finely and densely punctured, scarcely shiny; anterior part of carination of horizontal part of propodeum obsolete; frons at and below the level of lower ocellus slightly convex; length 10-11 mm. (33.) *remanens* Heinrich
- 47. Tibiae III ferruginous or orange-ferruginous with black apices, at the most narrowly yellow-tinged at the base. (Tarsi III usually more or less infuscated.) 48

Tibiae III white or pale yellow with black apices. (Tarsi III white or pale yellow, without infuscation.) 49
- 48. Basic color of thorax black, without ferruginous markings; mesosternum not white-marked; flagellar segments slightly shorter than in alternative species; bacilliform tyloids on segments 4 or 5 to 12 or 13; basal tergites (at least 1-3) with conspicuous basal black bands; flagellum ventrally orange-ferruginous. (Length 8 mm.) (40.) *rubricops* Heinrich

Basic color of thorax ferruginous, with rather restricted black markings; mesosternum white to sternali; flagellar segments slightly longer than in alternative species; elongate, fairly

narrow tyloids on segments 7-13; abdomen uniformly ferruginous; flagellum ventrally black-brown. (Length 9 mm.)

unidentified ♂ (New York: Lake Mohonk)

49. Mesoscutum and mesopleura more or less extensively to entirely ferruginous; abdomen entirely, or almost entirely ferruginous. (Sterna and mesopleura usually extensively yellowish-white; length 7-8 mm.) (31.) *scitulus* Cresson

Mesoscutum and mesopleura uniformly black; abdomen extensively banded with black, or extensively blackish-infuscated. 50

50. Tergites 1-3 blackish, with obscure-brownish apical bands, the following tergites predominantly or entirely blackish; area superomedia very strongly abbreviated, usually several times wider than long, always with very clearly prominent surrounding carina; length 9-10 mm. (Mesosternum usually black, sometimes with white mark on each side of median furrow.) (38.) *rubricus* Provancher

Abdomen red-brown, tergites 1-5 basally more or less extensively blackish; area superomedia slightly less abbreviated, the surrounding carina more or less indistinct or partially obsolete, particularly in front; length 4-7 mm. (Mesosternum usually with white mark on each side of median furrow and a second white mark beyond sternaui; median field of face more protruding in *rubricus*.) (30.) *alternans* Provancher

(37b.) *Cratichneumon flavipectus mississippi*, new subspecies

TYPES

Holotype.—♀, "Water Valley, Yalobusha Co., Mississ., U.S.A., 6 to 20-X-70", leg. M. Horan. C.G.H. II.

Allotype.—♂, "Water Valley, Lafayette Co., Mississ., U.S.A., 8-VII-70". C.G.H. II.

Paratypes.—5 ♀, same data as holotype; 2 ♀, same locality, 29-IX to 5-X-1970; 10 ♀, same locality, 21-31-X-1970; all leg. M. Horan. All in C. G.H. II.

PREAMBLE

Females differ in color rather strikingly from northeastern populations (including the type region, southern Canada) by almost uniformly light ferru-

ginous color of the entire body, with practically total lack of black markings, combined with light yellow scutellum. The structural characters, however, including the finely alutaceous, unpunctured sculpture of the second tergite, agree so completely with *flavipectus*, that the subspecific association seems to be undubitable.

FEMALE

Color of entire body markedly lighter than in nominate form; head and abdomen without black markings, uniformly light ferruginous, thorax almost uniformly so colored; femora III only exceptionally somewhat infuscated on the extreme apex; on thorax, only the following parts blackish-infuscated: a narrow and short, indistinct, horizontal line on middle of propleura, spot below subalarum, basal furrow of scutellum and of propodeum, and axillary troughs of mesonotum and of metanotum; often mesopleura on lower half and apical part of propodeum on both sides, with indistinctly yellow-tinged area; otherwise as nominate form, including blackish apex of tibiae III and infuscation on metatarsus III; flagellum as described for nominate form (S.N.I.S., p. 163).

MALE

Agrees with the female in the alutaceous sculpture of the second tergite, in the color pattern of tibiae and tarsi III, and in the almost uniformly light ferruginous color of the abdomen.

Head white, with only ocellar and occipital regions black; sterna, prepectus, propleura and mesopleura white, with only a small, black mark below subalarum and a short, horizontal black band on each side in the middle of anterior part of propleura; mesoscutum black with white median mark; scutellum and postscutellum white, axillary troughs and base of propodeum black; rest of horizontal part of propodeum and basal part of metapleura light ferruginous, shading on the metapleuron into whitish; declivity whitish; abdomen uniformly light ferruginous, only petiole black; legs, including coxae III, light orange-ferruginous, all trochanters, coxae I and II, and ventral side of coxae III whitish; coxae III dorsally with black apical mark; tip of femora III dorsally black, as is also the broad apex of tibiae III and the metatarsus III; second segment of tarsi III partially infuscated, the rest of tarsi III and the tarsi I and II whitish.

Flagellum.—With 30 segments and with narrow, fairly short, bacilliform tyloids on segments 4–12. Black, ventrally orange, with complete white annulus on segments 13–17; scape ventrally white.

(39.) *Cratichneumon rubricoides* Heinrich

Cratichneumon rubricoides Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 165-167, ♀ ♂.

NEW RECORD

Maine: Mt. Blue near Weld (leg. E. Diller).

DESCRIPTIVE NOTES

To the two differences from *rubricus* Provancher stressed in the original description of this species (much shorter ovipositor and somewhat less abbreviated propodeum) a third may be added: the third tergite slightly more densely, regularly, and distinctly punctured.

(42.) *Cratichneumon pertenuis* Heinrich

Cratichneumon pertenuis Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 169-170, ♀.

NEW RECORD

Maine: Camden; leg. G. Heinrich, 7-VIII-1965.

DESCRIPTIVE NOTES

The specimen from Maine, the second of this species collected so far, was compared with the holotype and found to be doubtlessly conspecific. It differs only from the type by black femora III and by predominantly black-brown femora II.

49. *Cratichneumon carolinae*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Raleigh (N. Carolina), U.S.A., 10 June 1951". C.G.H. II.

Paratypes.—2 ♀, Forsyth, Monroe Co., Georgia, 20-30 May, 1968. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

North Carolina (type locality); Georgia.

PREAMBLE

Well distinguished by bristle-shaped, apically attenuated flagellum.

FEMALE

Light orange, with rich white markings on thorax and predominantly white head; femora, tibiae, and tarsi III uniformly light orange, the tibiae III without a trace of basal or apical infuscation; the following white: head (except orange antennal cavity, middle of frons, ocellar and occipital regions), collare, pronotal ridge and base, tegulae, subalarum, scutellum, postscutellum, declivity of propodeum, nearly lower half of mesopleura, all trochanters, coxae I, and apical half of coxae II; black are only: short band on middle of anterior part of propleura, extreme base of prosternum, mark on base of prepectus, a small mark below subalarum, basal furrow of scutellum, and the axillary troughs of mesonotum and metanotum; flagellum black with complete white annulus; length 9 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, fairly long, slender, slightly widened beyond middle, distinctly attenuated toward apex, with 32 segments, the first twice as long as apically wide, in lateral view the 7th approximately square, the widest on the flat side about 1.5 times as wide as long. Black, with complete white annulus on segments 7 (apex) to 14; scape ventrally orange, the segments before annulus ventrally brown.

Head.—Temple profile moderately narrowed behind eyes, slightly curved; cheek profile moderately narrowed toward mandible base; malar space somewhat shorter than width of mandible base; median field of face moderately protruding; face and frons finely and not very densely punctured, very finely coriaceous between punctures. Color as described above.

Thorax.—Mesoscutum finely and moderately densely punctured, finely coriaceous between punctures; anterior third of notauli distinct; sternauli on mesosternum rather sharply impressed; scutellum very slightly convex, shiny, with a few scattered punctures; horizontal part of propodeum finely and densely, irregularly coriaceous-rugose, without distinct carination (only apical part of lateral carinae of area superomedia recognizable in holotype), medially somewhat shorter than area posteromedia; lateral carinae of the latter also obsolete.

Legs.—Fairly slender; coxae III finely and densely punctured, finely coriaceous between punctures, not shiny, without scopa.

Wings.—Areolet pentagonal though intercubiti strongly narrowed in front; nervulus slightly postfurcal; stigma brownish.

Abdomen.—Postpetiole finely and densely coriaceous-rugose, with faintly indicated median field; gastrocoeli obsolete, thyridia indicated; second tergite finely and densely punctured, coriaceous between punctures, the third tergite more finely and less densely punctured to beyond middle; ovipositor distinctly projecting, with black-brown sheaths.

VARIABILITY

In one specimen from Georgia, white on mesopleura is reduced to a mark; sometimes area posteromedia orange, instead of white; black mark on pronotum sometimes extended into a median black band from side to side.

50. *Cratichneumon austropiceipes*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Water Valley, Yalobusha Co., Mississ., U.S.A., 29-IX to 5-X-70"; leg. M. Horan. C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 13-27-VII-1970. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, USA, 18 to 31-X-1970", leg. F. Naumann, 1 ♂, same locality, 21 to 28-VIII-1970. C.G.H. II.

PREAMBLE

This is evidently a distinct form, confirmed also by the fact that the two female types, although coming from far distant localities, are completely congruent in color and structure. It belongs in the *w-album* group and seems to be closely related to *piceipes* Heinrich. As so often, the answer to the taxonomic question whether subspecific association with the latter species or distinct specific status is preferable, remains hypothetic and arbitrary. On account of slight morphological differences from the holotype of *piceipes* I prefer to introduce this form tentatively as a full species.

Females differ chromatically from *piceipes* by extensively dark (blood-) red coxae and head; they also differ from the holotype of *piceipes* by dark red femora (all coxae and femora are pitch-black in type of *piceipes*, but the color of femora seems to vary individually in northern populations of that species). Distinguished in structure from *piceipes* by less narrowed behind eyes, distinctly curved temple profile and by less widened flagellum, the widest segment on the flat side being only very slightly wider than long.

FEMALE

Head predominantly blood-red, the red color covering nearly entire vertex, occiput and cheeks, most of frons, and median field of face; thorax black, with indistinctly red median area; white are: scutellum, postscutellum, subalarum, collare, and pronotal ridge (somewhat indistinctly) except basally; abdomen red, except black petiole; coxae blood-red, variegated more or less extensively with black; all femora red, at least femora III blackish at the extreme apex; all tibiae and tarsi black dorsally, the former with white dorsal mark beyond base; flagellum with white annulus; length 10–11 mm.

Flagellum.—Filiform, fairly slender, barely widened beyond middle, just a trifle tapering at apex, with 32 segments, the first almost twice as long as apically wide, in lateral view the 7th square, the widest on the flat side only slightly wider than long. Black, with nearly complete white annulus on segments 8–15; scape ventrally red.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile barely narrowed behind eyes, distinctly curved; scutellum and mesoscutum flat, the latter coarsely and rather densely punctured, shiny between punctures; area superomedia somewhat wider than long, in paratype not clearly defined from area basalis; pleura, particularly mesopleura, very coarsely and densely rugose-punctate; postpetiole very finely coriaceous; second tergite densely, moderately finely punctured, thie third sparsely, very finely punctured, alutaceous between punctures; femora III short and stout; coxae III with scopa.

MALE

Similar in appearance and color pattern to *w-album*, but temple profile in vertical view markedly more bulging than in that species and in the allotype of *piceipes*.

Head and thorax black with very rich white markings; mesoscutum with white median mark; abdomen light ferruginous, only petiole black, postpetiole with apical ivory band; femora I and II orange-red, III red, the apex dorsally black; tibiae III at base narrowly, at apex broadly black, medially white; tarsi III in allotype partially blackish-infuscated, in paratype predominantly blackish; the following black: antennal cavity, broad middle of frons, ocellar and occipital regions, mesoscutum except median mark, pronotum except ridge and base, upper hind third of mesopleura, mark before coxae II, base of prosternum and of prepectus, metapleura nearly entirely, horizontal part of propodeum except area superomedia and apical parts of areae dentiparae, exterior side of coxae III, and malar space; rest of head, thorax, and coxae, white; white around eyes narrowly, or almost interrupted on vertex; length 13 mm.

Flagellum.—With 35–36 segments and with short, bacilliform tyloids on segments 7–13, the first and last punctiform. Black, ventrally orange, with white annulus on segments 13–20; scape ventrally white.

STRUCTURAL CHARACTERS

Clypeus with a depression apically in the middle; scutellum moderately convex.

51. *Cratichneumon naumanni*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, U.S.A., 20–30. Mai, 1968;" leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

PREAMBLE

A slender species, distinguished by uniformly light ferruginous color of head, mesoscutum, abdomen, and legs including coxae, mesopleura and propodeum almost uniformly so colored. Seemingly related to *ferrugops* Heinrich from Canada and Michigan, but smaller and clearly distinguished in structure as a species by slenderer, much less widened beyond middle flagellum, relatively longer malar space, and less widened cheeks. Distinguished chromatically rather strikingly by strong reduction of black markings: on propodeum to areae coxales, on mesopleura to stripe below subalarum.

FEMALE

Light ferruginous; the following yellow: collare, pronotal ridge, subalarum, scutellum, postscutellum, and part of carinal triangle; dorsal side of trochanters

and of base of coxae III yellow-tinged; tibiae III without trace of yellow mark; the following black: basal part of prosternum, entire prepectus and mesosternum, basal half of propleura, narrow band below subalarum and lower hind corner of mesopleura, areae coxales, basal furrow of scutellum, axillary troughs of mesonotum and metanotum, and narrowly the sutures around mesoscutum; areae dentiparae with infuscated mark; head and abdomen without yellow and black marks; flagellum with annulus; coxae III with scopa; length 13 mm.

Flagellum.—Subfiliform, slightly widened beyond middle, slightly tapering toward apex, with 32 segments, the first fully 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 5th approximately square, the widest on the flat side nearly 1.5 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 8–14, segments 1–4 dorsally toward apex, ventrally entirely ferruginous; scape ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile barely narrowed behind eyes, slightly curved; cheek profile slightly narrowed toward mandible base; malar space as long as width of mandible base; mesoscutum flat, not very densely punctured, polished between punctures; horizontal part of propodeum medially distinctly shorter than area posteromedia, the area superomedia hexagonal and slightly wider than long; postpetiole very finely coriaceous-rugose; second tergite densely, though rather finely punctured to beyond middle.

Named in honor of Mr. Fred Naumann of Forsyth, who has supported my ichneumonological investigations in Georgia over several years by his kind hospitality, and also by taking care of an insect trap most successfully during the summer 1970.

52. *Cratichneumon georgius*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, U.S.A., 20–30–Mai, 1968, G. Heinrich leg." C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, 30 mi south of Forsyth, other data as holotype; 1 ♀, locality as holotype, 28–V–4–VI–1970, both leg. G. Heinrich, C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Southern Georgia.

PREAMBLE

One of the largest North American forms of the genus, in size equal, in color similar to *anisotae* Heinrich, but differing markedly from that species by structure of flagellum (see below) and chromatically by bright red basic color of head, coxae III, and of disc of mesoscutum; also distinguished by very

clear, dorsal, yellow marks beyond base of all tibiae; coxae III with distinct scopa.

FEMALE

Head red, with orbits broadly yellow almost all around eyes and with ocellar triangle and carina occipitalis black; thorax black, the following yellow: collare, mark on lower end of pronotal base, entire pronotal ridge, subalarum, tegulae in part, median mark on mesoscutum, scutellum, postscutellum, areae posteroexternae together with ends of areae spiraculiferae, apical margin of areae dentiparae, and basic color of area superomedia, the latter partially infuscated; abdomen uniformly red, including first segment; legs red, all tibiae with distinct yellow dorsal mark beyond base; all coxae and trochanters dorsally white or white-marked; all tarsi orange-tinged ivory; flagellum black with white annulus; length 17 mm.

Flagellum.—Moderately long, distinctly widened beyond middle and tapering toward apex, with 38 or 39 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 7th approximately square, on the flat side the widest more than twice as wide as long, the penultimate segment square. Black, with complete white annulus on segments 7 or 8 to 17 or 18, segments before annulus with brown apical margins on dorsal side, more extensively brown on ventral side; scape ventrally ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Head structure as in *anisotae*: temple profile not narrowed behind eyes, cheek profile in frontal view barely narrowed toward mandibles, both somewhat curved; malar space a little shorter than width of mandible base; median field of face and lower parts of lateral fields markedly protruding, the former with distinct, lateral depressions; mesoscutum flat, coarsely and moderately densely punctured, polished between punctures; base of notauli and the sternauli on the mesosternum distinct; carination of propodeum complete and distinct; area superomedia hexagonal, slightly longer than wide, with costulae somewhat before middle, narrowed from costulae toward area basalis; in lateral view carinae metapleurales and dentiparae exteriores not diverging toward their apices but subparallel; postpetiole extremely finely coriaceous-rugose, second tergite very finely and not densely punctured nearly to the end, with extremely fine coriaceous under-sculpture; the third tergite practically without puncturation; coxae III with distinct scopa.

53. *Cratichneumon fuscior*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Homer, Banks Co., Georgia, U.S.A., 10-V-1970"; leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

PREAMBLE

The holotype looks like a dwarf specimen of *georgius* Heinrich, agreeing with the latter generally in structure (particularly of the head) and in color pattern as well. Differs from *georgius* by black basic color of face, malar space, frons, entire horizontal part of propodeum including area superomedia, and by basally and apically on dorsal side blackish-infuscated tibiae III. These chromatic differences could well be within the limits of individual variability. Their combination with a less widened flagellum, much smaller size, and a different biotope (Banks Co. is located at the foot of the southern spurs of the appalachian chain) suggest strongly, however, that the holotype represents a form different from *georgius*. The two forms may be subspecifically associated. Further research is necessary to clarify this complex of forms.

The holotype resembles in size and color also *subfilatus* Heinrich, but differs from the latter clearly as a species by considerably wider temples and cheeks.

FEMALE

Head black, with entire cheeks up to temple region red, and the following yellow: orbits of face, frons, vertex and temples broadly, a mark on lower outer orbits, median field of face, and the clypeus (the latter two reddish-tinged); thorax black, the following yellow: collare, lower part of pronotal base, entire pronotal ridge, subalarum, median mark on mesoscutum, scutellum, postscutellum, areae posteroexternae; abdomen uniformly red, including first segment; legs red, all tibiae with distinct, dorsal, yellow mark beyond base, tibiae III basally and apically blackish-infuscated on dorsal side; all coxae and trochanters light ferruginous, trochanters I dorsally white, coxae III with slightly yellowish-tinged area on dorsal side; all tarsi orange-tinged ivory; flagellum black, with white annulus; length 14 mm.

Flagellum.—Moderately long, slightly widened beyond middle and tapering toward apex, with 34 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 7th approximately square, on the flat side the widest nearly 1.5 times as wide as long, the penultimate segment somewhat wider than long. Black, with almost complete, white annulus on segments 9–16, segments before annulus with brown apical margins on dorsal side, entirely brown on ventral side; scape ventrally ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

As described for *georgius*, except that in lateral view the carinae meta-pleurales and dentiparae exteriores are distinctly diverging toward their apices; femora III relatively somewhat shorter and in lateral view slightly stronger and more abruptly widened toward middle; coxae III as in *georgius*, with distinct scopa.

54. *Cratichneumon broweri*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Aroostook Co., Maine, U.S.A., Round Mt., July". C.G.H.
II.

DISTRIBUTION

Northern Maine.

PREAMBLE

A fairly small species, distinguished by its strongly widened beyond middle, and thus nearly lanceolate (but apically only slightly attenuated) flagellum, which separates it at once from *annulatus* Provancher, *facetus* Cresson, *scitulus* Cresson, and *rubricops* Heinrich. Comparable in structure of flagellum only to *rubricus* Provancher, from which it clearly differs by not abbreviated propodeum and broader head.

In the key to the species of *Cratichneumon*, females, S.N.I.S., p. 103, the species runs to couplet 48, where it can be eliminated at once by the structure of the flagellum.

FEMALE

Predominantly ferruginous, thorax darker than abdomen; entire sterna and prepectus, parts of pleura, of mesoscutum, and of legs III black; scutellum and extreme apex of pronotal ridge yellow; flagellum with complete white annulus; tibiae not yellow-marked; length 8 mm.

Flagellum.—Short, subfiliform (close to laceolate), considerably widened beyond middle, only slightly attenuated toward apex, with 29 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 6th square, on the flat side the widest about twice as wide as long, counted from the apex only the second and third segments about as wide as long, the following segments wider than long. Black, segments 1–6 apically narrowly red-brown, segments 7 (apex) to 15 with complete, white annulus.

Head.—Temple profile not tangibly narrowed behind eyes, slightly curved; cheeks and temples in lateral view broad and distinctly convex; carina genalis running parallel to margin of eye practically to mandible base; malar space somewhat longer than width of mandible base; median field and lower parts of lateral fields of face distinctly protruding; frons finely coriaceous, sparsely and finely punctured. Ferruginous, face and clypeus paler than the rest; a narrow belt all along carina genalis and occipitalis blackish-infuscated; frontal and upper part of facial orbits narrowly and indistinctly yellow-tinged.

Thorax.—Mesoscutum slightly longer than wide, barely convex, finely and densely coriaceous, fairly sparsely punctured, slightly shiny; notauli only basally, sternaui slightly, indicated; scutellum flat, apically truncate, shiny, with

some scattered, fine punctures; all pleura coarsely and densely punctured, punctures on their lower parts running into irregular, longitudinal rugosity; horizontal part of propodeum somewhat shorter than area posteromedia, the latter broad with indistinct lateral carinae, concave; area superomedia slightly wider than long, indistinctly delimited toward area basalis, with costulae in the middle, approximately hexagonal, irregularly rugose; carinae coxales distinct. Dark ferruginous, propodeum lighter ferruginous; yellowish are: scutellum, collare, subalarum, and apex of pronotal ridge; the following black: prosternum (except apically), prepectus entirely, mesosternum (partially indistinctly ferruginous-tinged), pronotum (except about upper third of propleura and the pronotal base), mesopleura along upper, lower, and anterior border, areae coxales and most of areae metapleurales, basal furrow of scutellum, and axillary troughs of mesonotum and metanotum; lateral lobes of mesoscutum and anterior part of median lobe extensively blackish-infuscated.

Legs.—Femora stout, femora III in lateral view not much more than three times as long as medially wide; coxae III without scopa, densely punctured. Ferruginous, including all coxae; about apical third of femora III blackish-infuscated; posterior sides of femora I and II less strongly infuscated; all trochanters pale yellowish-tinged.

Abdomen.—Postpetiole with indistinct median field, finely coriaceous-rugose; gastrocoeli and thyridia indistinct; second tergite distinctly and very densely punctured, the third more finely, less distinctly, and only sparsely punctured, both with very fine, coriaceous undersculpture and somewhat shiny, the second tergite not quite as long as apically wide; ovipositor distinctly projecting. Ferruginous, only the petiole ventrally, laterally, and at the base also dorsally, black.

2. Genus *Homotherus* Foerster

Homotherus Foerster, 1868, Verh. Naturh. Ver. Preuss. Rheinland, XXV, p. 185.

Homotherus Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 173.

Type species. — *Ichneumon locutor* Thunberg.

DISTRIBUTION

Holarctic.

PREAMBLE

The transverse shape of the thyridia, with their narrow interspace, is the only decisive character distinguishing this genus from *Cratichneumon* Thomson; it is not always easily recognizable, particularly in females. In the S.N.I.S. the species of *Homotherus* have therefore been incorporated in the key for the genus *Cratichneumon*. In the key for the males, couplet 37, an error has occurred; as found later on, the vertical, median impression on the frons is characteristic

for the males of both species treated under couplet 37 and of *porcelariae* Heinrich, as well. The key for the males of the genus *Homotherus* has therefore been revised and separated from the genus *Cratichneumon*, as follows below.

Key

to the species of the genus *Homotherus* Foerster

MALES

1. Flagellum with white annulus; (frons with narrow, longitudinal, median impression below lower ocellus). 2
 - Flagellum without annulus; (frons with or without longitudinal, median impression). 4
2. Mesosternum and mesoscutum bright ferruginous-red. (Femora III red, except black apex; tarsi III markedly infuscated; coxae III ferruginous-red, apically more or less extensively black; length 8-10 mm.) (Québec, south to West Virginia) 1. *semiaoplus* Heinrich
 - Mesosternum black, sometimes also mesoscutum predominantly black. 3
3. Tarsi III pale orange-ferruginous, not at all infuscated; first trochanters III uniformly pale yellow; femora III usually black, at least extensively blackish-infuscated. (Coxae III predominantly or entirely black, ventrally toward apex usually white; length 8-9 mm.) Québec, south to North Carolina) 2. *townesi* Heinrich
 - Tarsi III distinctly, though not strongly, infuscated; first trochanters III extensively black; femora III predominantly red, only apically black. (Coxae III predominantly ferruginous, sometimes white-marked; length 7-8 mm.) (Northern Maine) 5. *pseudoporcelariae*, new species
4. Frons with longitudinal, median impression below lower ocellus; mesoscutum and mesosternum without white markings. (Length 8-9 mm.) (Manitoba, Labrador, New Brunswick, Ontario, Maine) 3. *porcelariae* Heinrich
 - Frons without longitudinal impression; mesoscutum with short, lateral white lines, mesosternum apically with white mark on each side of the median furrow. (Length 6 mm.) (New York) 4. *smileyi* Heinrich

4. *Homotherus smileyi* Heinrich

Homotherus smileyi Heinrich, 1968, *Naturaliste can.*, 95, p. 717-719, ♀ ♂.

DESCRIPTION, see *loc. cit.*

5. *Homotherus pseudoporcelariae*, new species

TYPES

Holotype.—♂, "Alagash Maine, 25-VIII-60". C.G.H. II.

Allotype.—♀, Mt. Blue, Franklin Co., Maine, 6 to 20-IX-69. C.G.H. II.

Paratypes.—2 ♂, same data as holotype. C.G.H. II.

PREAMBLE

The male shares with *townesi*, *semiaoplus*, and *porcelariae* the narrow and shallow longitudinal depression running down the middle of frons below lower ocellus. It differs chromatically strongly from *semiaoplus* by predominantly black mesoscutum, propodeum, sterna, and mesopleura; besides that, the temple profile is slightly more narrowed behind eyes and the femora are comparatively shorter and somewhat wider. Differs chromatically from *townesi* clearly by red, only apically black femora III (predominantly black in *townesi*), by uniformly light-orange ventral side of flagellum (dark brownish in *townesi*), and by blackish-infuscated tarsi III (reddish-yellowish in *townesi*). Closest related to *porcelariae* in color as well as in head structure, but distinguishable at once by the presence of a broad, white flagellar annulus and by predominantly red femora III.

The female associated (in all probability) to the holotype is also very similar to *porcelariae*, but distinguished by longer and more slender, uniformly red femora III and by black flagellum with very distinct white annulus; the yellow markings on frontal and vertical orbits are very distinct.

MALE

Head black, the following white: mandibles except teeth, entire face, clypeus and labrum, orbits around eyes except at temples, the white orbital band triangularly widened on vertex and gradually widened from temple region downward over entire width of cheeks at mandible base, including malar space; thorax black, mesoscutum with bipartite, median ferruginous mark, lower half of mesopleura and the propodeum both more or less extensively ferruginous, the latter sometimes predominantly ferruginous; the following white: collare, pronotal ridge and base, tegulae, subalarum, scutellum, postscutellum, and sometimes indistinct marks on apices of areae dentiparae or on lower half of mesopleura; abdomen ferruginous except black petiolus; coxae and trochanters I and II, usually apex of coxae III and trochanters III ventrally and sometimes

a dorsal mark on base of coxae III white ; all femora and basic color of coxae III orange-ferruginous, the femora III apically blackish-infuscated, the coxae III also with more or less extensive blackish infuscations ; tibiae and tarsi I and II ivory, the tibiae III pale ferruginous with black apical third; tarsi III blackish-infuscated, except narrow bases and apices of segments ; flagellum with white annulus ; length 7-8 mm.

Flagellum.—With 30-33 segments and with bacilliform tyloids on segments 5-11. Black, ventrally pale ochreous-orange, with dorsal white annulus on segments 13-16 ; scape ventrally white.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile distinctly narrowed behind eyes, slightly curved ; malar space almost half as long as width of mandible base ; frons sparsely and very finely punctured, extremely finely coriaceous, with distinct longitudinal median impression.

Sternauli indicated ; anterior fourth of notauli very distinct ; mesoscutum, particularly anterior part, very densely punctured and densely and finely coriaceous, subopaque ; anterior part of median lobe slightly more convex than in *townesi* and *semiaoplus* ; area superomedia wider than long, narrowed in front, approaching a halfmoon shape ; scutellum apically truncate, convex, and somewhat raised above postscutellum ; carination of propodeum prominent and complete.

Postpetiole shiny, very finely irregularly rugose ; thyridia rather indistinct, each slightly wider than their interspace ; 2nd and 3rd tergites distinctly and densely punctured.

FEMALE

Almost uniformly ferruginous, including legs ; narrow band on frontal orbits and marks on vertical orbits bright yellow ; black are only : base of prosternum, prepectus, band on lower half of propleura from side to side, basal furrow of scutellum and of propodeum and axillary troughs ; flagellum black with white annulus ; length 9 mm.

Flagellum.—Filiform, short, somewhat thicker than in *porcelariae*, with 26 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, the 4th approximately square, none wider than long. Deep black, including scape, with complete white annulus on segments 8-12.

STRUCTURAL CHARACTERS

Generally as in *townesi* and *porcelariae* but femora III tangibly longer and more slender ; postpetiole moderately coarsely longitudinally rugose.

3. Genus *Crypteffigies* Heinrich

Aculichneumon subgenus *Crypteffigies* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 15-17.
Crypteffigies Heinrich, 1968, Syn. a. Reclass. Ichn. Stenopn. of Africa, V, p. 1106 (in preamble to *Aculichneumon* Heinrich).
Type species. — *Cratichneumon confusus* Ashmead.

DISTRIBUTION

Holarctic.

2. *Crypteffigies megalurus* Heinrich, new status

Aculichneumon (Crypteffigies) confusus megalurus Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 180, ♀.

TYPES

Holotype.— ♀, C.G.H. II.

Neallotype.— ♂, "Mt. Blue (Maine), U.S.A., 12-VI-1965". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Ontario (type locality) ; Maine : Mt. Blue, Dryden, Farmington.

PREAMBLE

Both sexes agree with *confusus* Ashmead in structure and sculpture and are so similar in color pattern to the latter species that a very close relationship is undubitable. Most likely the two forms also replace each other geographically. Nevertheless I prefer to treat them as two distinct species because the size and also the color of males is rather strongly differentiated.

In 1965 *megalurus* was found for the first time in Maine and collected during that year quite frequently in different localities close to the type locality of the neallotype. Altogether 2 ♀ and 20 ♂ were found ; not a single specimen appeared since.

Males differ from *confusus* chromatically by considerably more extensive white markings on head and thorax, by almost entirely black tarsi III, and by larger size.

MALE

Head black, with face, clypeus, frontal orbits up to about lower ocellus, malar space, apex of cheeks, and outer orbits broadly, up nearly to temple region, white ; thorax black, with the distribution of red-brown as in confusus, except the following parts white : mesosternum predominantly, about apical half of prosternum, broad exterior belt of prepectus, sometimes mark on collare, pronotal ridge partially or (usually) for entire length, lower part of pronotal base, subalarum, tegulae predominantly, apex of scutellum, coxae and trochanters I and II almost entirely, usually coxae III ventrally toward apex ; tarsi III predominantly black, tip of tibiae III more or less distinctly black ; abdomen

red-brown, at least petiole, usually also base of second tergite black, often tergites 1-3, exceptionally tergites 1-4, or even to 5 with black basal bands; flagellum without annulus; length 8- (usually) 9 mm.

Flagellum.—With 32 to (usually) 34 segments, the 5th to 13th with bacilliform tyloids. Black, ventrally pale orange-yellow; scape ventrally white.

REMARK

The female flagellum has 25 segments, 7-9 segments less than the flagellum of the male; this is an unusual sexual dimorphism in the antennal structure.

4. Genus *Barichneumon* Thomson

Melanichneumon subgenus *Barichneumon* Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 620-628.
Type species. — *Ichneumon anator* Gravenhorst.

DISTRIBUTION

Holarctic.

PREAMBLE

This group has been treated in S.N.I.S., *loc. cit* as a subgenus of the genus *Melanichneumon* Thomson, but is now considered as a full genus, which apparently has reached the highest degree of speciation in the southeastern region of North America (the southwestern region has so far not been sufficiently explored).

Only 5 species from northeastern North America were treated until 1962 (S.N.I.S., p. 620-628). Seven additional, new forms are described from Florida in a monographic manuscript on the fauna of that state (to be published during 1972). Four further species from southeastern USA and one from the southwest are described below; they are provided with numbers 13-17 (in subsequence of the 12 species treated previously in S.N.I.S. and in Florida manuscript).

STRUCTURAL CHARACTERS

The genus is closely related to *Melanichneumon* and to *Vulgichneumon* Heinrich; the dividing line between these genera is not very sharp. *Barichneumon* contains only small forms, usually 5-8 mm, at the most 10 mm long. They are distinguished in structure by (1) the short, convex abdomen of females with always neatly, regularly, and fairly coarsely punctured postpetiole and anterior tergites; (2) fairly short propodeum with clear and complete carination, the area superomedia being usually strongly narrowed in front and hexagonal; (3) short and stout, filiform or subfiliform antennae of females (except the *excelsior* group with still unsufficiently cleared generic position); (4) short and stout legs, particularly femora, of females.

The gastrocoeli are, in contrast to *Vulgichneumon*, of corresponding structure in the two sexes: always small, sometimes moderately impressed, often subobsolete; scutellum and mesoscutum are flat, the former sometimes bearing low lateral carinae at base, or, exceptionally for its whole length.

CHROMATIC CHARACTERS

With the exception of the Holarctic, black type species *anator* Fabricius, the basic color of all North American females of the genus *Barichneumon* is ferruginous or orange-ferruginous. In contrast to the European fauna, only the minority of them displays a white mark on the 7th tergite, exceptionally also on the 6th; black markings on head and thorax are more extensive in northern species than in southern; a pronounced sexual dichroism is the rule, to the effect that the head and thorax of males are considerably more melanistic than of females and at the same time also more extensively white-marked.

BIOLOGICAL CHARACTERS

As the *Barichneumon* females are oxygyous, it can be assumed that they deposit their eggs into the pupa, not into the larva of the hosts. The small size of all species of the genus suggests that Microlepidoptera are their hosts. So far, however, host records are lacking completely; this could be explained by the fact that pupae of Microlepidoptera are very rarely collected. Specimens of *Barichneumon* on account of their small size and fast flight are seldom caught by hand net, but they are rather common nevertheless as they are caught in Malaise traps in great numbers, sometimes in hundreds. This suggests that the populations of some of their hosts occasionally approach calamity level and that the specimens of *Barichneumon* may play an important role in their control.

(26). *Barichneumon excelsior* Heinrich

Melanichneumon (Barichneumon) excelsior Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 627-628, ♀.

TYPES

Holotype.—♀, Maine, Mt. Blue. C.G.H. II.

Neallotype.—♂, "Mt. Blue (Maine), U.S.A., 31-VII-1960". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine, Québec, Ontario.

NEW RECORD

Virginia: Pembroque, Mountain Lake Biological Station, 9-VII-1969, leg. G. Heinrich, ♀.

PREAMBLE

The new record adds to the known range of this species a considerable extension southwards, along the Appalachian chain. The female from Virginia

differs from the majority of northern specimens by much more extensively infuscated thorax. That it represents a distinct subspecies appears unlikely as the melanism varies individually to a high degree also in northern populations (see next paragraph).

VARIABILITY

A series of females from Mt. Blue, Maine, contains specimens with yellow and with ferruginous scutellum and with or without white apical mark on the 7th tergite; there is also one specimen quite strikingly different from all others by uniformly black basic color of head, thorax (including scutellum), coxae, and trochanters; this specimen has the general appearance of a distinct different species, however, no sculptural or structural difference from the holotype can be found; it seems to me therefore likely that a high degree of individual variability in the extent of melanistic pattern is a peculiar character of this species.

MALE

Females of *excelsior* have frequently been collected over a period of many years on Mt. Blue (Maine), but a sympatric, chromatically matching male was never discovered. This suggests that the males may display a deceiving degree of sexual dichroism, probably a pronounced melanism, as occasionally also occurs in the females and as is already known in a number of *Barichneumon* species. Considering this aspect, the below-described male from the type locality can, with some probability, be regarded as the associated sex; this male corresponds well with the *excelsior* female in structure, but is strikingly different in color; it is very similar to the European species *bilunulatus* Holmgren.

Head and thorax black, with white pattern; abdomen red, the first and the three last segments predominantly black; the following white: orbits around eyes (interrupted on malar space, strongly narrowed on temples, widened on face), sides of clypeus, collare, pronotal ridge, scutellum except base, postscutellum, and subalarum; legs brownish-red, the following black: all coxae and trochanters, nearly apical third of femora and of tibiae III, the tarsi III; tarsi I and II toward apices and ventral side of femora I blackish-infuscated; flagellum without annulus; length 9 mm.

Flagellum.—With 35 segments and with distinct, almost parallel-sided tyloids on segments 4-13, the first and last punctiform, the rest reaching from bases to apices of segments. Black, ventrally brown-tinged; scape uniformly black.

NOTE

A male from Raith, Ontario, Canada, which also seems to belong to this species, has a yellowish apical band on the postpetiole and entirely black femora III.

13. *Barichneumon flaviscuta*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Water Valley, Yalobusha Co., Mississ., U.S.A., 6 to 20-X-70"; leg. M. Horan. C.G.H. II.

Allotype.—(tentative) ♂, same data. C.G.H. II.

Paratype.—1 ♂, same locality, 21-31-X-1970. G.G.H. II.

PREAMBLE

Among the numerous forms of this genus recorded from the southeastern states of the USA, only two females display an uniformly yellowish-white scutellum: the allotype of *archboldi* Heinrich from Central Florida and the holotype of this species. These two specimens also agree in almost all structural characters, which makes their close relationship undubitable. The answer to the question whether *flaviscuta* should be considered as a subspecies of *archboldi* or as a distinct species remains arbitrary for the time being. So far neither the male of *archboldi* nor any male closely related to it has been found outside Florida. If the tentative allotype, recorded above, should be confirmed as doubtlessly the associated sex (as I expect it will be), its considerable chromatic differentiation from *archboldi* would strongly support my hypothesis that *flaviscuta* should be considered as being a distinct species.

FEMALE

Considerably smaller than *archboldi* (allotype), differing furthermore from the latter by lighter, orange-tinged basic color of the entire body, lack of black markings and sutures on the thorax, apically blackish-infuscated tibiae and tarsi III, and by subobsolete gastrocoeli.

Light orange-ferruginous without black markings; clear yellowish-white are: entire scutellum, collare, pronotal ridge, upper section of pronotal base narrowly, subalarum, two marks on propodeum (covering areae posteroexternae together with apices of areae dentiparae and spiraculiferae), orbits almost around eyes, all trochanters ventrally, coxae I and II except basally, and a dorsal mark on coxae III; seventh tergite with small, whitish, apical mark; apices of tibiae III and of tarsi III blackish-infuscated; flagellum with white, dorsal annulus; length 8 mm.

Flagellum.—Subfiliform, only a trifle tapering at apex and a trifle widened beyond middle, with 27 segments, the first slightly less than twice as long as apically wide, in lateral view the 5th square, the widest on the flat side about 1.3 times as wide as long. Black, with nearly complete white annulus on segments 6-13; scape ventrally ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile scarcely narrowed behind eyes, with distinctly curved outline; malar space about half as long as width of mandible base; scutellum

laterally carinate to about middle; sternauli sharply impressed on mesosternum, notauli basally distinct; carination of propodeum complete, areae dentiparae somewhat slanting, with moderately drawn out apices; area superomedia fairly large, about as wide as long, pentagonal; area basalis with small, projecting median tubercle; gastrocoeli and thyridia recognizable, small, the former superficial, triangular; postpetiole and tergites 2 and 3 coarsely and densely, the base of the 4th tergite finely and less densely punctured; femora III stout and fairly short.

MALE (tentative)

Head white, with black antennal cavity, middle of frons, ocellar and occipital regions, and malar space; thorax black, including entire mesoscutum, with the following white parts: apical part of prosternum, exterior belt of prepectus, mesosternum (except black mark before coxae II), lower two-thirds of mesopleura, collare, pronotal ridge and base, subalarum, scutellum, postscutellum, base of carina metapleuralis, and two large marks on propodeum (covering areae posteroexternae and apical parts of areae dentiparae and spiraculiferae); abdomen orange-ferruginous, postpetiole with ill-defined, yellowish apico-lateral marks; legs ferruginous, coxae and trochanters I and II white, basic color of coxae III and trochanters III, apices of femora III and of tibiae III, and the tarsi III almost entirely, black; coxae III with large dorsal white mark and white apical margin below; flagellum without annulus; length 7 mm.

Flagellum.—With 30-31 segments and with bacilliform, long tyloids on segments 5-13. Black, ventrally light brown; scape ventrally white.

14. *Barichneumon sphageti*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "(Maine), U.S.A., Chesterville, 12-9-65"; leg G. Heinrich. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine.

BIOTOP

Black spruce peat bog.

PREAMBLE

A small species, superficially similar in size and in structure of flagellum to *sorex* Heinrich, but distinguished by the cheek profile being considerably more narrowed toward mandibles, and by considerably more inflated femora III. Well characterized in color by white apical marks on the 6th and 7th tergite.

FEMALE

Orange-ferruginous, with restricted black and very restricted white markings on thorax; white are only: collare, extreme end of pronotal ridge, mark

on subalarum, and apical marks on tergites 6 and 7; the following black: antennal depressions, median mark on pronotum (behind collare), base of prosternum and of prepectus, basal furrow of scutellum and of propodeum, axillary troughs, lower margin of areae coxales, and apices of femora and tibiae III; tarsi III and basic color of tergites 6 and 7 blackish-infuscated; flagellum with white annulus; length 5 mm.

Flagellum.—Short, subfiliform, slightly tapering toward apex, not widened beyond middle, with 27 segments, the first less than twice as long as apically wide, in lateral view the 7th square, the widest on the flat side also approximately square. Black, ventrally brownish, with dorsal white annulus on segments 7-12; scape ferruginous, dorsally infuscated.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile moderately narrowed behind eyes, a trifle curved; cheek profile in front view strongly narrowed toward mandibles, nearly straight; malar space slightly longer than width of mandible base; face slightly receding from upper margin toward margin of clypeus; median field of face moderately protruding.

Mesoscutum densely punctured, smooth and shiny between punctures; scutellum sparsely punctured, shiny, laterally not carinate except at the extreme base; area posteromedia wide, somewhat longer than horizontal part of propodeum medially; carination of propodeum complete; area superomedia apically slightly wider than medially long, with costulae slightly beyond middle, strongly narrowed from costulae toward area basalis; areae dentiparae fairly long, the carinae dentiparae exteriores nearly straight, and parallel to carinae dentiparae interiores.

Postpetiole, the second tergite and the third tergite almost to the end, densely and evenly punctured; gastrocoeli small but distinct, triangular, their pointed inner angles with an interspace narrower than one of them; thyridia fairly distinct.

Nervulus interstitial; areola rhomboidal in type specimen; stigma blackish.

Femora III very stout, inflated, in lateral view only three times as long as medially wide; coxae III densely punctured, without scopa.

NOTE

In the key to the females of *Barichneumon* (S.N.I.S., p. 620) this species runs straight to *sorex*; for the differences from that species see preamble.

15. *Barichneumon crassipunctatus*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "31.VIII.7.IX.70, Athens - Nicholson, Georgia, U.S.A." C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Nicholson, near Athens, Georgia.

PREAMBLE

The holotype is distinguished by the combination of the following characters : (1) fourth tergite almost as densely and strongly punctured to its middle as the third ; (2) areae dentiparae elongate, narrower and rather strongly slanting down closely to the base of coxae III ; (3) scutellum laterally (weakly) carinate at the base only ; (4) apices of femora III and tibiae III blackish infuscated.

It shares the infuscated apices of femora and tibiae III with *peramoenus* Heinrich and *sorex* Heinrich, but differs from these species decisively in structure of propodeum (see No. 2).

It comes rather close in the structure of the areae dentiparae to *floridanus* Heinrich and *fuscognatus* Heinrich, but differs from these species in the sculpture of the fourth tergite, from *floridanus* in addition clearly by wider and more strongly curved temple profile, from *fuscognatus* in addition decisively by lack of lateral carinae of scutellum (see No. 3).

FEMALE

Dark ferruginous, with very restricted black or blackish markings and almost without white markings ; the following black or blackish : base of prosternum and of prepectus, basal furrow of scutellum and of propodeum, axillary troughs, apices of femora and of tibiae III, and the tarsi III predominantly ; collare yellowish ; pronotal ridge, vertical and frontal orbits indistinctly yellowish-tinged ; flagellum with white annulus ; length 6 mm.

Flagellum.—Subfiliform, only slightly tapering toward apex, barely widened beyond middle, with 28 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 5th square. Black, with dorsal white annulus on segments 6–12 ; scape ferruginous, dorsally infuscated, except basally.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile only slightly narrowed behind eyes, slightly curved ; malar space somewhat longer than width of mandible base.

Mesoscutum fairly densely and distinctly punctured ; scutellum with a few scattered fine punctures, shiny, flat, laterally carinate only basally ; horizontal part of propodeum medially markedly shorter than area posteromedia ; area superomedia apically about as wide as medially long, with costulae behind middle, strongly narrowed from costulae to area basalis ; areae dentiparae narrow, elongate, slanting comparatively far downward toward base of coxae III.

Postpetiole with faint indication of median field, densely and neatly, fairly coarsely punctured, as are also tergites 2 and 3, and more than the basal half of the fourth tergite; gastrocoeli and thyridia small and superficial; femora III rather short, in lateral view about 3 times as long as wide.

16. *Barichneumon seticornutus*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Athens, Nicholson, Georgia, U.S.A., 5-31-VIII-1970"; leg. H. Hermann. C.G.H. II.

Allotype.—(tentative) ♂, "Athens, Georgia, U.S.A., 12-15-VII-1969". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Georgia.

PREAMBLE

So far the only known southeastern female which shares with the more northern *excelsior* Heinrich the clearly bristle-shaped, long, and slender structure of flagellum. These two species form, together with some palaeartic forms, a group which could be considered as being a genus, closely related to the Ethiopian-Oriental genus *Crytea* Cameron, differing from the latter only by flat, laterally not carinate scutellum.

Differs from *excelsior* clearly as a species in structure (1) by distinctly slenderer femora II and III, (2) by the temple profile being distinctly narrowed behind eyes, with straight outline, and (3) by slenderer flagellum, not the least widened beyond middle. Differs from *excelsior* chromatically by broadly white orbits all around eyes, entirely white pronotal ridge and base and coxae I and II, and by lack of black on mesosternum, propleura, and propodeum. Shares with *excelsior* the white apical mark on 7th tergite.

FEMALE

Light ferruginous, with very restricted black markings on head and thorax; the following white: orbits broadly all around eyes, mandible base, collare, pronotal ridge and base, mark on tegulae, subalarum, scutellum, postscutellum, coxae I and II predominantly, first trochanters I and II toward apex, and apical mark on 7th tergite; areae posteroexternae indistinctly whitish; the following black: antennal cavities, ocellar and occipital regions, base of prosternum, pronotum medially (behind collare), base of prepectus, mark below subalarum, basal furrow of scutellum and of propodeum, the axillary troughs, and tarsi III from apex of metatarsus on; extreme apex of femora and tibiae III slightly infuscated; flagellum with annulus; length 8 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, fairly long, very slender, strongly attenuated toward apex, with 33 segments, the first about 3.5 times as long as apically

wide, in lateral view the 13th approximately square, on the flat side the widest scarcely wider than long. Black, with dorsal white annulus on segments 6-13 ; scape ventrally ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile markedly narrowed behind eyes, with almost straight outline ; cheek profile in front view considerably narrowed toward mandibles, with straight outline ; malar space slightly longer than width of mandible base ; median field of face only slightly protruding.

Mesoscutum densely and evenly punctured, shiny between punctures, slightly convex ; notauli indicated only at the extreme base ; sternauli fairly distinct ; propodeum abbreviated, the area posteromedia nearly twice as long as horizontal part medially ; carination distinct and complete ; area superomedia horseshoe-shaped, almost as wide as long.

Postpetiole neatly punctured, with distinct median field ; tergites 2 and 3 densely, regularly, and strongly punctured all over ; gastrocoeli and thyridia distinct, nearly as wide as their interspace ; 4th tergite very finely and not densely punctured to about middle.

Nervulus markedly postfurcal ; areolet pentagonal ; radius straight.

Coxae III densely and evenly punctured all over ; without scopa.

MALE (tentative)

This male, probably associated with the holotype, is distinguished by the structure of gastrocoeli and thyridia, which are more pronounced, deeper, and longer than in most other species, but corresponding with the holotype ; also, by an abbreviated propodeum with the area superromedia distinctly wider than long, under consideration of the normal sexual dimorphism, corresponding with the holotype. In color differing strongly from the female by black basic color of head, thorax, and coxae III, in a parallel to the closely related species *excelsior* Heinrich. It shares with the female the apical white mark on the 7th tergite and the infuscated pattern on legs III.

Head and thorax black, with rich white pattern, and with some irregular, ferruginous areas on pleura ; the following white : head, including mandibles (except black antennal cavities, middle of frons, ocellar and occipital regions), apical half of prosternum, collare, pronotal ridge and base, exterior belt of prepectus, anterior outer region of mesosternum together with anterior lower part of mesopleura, markings on posterior, lower part of mesopleura, subalarum, tegulae, scutellum, postscutellum, areae posteroexternae together with apical half of areae dentiparae and apical parts of areae spiraculiferae, entire coxae and trochanters I and II, interior side of coxae III and their dorsal side basally, apico-lateral marks on postpetiole, and an apical mark on 7th tergite ; rest of abdomen orange-ferruginous, the apical margin of 2nd tergite yellowish-

tinged; femora, tibiae, and tarsi I and II pale orange-ferruginous, trochanters III and base of femora III orange-ferruginous, the latter extensively blackish-infuscated toward apex, the former on exterior side infuscated; tibiae III basally ferruginous, shading into blackish toward middle; tarsi III blackish; flagellum without annulus; length 9 mm.

Flagellum.—With 32 segments and with elongate-oval tyloids on segments 6-17, the longest occupying about median half of segments. Black, ventrally pale brown; scape ventrally white.

17. *Barichneumon californicus*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "U.S.A., Calif., Los Angeles, 5 Oct. 1969, leg. B. Heinrich". C.G.H. II.

DISTRIBUTION

California.

PREAMBLE

The holotype differs chromatically from all eastern and southeastern species by uniformly ferruginous color of the entire body, including legs, with complete lack of black as well as white markings (except white flagellar annulus). Morphologically it approaches (among the northeastern species) *soror* Cresson and even more *sorex* Heinrich, differing from the former considerably in head structure (by more narrowed, almost straight temple profile), from the latter by rather distinct, fairly deeply impressed, triangular gastrocoeli and distinct thyridia. The species is clearly distinguished from all recently named species from the southeast by the fairly pronounced and wide gastrocoeli, which are even somewhat wider than their interspace, in combination with the laterally not carinate scutellum and with the, described below, structure of the flagellum.

FEMALE

Uniformly ferruginous, including legs, without black or white markings; flagellum with white annulus; length 7 mm.

Flagellum.—Subfiliform, a trifle widened beyond middle, slightly attenuated toward apex, with 31 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 5th square, the widest on the flat side nearly 1.5 times as wide as long. Ferruginous, including scape, with dorsal white annulus on segments 7-13, segments beyond annulus dorsally markedly infuscated.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile distinctly narrowed behind eyes, almost straight; cheek profile likewise narrowed toward base of mandibles and almost straight; malar

space nearly as long as width of mandible base ; median field of face and lower part of lateral fields distinctly protruding.

Mesoscutum moderately coarsely and not very densely punctured, polished between punctures ; scutellum polished, with very few scattered, fine punctures, laterally not carinate, except the extreme base ; area superomedia about as long as apically wide, gradually narrowed toward area basalis, forming a half-oval, finely coriaceous, not punctured ; areae dentiparae fairly long and slightly slanting ; propleura and mesopleura coarsely and moderately densely punctured, shiny between punctures, speculum smooth and shiny ; metapleura with a large, impunctate, almost smooth area, covering more than anterior half of the metapleura.

Puncturation of postpetiole and tergites 2 and 3 as described for the genus ; gastrocoeli distinctly deepened, comparatively large, triangular, their interspace slightly narrower than one of them ; 4th tergite finely punctured not quite to the middle.

Femora III only moderately stout ; coxae III with indistinct scopa, indicated by an extremely finely and densely punctured, opaque area with sparse pilosity ; rest of ventral side of coxae III moderately coarsely and sparsely punctured, polished between punctures ; coxae II polished, with few scattered punctures.

5. Genus *Vulgichneumon* Heinrich

Melanichneumon subgenus *Vulgichneumon* Heinrich, 1961, S.N.I.S., p. 17 and 1962, S.N.I.S., p. 604-606.

Vulgichneumon Townes, 1965, Cat. and Reclass. E.Pa.Ichn., p. 432.

Type species. — *Ichneumon brevicinctor* Say.

DISTRIBUTION

Holarctic, Oriental, and Ethiopian. Perhaps worldwide.

9. *Vulgichneumon heleiobartos* Porter

Melanichneumon (*Vulgichneumon*) *heleiobartos* Porter, 1964, Psyche, 74, p. 130-133, ♀ ♂.

Holotype. — ♀, M.C.Z., No. 31072.

DISTRIBUTION

New Jersey : Metuchen (type locality).

PREAMBLE

Apparently a very local species, as it is known only from the type locality so far. I have seen the holotype and have compared it with all similar European species of the genus, but found no indication that it could be linked subspecifi-

cally with any one of them. The differences from the related Nearctic forms are already thoroughly explained in the comprehensive original description.

FEMALE

Black, frontal orbits narrowly white, tergites 6 and 7 with white anal marks; anterior tibiae exteriorly predominantly dull-whitish; flagellum with white annulus; length 8.5 mm.

Flagellum.—Fairly short, filiform, a trifle widened beyond middle, with 31 segments, the first approximately twice as long as apically wide, in dorsal view the 5th or 6th approximately square, the widest on the flat side about 1.5 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 7-12.

MALE

Black, with the following white markings: mandibles except teeth, clypeus, face, frontal orbits up to level with lower ocellus, little more than lower half of outer orbits (broadly interrupted on malar space), collare extensively, pronotal ridge, subalarum predominantly, scutellum (except a triangular, basal area occupying about one-fourth of its surface), anterior side of femora I and II apically and of tibiae I, tergites 6 and 7 predominantly; length 9.5 mm.

Flagellum.—With 32 segments and with bacilliform tyloids on segments 5-13. Black, scape ventrally white.

For detailed description, variability, and ecology see original description.

6. Genus *Melanichneumon* Thompson

Melanichneumon subgenus *Melanichneumon* Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 583-604.

Type species. — *Ichneumon spectabilis* Holmgren.

DISTRIBUTION

Holarctic. One species from Mexico (Townes, 1966, Catal. of Neotropic Ichneumonidae, p. 261).

14. *Melanichneumon neoleviculops*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Dryden, Maine, U.S.A., 19 August 1965". C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 13 June 1965. C.G.H. II.

Paratype.—1 ♀, New Concord, Ohio, Oct. 1, 1964, leg. C. Dash. C.G.H.

II.

DISTRIBUTION

Maine, Ohio.

PREAMBLE

The female is rather similar in color pattern and appearance to *leviculus* Cresson and *leviculops* Heinrich. It differs from the former species by lack of scopa on coxae III and from both species by distinctly slenderer, comparatively longer basal segments of flagellum, denser sculpture of mesoscutum and coxae III, and by slenderer femora III. The male differs from *leviculus* by large white apical marks on tergites 6 and 7 (the male of *leviculops* is not known).

FEMALE

Coxae III ventrally rather densely punctured, without scopa. *Head and thorax black, with only small marks on vertical orbits and the entire scutellum white; collare indistinctly reddish-white-marked; abdomen red, tergites 4-7 black, the 6th with smaller, the 7th with large, apical, white mark; the 4th tergite sometimes laterally red; coxae, trochanters, and femora nearly entirely black, the tibiae black or blackish, tibiae III basally extensively reddish, tibiae I and II yellowish on anterior side; tarsi III blackish, tarsi I and II predominantly brownish; flagellum with white annulus; length 8-9 mm.*

Flagellum.—Lanceolate, strongly widened beyond middle and considerably attenuated toward apex, with 30-31 (holotype) segments, the first about twice as long as apically wide, in lateral view the 5th square, the widest on the flat side nearly 2.5 times as wide as long. Black, with dorsal annulus on segments 6 (holotype) or 7 to 13; segments before annulus apically brownish.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile and cheek profile distinctly narrowed behind eyes and toward mandible base respectively, both with almost straight outlines; malar space somewhat longer than width of mandible base.

Mesoscutum, in contrast to *leviculops*, very densely punctured all over, almost opaque; notauli barely indicated at the extreme base, sternali indicated; carination of propodeum complete, very clear and regular; area supero-media slightly longer than apically wide, with costulae shortly beyond middle, strongly narrowed toward area basalis, hexagonal or approaching the form of a gothic arch.

Postpetiole with fairly distinct median field, densely punctured; gastrocoeli very small and superficial, thyridia indistinct; tergites 2 and 3 fairly coarsely and very densely punctured, distinctly more densely than in *leviculops*; the 4th tergite more finely punctured to beyond middle.

Femora III considerably slenderer than in *leviculops*, coxae III considerably denser punctured all over.

MALE

Head and thorax black, with the following white: small marks on vertical orbits, collare, mark on tegulae, scutellum (except basal slope); tergites 1-3

and lateral parts of the 4th tergite red, rest of the 4th tergite and basic color of tergites 5-7 black, the 6th and 7th with large, apical white marks; legs predominantly black, the tibiae III red to beyond middle; tibiae I and II, apex of femora I, and the tip of femora II yellowish on anterior side, the tarsi I and II ventrally yellow-tinged ferruginous, tarsi III blackish, bases of segments narrowly ferruginous; flagellum with white annulus; length 9-10 mm.

Flagellum.—With 33 segments and with small, narrow tyloids on segments 5-12. Black, with complete white annulus on segments 11-17; ventrally brownish.

NOTE

There are two males at hand, one from northern Maine, the other from central Maine, Mt. Blue, which agree generally with the allotype, but have white facial orbits and a white dot on the end of pronotal ridge and on the subalarum. Whether they represent variations of *neoleviculops* or the, so far unknown, other sex of *leviculops*, can not be decided here.

7. Genus *Platylabops* Heinrich

Platylabops Heinrich, 1950, Mitteil. Sammelst. Schmarotzerbest., 27, p. 4, 5.

Platylabops Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 640.

The type species of this genus is not *hinzi* Heinrich, as erroneously recorded in S.N.I.S., 1962, but *apricus* Gravenhorst, as published originally by Heinrich, loc. cit. 1950, p. 4.

V. Tribe *Platylabini*

1. Genus *Platylabus* Wesmael

(7.) *Platylabus subrubricus* Heinrich

Platylabus subrubricus Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 714, ♀ ♂.

NEW RECORD

Central Maine : Dryden (one female).

VARIABILITY

The specimen from Maine agrees almost completely with western specimens; the complete white annulus on flagellum covers segments 8-13.

(8.) *Platylabus luteatae* Heinrich

Platylabus luteatae Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 715, ♀ ♂.

NEW RECORDS

Central Maine : Mt. Blue, at the summit region (one female); Pennsylvania : Smethport (2 females).

VARIABILITY

The three, newly recorded females agree with the original description, except that in all of them only the apical one-third of tibiae III is black, and that, in addition to the original description the following are white: frontal orbits narrowly (in specimen from Maine and in one from Pennsylvania), the tegulae, apical margin of cheeks, mandibles in part, sometimes (one specimen from Pennsylvania) mark on subalarum; the white on pronotal ridge varies from a small mark on its apex to the whole length.

Flagellum with 31 segments in all three specimens, with dorsal white annulus on segments 9-11, in one from Pennsylvania on segments 8-12.

(23.) *Platylabus berndi* Heinrich

Platylabus berndi Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 731-732, ♂.

Platylabus albidorsus Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 740-741, ♀; new synonym.

Holotypes.—*Platylabus berndi* Heinrich, ♂. C.G.H. II.; *Platylabus albidorsus* Heinrich, ♀. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine, Franklin Co. (type locality), Ontario, Québec.

DISCUSSION OF SYNONYMY

In the holotype of *berndi* (♂) the mesoscutum is black with white median mark, the abdomen black with transverse white bands on tergites. In the holotype of *albidorsus* (♀) the mesoscutum is light ferruginous-red with white median mark, the abdomen uniformly light ferruginous. Because, as a rule, in strong contrast to the tribe Ichneumonini, the tribe Platylabini displays none, or very little sexual dichroism, it did not occur to me that these two holotypes could possibly represent the associated sexes of one and the same species. Further observation of the two "species" in their type localities, extended now over nearly a decade, revealed that (a) *albidorsus* females occur regularly in two phases, a melanistic, rarer one, with black basic color of the mesoscutum, and a more frequent, erythristic one with ferruginous basic color of mesoscutum (both with white median mark), and (b) that neither females agreeing fully in color with *berndi*, nor males matching *albidorsus* did occur, but the two forms were found to be sympatric everywhere. Consequently, it can be assumed that in all probability *albidorsus* is the associated other sex and synonym of *berndi*, the more so, as occasional occurrence of a melanistic phase of *albidorsus* also supports this hypothesis. The case of this strongly sexual-dichroistic *Platylabus* species is one of the few exceptions from the rule.

NOTE

The melanistic phase of *berndi* ♀ is not included in the key to the females of the genus *Platylabus* (S.N.I.S., p. 699-702); it runs clearly to couplet 29

where it is distinguished from both alternatives by the median white mark on mesoscutum and larger size.

(35.) *Platylabus ornatus* (Provancher)

Phygadeuon ornatus Provancher, 1875, *Naturaliste can.*, 7: 181-182, ♀.

Platylabus ornatus Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 747-748, ♀ ♂.

NEW RECORD

New York : Mt. Slide, Catskill Mts. (males and females).

VARIABILITY

Fits into the frame of the description for eastern populations given by Heinrich (loc. cit., p. 748). In one male mesoscutum is uniformly black.

(36.) *Platylabus sexmaculatae* Heinrich

Platylabus sexmaculatae Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 749, ♀.

TYPES

Holotype.—♀, Maine, C.N.C.

Neallotype.—♂, "U.S.A., Maine, Chesterville, 15-VI-1965." C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine (type locality), Alberta.

MALE

Except for the normal sexual dichroism, in particular the greater extent of white markings of head, the male matches the holotype perfectly, leaving no doubt about the correctness of the association.

Slightly similar to *dilleri* Heinrich, but distinguished by uniformly red abdomen and extensively black propodeum, coxae, and trochanters; scutellum considerably more raised than in *dilleri* and the size is larger.

Head and thorax black, with white markings, thorax also with extensively red meso- and metapleura; the following are white: face, except black median field (the black color extending below to the clypeal foveae), clypeus, except median, longitudinal black band, orbits around eyes (except black malar space and narrow interruption on vertex), the white extending over cheeks to mandible base, mandibles except teeth, collare, pronotal ridge and base, tegulae, subalarum, scutellum (except base, lateral slopes and lateral carinae), coxae I ventrally, coxae II narrowly at apex, and ventral marks on trochanters I and II; abdomen uniformly red; legs red, basic color of all coxae and trochanters black, the coxae II and III extensively red on exterior side; black are also: apices of femora III and of tibiae III, and the tarsi III; segments 3-5 of tarsi I and II infuscated; tibiae I and II yellow-tinged on anterior side; flagellum with white annulus; length 8 mm.

Flagellum.—With 36 segments and with indistinct, elongate-oval tyloids on segments 10-18. Black, with complete white annulus on segments 10-14; scape black.

NOTE

This male runs in the key to the males of the genus *Platylabus* (S.N.I.S., p. 702-704) at first to couplet 23, where neither of the two alternatives fits exactly. As the first one mentions, that the pleura "are never ferruginous", one would have to choose the second which leads to *ornatus* (variation with black mesoscutum); differs from *ornatus* by black horizontal part and declivity of propodeum, black tarsi III, and more extensively black tibiae III. In order to include this species, the key needs extensive emendation.

(37.) *Platylabus perkinsi* Walkley

Platylabus perkinsi Walkley, 1958, Syn. Cat., 1st Suppl., p. 48 (new name).

Platylabus perkinsi Heinrich, 1962, S.N.I.S., p. 750-751, ♀ ♂.

NEW RECORD

Central Maine : Mt. Blue (2 females).

41. *Platylabus sphageti*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Chesterville, Maine, U.S.A., 30-VII-1967, peat bog;" leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

Paratype.—♀, same locality, 8-VIII-1966. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine.

BIOTOP

Black spruce peat bog.

PREAMBLE

A fairly small species of pale ferruginous basic color of entire body, with restricted black and almost without yellow markings. In the key for the females of the genus *Platylabus* (S.N.I.S., p. 699-702) runs to couplet 40 and to the species *monotonops* Heinrich from Long Island, New York; apparently closely related to that species, but differing as follows: (1) all trochanters and trochantelli pitch-black; (2) tarsi III not infuscated, except last segment; (3) scutellum not yellow but ferruginous, with irregular, yellowish spot on apex; (4) puncturation on mesoscutum and tergites 2 and 3 denser and coarser, particularly the interspace of gastrocoeli not shiny and nearly smooth but coarsely and densely punctured. Whether this form represents a full species or a northern subspecies of *monotonops* remains to be further investigated.

FEMALE

Pale ferruginous, all trochanters pitch-black; black are also: a median mark on pronotum (behind collare), basal furrow of scutellum and of propodeum, axillary troughs, and broadly the apices of femora and tibiae III; there is an irregular, yellowish spot on apex of scutellum and a faint indication of a narrow, yellowish line on frontal orbits and of a spot on vertical orbits; collare yellowish; flagellum with white annulus; length 8 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, long, slender, not widened beyond middle, all segments longer than wide, the first nearly 5 times as long as apically wide; with 38 segments. Black, with dorsal white annulus on segments 9-11 or 12; scape predominantly ferruginous.

STRUCTURAL CHARACTERS

Structure of head, scutellum, gastrocoeli, and tarsi III as described for *monotonops* (S.N.I.S., p. 745).

42. *Platylabus dilleri*, new species

TYPES

Holotype.—♂, "Mt. Blue (Maine), U.S.A., 15-VI-1965"; leg. E. Diller. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine (Mt. Blue).

PREAMBLE

A small species, in color pattern somewhat similar to variations of *ornatus* Provancher males with black mesoscutum, but distinguishable at once by much smaller size, black tergites 5-7, broad and complete white flagellar annulus, and in structure by markedly wider, transverse gastrocoeli with very narrow interspace. The spiracles of propodeum are very small and only about twice as long as wide. The species thus stands on the dividing line between *Platylabus* and *Cyclolabus*.

MALE

Orange-ferruginous; the basic color of head and pronotum and the entire prosternum, prepectus, mesosternum, and mesoscutum black, as are also parts of mesopleura, tergites 5-7, and the extreme apices of femora and tibiae III; tarsi III moderately infuscated; the following white: face and clypeus (except black longitudinal median band), mandibles except teeth, labrum, lower half of frontal orbits, dots on vertical orbits, narrow band on median part of outer orbits, collare, pronotal ridge and base, tegulae, subalarum, scutellum, coxae I predominantly, mark on exterior side of coxae II and their apices, and trochanters I and II partially; rest of coxae I, ventral side of coxae II except basally, and less distinctly apical part of coxae III on ventral side blackish-infuscated;

mesopleura blackish all around except upper posterior region, the median surface extensively ferruginous; flagellum with white annulus; length 6 mm.

Flagellum.—With 31 segments. Black, with complete white annulus on segments 10-16; on the white segments, elongate, narrow tyloids faintly recognizable.

STRUCTURAL CHARACTERS

Frons below ocelli (in contrast to *ornatus*) slightly convex, very densely punctured; temple profile slightly narrowed, distinctly curved; mandibles fairly stout; malar space somewhat shorter than width of mandible base, median field of face moderately convex, coarsely and very densely rugose-punctate.

Mesoscutum densely punctured, extremely finely coriaceous, and slightly shiny between punctures; sternauli and anterior third of notauli indicated; scutellum moderately raised above postscutellum, convex, laterally carinate to apex, shiny; propodeum abbreviated; area posteromedia more than twice as long as horizontal part medially; area superomedia twice as wide as long; costulae and carinae coxales obsolete, carinae metapleurales subobsolete, spiracles of propodeum small, oval, about twice as long as wide; mesopleura coarsely and moderately densely punctured, including speculum; metapleura with some scattered, irregular, shallow punctures and rugae, shiny.

Postpetiole shiny, with some irregular rugosity and a few punctures, the median field weakly indicated; gastrocoeli deep, transverse, with narrow interspace, the latter coarsely, irregularly rugose; rest of second tergite and the third densely, fairly finely punctured, shiny between punctures; fourth tergite also densely, but somewhat finer punctured.

Nervulus interstitial; areolet pentagonal, but intercubiti strongly narrowed in front.

2. Genus *Lyncus* Cameron

3. *Lyncus perturbator*, new species

TYPES

Holotype.—♂, "North Berwick, southern Maine, U. S. A., July 1964." C.G.H. II.

Paratype.—1 ♂, same data. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Southern Maine.

PREAMBLE

This is not a quite typical species of the genus. It shares with *exhortator* Fabricius most of the decisive characters of *Lyncus*, in particular the small,

almost circular shape of spiracles of the propodeum, the structure of the gastrocoeli which are neither deeply impressed nor transverse, but represented only by an oblique, coarsely-rugose furrow, and the very coarse, irregular rugosity of the basal part of second tergite. It differs, however, strongly from the Holarctic species *exhortator* by markedly wider and more curved cheek and temple profiles and in color by (at least in males) white tarsi. Also, the somewhat elongate, nearly parallel-sided shape of the abdomen of male is quite different from typical *Linycus* species.

MALE

Head and thorax black, with white markings and with blood-red mesopleura and propodeum; the following white: small mark on lower end of outer orbits, labrum, facial and frontal orbits (the latter narrowly, the former more widely), triangular marks on vertical orbits, subalarum, pronotal ridge except basally, and sometimes a small mark on end of scutellum; abdomen uniformly red, without apical white markings; legs red, with some black parts and with all tarsi white, except partially infuscated last segments; the following black: basic color of first trochanters I and II, ventral side of first trochanters III, coxae I and II on dorsal and inner side more or less extensively, coxae III restrictedly at apex dorsally and sometimes also ventrally, apices of femora III, sometimes also tip of femora I and II very narrowly, and the tibiae III except the reddish or whitish extreme base; tibiae I and II blackish-infuscated on dorsal side, narrowly ivory on ventro-anterior side; flagellum with white annulus; length 10 mm.

Flagellum.—With 30 segments, and with very distinct, large, elongate-oval tyloids on segments 8-15, the longest, on segments 10-12 reaching from bases to apices of segments. Black, with complete white annulus on segments 7 (apex) or 8 to 11 or 12 (base); scape uniformly black.

STRUCTURAL CHARACTERS

Head wide; temples slightly convex, temple profile only slightly narrowed behind eyes and strongly curved; cheek profile in front view moderately narrowed toward mandible base, short and nearly straight; malar space short, about half as long as width of mandible base; mandibles robust, fairly short; clypeus wide, distinctly convex; cheeks in lateral view distinctly convex, somewhat receding toward carina genalis; frons, face, clypeus, and cheeks densely and fairly coarsely punctured.

Mesoscutum slightly longer than wide, strongly convex, coarsely and densely punctured, shiny between punctures; anterior half of notauli pronounced; anterior part of sternauli distinct, though not very deep; scutellum fairly strongly raised above post-scutellum, dorsally moderately convex, with high lateral carinae; propodeum short, the area posteromedia about twice as long as horizontal part medially; carination complete, the carinae rather strongly raised, only carinae coxales obsolete; area superomedia about twice as wide as long,

hexagonal or approximately half-moon-shaped ; area posteromedia very wide ; areae dentiparae without projecting teeth.

Postpetiole with very distinct median field, laterally delimited by high carinae, which are particularly strongly protruding at base of postpetiole, coarsely irregularly rugose ; gastrocoeli as described in preamble ; interspace of gastrocoeli to about middle of second tergite extremely coarsely reticulate-rugose ; second tergite only slightly widened from base to end and distinctly longer than apically wide ; the third tergite nearly square, densely punctured, coriaceous between punctures.

Nervulus interstitial ; areolet pentagonal, but intercubiti strongly narrowed in front ; stigma black.

NOTE

In paratype tergites 3-6 blackish-infuscated toward apices.

4. *Linycus temporalis*, new species

TYPES

Holotype.— δ , "Mt. Blue (Maine), U.S.A., 8-VI-1960." C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Maine.

PREAMBLE

This is a quite typical species of the genus *Linycus*, in structure as well as in color pattern, differing from the male of *exhortator thoracicus* Cresson only in head structure and by markedly more projecting apices of areae dentiparae ; the temple profile is considerably less narrowed behind eyes and more strongly curved, and the cheeks are more convex ; distinguished in color by entirely black mesosternum, dorsally black scutellum, and predominantly black mesopleura.

MALE

Head and thorax black, without white markings ; the following ferruginous: entire propodeum, axillary troughs, apical margin of mesopleura, and a mark in the middle of apical part of mesopleura ; abdomen ferruginous, basic color of tergites 3-7 black, the third tergite with narrow apical ferruginous margin, the apical margin of the 4th tergite medially narrowly white ; tergite 5-7 with white apical bands ; legs ferruginous, the following black : coxae I, trochanters I and II, first trochanters III basally, apex of femora III, base of tibiae II and III narrowly, apex of tibiae II broadly, and the tarsi III ; apical segments of tarsi II infuscated ; flagellum with white annulus ; length 7 mm.

Flagellum.—With 31 segments and with fairly indistinct, small tyloids on segments 6-18, the ones on segments 13-15 nearly as long as these segments. Black, with complete white annulus on segments 7-11 ; scape black.

3. *Neolinycus*, new genus

Generotype.—*Neolinycus michaelis*, new species

DISTRIBUTION

Nearctic Region.

Descriptive notes.

Only three genera of the Platylabini with small, almost circular spiracles of the propodeum have been recorded from the Nearctic Zone so far: *Cyclolabus* Heinrich, *Linycus* Cameron, and *Apaeleticus* Wesmael. The type species of *Neolinycus* shares the above-mentioned structure of spiracles with these three genera, but differs otherwise decisively and generically from all of them. It is distinguished from *Cyclolabus* and *Apaeleticus* by structure of gastrocoeli and thyridia, which are neither deeply impressed nor transverse, but superficial and narrower than their interspace. It differs furthermore from *Apaeleticus* (1) by not coarsely, irregularly rugose propodeum, which, instead displays a complete and very clearly defined carination; (2) by impunctate, finely coriaceous rugose median field of postpetiole; (3) by not protruding median field of face. It differs from *Linycus* by (1) structure of gastrocoeli, which are not, as in the latter genus, indicated by a longitudinal, very strongly and characteristically irregularly rugose, slight depression; (2) by the rhomboidal areolet (clearly pentagonal in *Linycus*); (3) by a peculiar head structure with very strongly reduced temple profile, the temples sloping down almost perpendicularly from the margin of eyes.

In a new key to the numerous genera of Platylabini of the Oriental Region (MS to be published in the frame of the "Burmesische Ichneumoninae", appearing in subsequent issues in the "Entomologisk Tidskrift", Sweden), this genus runs smoothly to couplet 17, *Cyclolabellus*, new genus. It differs, however, also from the latter genus decisively by pronounced, very deeply impressed sternauli, deeply impressed anterior third of notauli, subobsolete gastrocoeli, and shorter propodeum with the area superomedia wider than long and with distinct costulae.

1. *Neolinycus michaelis*, new species

TYPES

Holotype.—♀, "Water Valley, Lafayette Co., Mississ., U.S.A., 5-10-VIII-1970"; leg. Michael Horan. C.G.H. II.

DISTRIBUTION

Northern Mississippi.

FEMALE

Head white, antennal cavity, middle of frons, and cheeks along carina genalis ferruginous, ocellar and occipital regions black; thorax pale orange,

the following white or whitish: collare, pronotal ridge and base, subalarum, tegulae, two narrow lines on mesoscutum along notauli, scutellum, postscutellum, declivity of propodeum (except area posteromedia), most of mesopleura, metapleura toward apex, sterna, and prepectus; the following black: basal furrow of scutellum axillary troughs, narrowly lateral sutures of mesoscutum; legs uniformly light orange, the coxae and trochanters I and II whitish; flagellum with annulus; length 6 mm.

Flagellum.—Long, bristle-shaped, very slender, not the least widened beyond middle, with elongate basal segments, apically strongly attenuated, with 35 segments, the first nearly 5 times as long as apically wide, the 12th in lateral view approximately square, none distinctly wider than long. Black, with dorsal white annulus on segments 5-11, segments before annulus brownish-tinged toward apices and ventrally.

STRUCTURAL CHARACTERS

Temple profile subobsolete, temples and occiput sloping steeply down to carina occipitalis, immediately from margin of eyes and ocellar region; in lateral view cheeks and temple region very narrow and receding toward carina genalis, the latter meeting carina oralis far above mandible base; cheek profile in front view very strongly narrowed toward mandibles, with straight outline, outline of head thus approaching a triangular shape; mandibles very narrow, with very small apical teeth; median field of face only slightly convex, the clypeus strongly convex in both directions; malar space considerably longer than width of mandible base; face, clypeus, and frons very finely and densely punctured and coriaceous between punctures, nearly opaque.

Mesoscutum nearly as wide as long, strongly convex, very densely and finely punctured and coriaceous between punctures; anterior half of notauli distinct, sternauli pronounced; scutellum moderately raised above postscutellum, convex, laterally distinctly carinate, densely punctured; carination of propodeum distinct and complete, only bordering carinae of area posteromedia and area coxalis indistinct; area posteromedia nearly twice as long as horizontal part medially; area superomedia distinctly wider than long, hexagonal, with costulae in the middle; spiracles of propodeum very small, subcircular; areae dentiparae without tangible projections; propodeum and pleura finely, irregularly rugose, the speculum smooth and shiny.

Postpetiole very finely coriaceous-rugose, without punctures and without recognizable median field; gastrocoeli obsolete, the thyridia recognizable; tergites 2-4 evenly and very densely, fairly coarsely punctured.

Nervulus interstitial; areolet rhomboidal.

NOTE

Named in honor of the collector, Mr. Michael Horan of Water Valley, Mississippi.

ADDITIONS TO THE BENTHIC MARINE ALGAL FLORA OF INSULAR NEWFOUNDLAND ^{1, 2}

G. ROBIN SOUTH

Department of Biology, Memorial University, St. John's, Newfoundland

Résumé

Onze espèces d'algues marines benthiques sont rapportées pour la première fois de l'Île de Terre Neuve, composées de six Rhodophycées, une Phaeophycée, et quatre Chlorophycées.

Abstract

Eleven species of benthic marine algae new to insular Newfoundland are listed, consisting of six Rhodophyceae, one Phaeophyceae and four Chlorophyceae.

Introduction

Since the floristic treatment of the marine algae of the northeastern coast of North America by Taylor (1957) a substantial number of additional taxa have been reported from Newfoundland and Labrador (Wilce, 1959 ; Adey, 1966 ; Lee, 1968, 1969 ; Mathieson *et al.*, 1969 ; South, 1970 ; South and Hill, 1970, 1971 ; Hill, 1970), while the known distributions of many have been greatly expanded. Cardinal (1968) summarized of this new information in a general compilation of literature records of benthic marine algae in eastern Canada and this was followed by the checklist of South and Cardinal (1970). During a continuing survey of the benthic marine algal flora of Newfoundland by the author and his associates, further new records have come to light, and eleven species previously unknown for the area are listed here.

Collections

Specimens of all collections are deposited in the Phycological Herbarium, Memorial University of Newfoundland (NFLD). Names and authorities for taxa are given as in South and Cardinal (1970).

¹ Studies in Biology from Memorial University of Newfoundland No. 257.

² Contribution from the Marine Sciences Research Laboratory, No. 90.

List of species

RHODOPHYCEAE

NEMALIALES

Acrochaetiaceae

Audouinella membranacea (Magn.) Papenf.

Growing on hydroids at a depth of 15-20 m at Logy Bay (47°51'N; 52°39'W) on February 13, 1971 and in the intertidal region at Placentia (47°11'N; 53°58'W) on the hydroid *Pyramena pumila* (L.) on March 13, 1971. With tetraspores at both localities.

Previous records: Connecticut to Maine and Nova Scotia (Atlantic Coast). (Taylor, 1957; MacFarlane and Milligan, 1965; Edelstein and McLachlan, 1966).

Rhodochorton penicilliforme (Kjellm.) Rosenv.

In the immediate subtidal zone on woodwork, Newman Sound, Bonavista Bay (48°34'N; 53°57'W) on July 8, 1970.

Previous records: Rhode Island to Hudson Bay and the Arctic (Taylor, 1957).

GIGARTINALES

Solieriaceae

Turnerella pennyi (Harv.) Schm.

Uncommon but widely distributed in the lower subtidal zone at five localities, at depths ranging from 6-30 m. Plants occur in rock crevices, or on crustose coralline algae. At Boone Point, Bay Bulls, Avalon Peninsula (47°18'N; 52°47'W), March 30, April 4, May 4, July 30, June 19, November 25 and December 9, 1970, and January 30, 1971. La Manche, Avalon Peninsula (47°10'N; 52°52'W), May 26 and August 3, 1970. Chapel Cove Point, Conception Bay (47°26'N; 53°08'W), June 12, 1970. Cape Spear, Avalon Peninsula (47°31'N; 52°32'W), July 31, 1970. Newman Sound, Bonavista Bay (48°35'N; 53°53'W), July 9, 1970.

Previous records: Québec, Nova Scotia, Labrador and the Arctic (Taylor, 1957; Cardinal, 1967b; Edelstein *et al.*, 1967).

Phyllophoraceae

Ceratocolax hartzii Rosenv.

Parasitic on *Phyllophora truncata* (Pallas) Newr. et A. Taylor at St. John's Pond, North Harbour, St. Mary's Bay (47°08'N; 53°37'W), April 8, 1969. Collected by dredging and identified by Dr. P. R. Newroth.

Previous records: Rhode Island to the Arctic (Taylor, 1957; Wilce, 1959; Edelstein *et al.*, 1967; Newroth and Taylor, 1968).

CERAMIALES

Ceramiaceae

Callithamnion corymbosum (Sm.) Lyngb.

Extremely abundant in a number of widely separated localities. Occurring from September 1970 until March 1971, with tetraspores in October-February. Subtidal, on rocks, pebbles and other substrata. At St. Bernard, Fortune Bay (47°32'N;

54°57'W) on September 12, September 23 and October 24, 1970; January 2 and February 23, 1971. At Hermitage Cove (47°33'N; 55°56'W), October 20, 1970. At Belleoram, Fortune Bay (47°31'N, 55°24'W) on December 3, 1970. At Pools Cove, Fortune Bay (47°41'N; 55°25'W) on December 3, 1970. At Norris Point, Bonne Bay (49°31'N; 57°51'W) on October 31, 1970; January 16, and February 6, 1971, and at Woody Cove, Bonne Bay (49°36'N; 57°56'W) on October 31, 1970.

Previous records: Bermuda, New Jersey to northern Massachusetts, and Nova Scotia (Taylor, 1957; MacFarlane and Milligan, 1965).

Ceramium deslongchampii Chauv. in Duby var. *hooperi* (Harv.) Tayl.

Occurring in the drift at the mouth of Big Brook, Newman Sound, Bonavista Bay (48°32'N; 53°56'W), July 9, 1970.

Previous records: Connecticut to the lower St. Lawrence (Taylor, 1957).

PHAEOPHYCEAE

DICTYOSIPHONALES

Dictyosiphonaceae

Dictyosiphon macounii Farl.

Rare, in the subtidal at two localities. At Biscay Bay, Trepassey Bay (47°44'N; 53°17'W) on August 31, 1969 and at Belleoram, Fortune Bay (47°31'N; 55°24'W) on October 12, 1970.

Previous records: Maine, Nova Scotia and the lower St. Lawrence (Taylor, 1957; Edelstein *et al.*, 1970).

CHLOROPHYCEAE

PRASIOLALES

Prasiolaceae

Prasiola stipitata Suhr in Jessen

On rocks at high water mark at the following localities: Logy Bay (47°37'N; 52°39'W), January 22, 1968; Bellevue, Trinity Bay (47°40'N; 53°45'W), October 23, 1968; Spout Cove, Conception Bay (47°49'N; 53°07'W), February 22, 1969; Chance Cove, Trinity Bay (47°41'N; 53°49'W), March 23, 1969; Newman Sound, Bonavista Bay (48°32'N; 53°56'W), May 1970.

Previous records: Southern Massachusetts and Nova Scotia (Taylor, 1957).

CHAETOPHORALES

Chaetophoraceae

Ochlochaete ferox Huber

Present as an epiphyte on *Gloiosiphonia capillaris* (Huds.) Carm ex Berk. and occurring later as a contaminant in laboratory cultures of the host.

St. Bernard, Fortune Bay (47°31'N; 54°57'W), September 12, 1970.

Previous records: Southern Massachusetts to Québec (Chaleur Bay) and Nova Scotia (Northumberland Strait). (Taylor, 1957; Cardinal, 1967a; Edelstein and McLachlan, 1968).

Entocladia viridis Reinke

Endophytic in *Membranoptera alata* (Huds.) Stackh. at Bellevue, Trinity Bay (47°40'N; 53°45'W), November 11, 1969.

Previous records: Bermuda to Massachusetts, Québec (Chaleur Bay), and Nova Scotia (Atlantic Coast). (Taylor, 1957; Cardinal, 1967a; Edelstein and McLachlan, 1966).

SIPHONALES

Bryopsidaceae

Bryopsis plumosa (Huds.) C. Ag.

First found in Newfoundland as a single specimen on a rock at a depth of 10 m in a moderately sheltered locality at Pools Cove, Fortune Bay (47°41'N; 55°25'W), October 31, 1970. Later found as a small population at Norris Point, Bonne Bay (49° in February, indicating a most unexpected seasonal behaviour for such a northern population.

Previous records. Bermuda to Massachusetts, Nova Scotia and Prince Edward Island (Taylor, 1957; Hillis - Colinvaux, 1966).

Acknowledgments

The author is grateful to Messrs. R.D. Hill, R.G. Hooper and A. Whittick, on whose collections this list is largely based. The Department of Indian Affairs and Northern Development, National and Historic Parks Branch gave permission for collecting within the boundaries of Terra Nova National Park.

References

- ADEY, W. H., 1966. Distribution of saxicolous crustose corallines in the northwestern North Atlantic. *J. Phycol.*, **2**: 49-54.
- CARDINAL, A., 1967a. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). II. Chlorophycées. *Naturaliste can.*, **94**: 447-469.
- CARDINAL, A., 1967b. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). III. Rhodophycées. *Naturaliste can.*, **94**(6): 745-760.
- CARDINAL, A., 1968. Répertoire des algues marines benthiques de l'est du Canada. *Cah. Inf. Stn. biol. mar. Grande-Rivière*, Mimeographed, pp. 1-213.
- EDELSTEIN, T., L. CHEN and J. MCLACHLAN, 1970. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. VIII. The flora of Digby Neck Peninsula, Bay of Fundy. *Can. J. Bot.*, **48**: 621-629.
- EDELSTEIN T. and J. MCLACHLAN, 1966. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. I. Winter flora of the Atlantic coast. *Can. J. Bot.*, **44**: 1035-1055.
- EDELSTEIN, T., and J. MCLACHLAN, 1968. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. V. Additional species new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, **46**: 993-1003.
- EDELSTEIN, T., J. MCLACHLAN, and J.S. CRAIGIE, 1967. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. II. Species of Rhodophyceae new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, **45**: 193-202.
- HILL, R. D., 1970. Marine algae of Terra Nova National Park, Newfoundland. MSRL Tech. Rep. No 3, p. 1-11.

- HILLIS-COLINVAUX, L.W., 1966. Distribution of marine algae in the Bay of Fundy, New Brunswick, Canada. Proc. int. Seaweed Symp. (Halifax, 1966) **5**: 91-98.
- LEE, R.K.S., 1968. A collection of marine algae from Newfoundland. I. Introduction and Phaeophyta. *Naturaliste can.*, **95**: 957-978.
- LEE, R. K. S., 1969. A collection of marine algae from Newfoundland. II. Chlorophyta and Rhodophyta. *Naturaliste can.*, **96**: 123-145.
- MATHIESON, A. C., C. J. DAWES and H. J. HUMM, 1969. Contributions to the marine algae of Newfoundland. *Rhodora*, **71**: 110-159.
- MACFARLANE, C. I. and G. M. MILLIGAN, 1965. Marine algae of the Maritime Provinces of Canada. A preliminary checklist. Nova Scotia. Res. Found., Seaweed Division, Halifax, pp. 1-24 (mimeographed).
- NEWROTH, P. R. and A. R. A. TAYLOR, 1968. The distribution of *Ceratocolax hartzii*. *Br. phycol. Bull.*, **3**: 543-546.
- SOUTH, G. R., 1970. Checklist of marine algae from Newfoundland, Labrador and the French Islands of St. Pierre and Miquelon. MSRL Tech. Rep., **2**: 1-20.
- SOUTH, G. R. and A. CARDINAL, 1970. A checklist of marine algae of eastern Canada. *Can. J. Bot.*, **48**(12): 2077-2095.
- SOUTH, G. R. and R. D. HILL, 1970. Studies on marine algae of Newfoundland, I. Occurrence and distribution of free-living *Ascophyllum nodosum* in Newfoundland. *Can. J. Bot.*, **48**: 1697-1701.
- SOUTH, G. R. and R. D. HILL, 1971. Studies on marine algae of Newfoundland, II. On the occurrence of *Tilopteris mertensii*. *Can. J. Bot.*, **49**: 211-213.
- TAYLOR W. R., 1957. Marine algae of the northeastern coast of North America. 2nd. ed. *Univ. Mich. Stud. scient. Ser.*, **13**. pp. i-ix; 1-509.
- WILCE, R. T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and northwest Newfoundland (ecology and distribution). *Bull. nat. Mus. Can. No.* **158**, p. 1-103.

DISSOCIATION OF SIDERITE IN HIGH VACUUM IN THE TEMPERATURE RANGE 350 — 500°C

MAURICE K. SEGUIN

Département de géologie, Université Laval, Québec

Résumé

Cet article ne traite pas strictement de la stabilité de la sidérose qui est principalement fonction de la pression externe de CO_2 et de CO , mais de la cinétique de dissociation de la sidérose et des réactions d'oxydo-réduction des produits car la pression de CO et de CO_2 se crée à l'intérieur même du système. Les résultats de l'étude cinétique de décomposition de la sidérose indiquent la formation initiale d'un oxyde instable, en l'occurrence la wüstite (Fe_{1-x}O) et de gaz ($\text{CO} + \text{CO}_2$), plutôt qu'une réaction directe en d'autres oxydes de fer. Cette décomposition est suivie de réactions complexes d'oxydo-réduction; certains produits formés, tels $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, sont vraisemblablement métastables et l'état d'instabilité dépend des facteurs cinétiques en cause. On a appliqué les résultats obtenus à des situations géologiques spécifiques, et en particulier, à l'emplacement des carbonatites.

Abstract

Experiments on dissociation of siderite carried out in a high vacuum system yielded Fe_3O_4 and occasionally FeO for solid end-products. When the system was slightly opened, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and Fe_3O_4 were identified. The partial pressures of CO_2 were measured and the fugacity of oxygen calculated bordered that of the assemblage $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}$. The reaction obtained from the experimental data is $3 \text{Fe CO}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 1.915 \text{CO}_2 + 1.085 \text{CO}$. Experiments show that the rate of dissociation decreases with increasing grain size and increasing initial concentration; the term "concentration" in the sense given here, means a homogeneous solid reactant occupying a fraction of an initial partially evacuated fixed volume of gas and taking part in heterogeneous reaction. The order of the reaction, close to 0.65, is either fractional or indicative of consecutive reactions. The last interpretation is adopted as siderite appears to dissociate to Fe_3O_4 and FeO more or less simultaneously. The activation energy of dissociation is calculated and found to be directly proportional to the grain size. It is about $41.5 \text{ Kcal mole}^{-1}$ for $-50 + 60$ mesh and $31.5 \text{ Kcal mole}^{-1}$ for $-200 + 350$ mesh. A discussion of the kinetics of this heterogeneous reaction involving nucleation, growth, etc. by methods developed for homogeneous reactions is included.

In the case of rapid cooling, Fe_3O_4 alone or Fe_3O_4 and $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ is the dissociation solid end-products whereas in the case of slow cooling, Fe_3O_4 alone or Fe_3O_4 and $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ are the end-products. In this last case, the fugacity of oxygen in presence of the solid phase (s) of the

reaction is of the order of or larger than that of the assemblage $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4$.

The main limitation of the geological applications of these experiments lies in the fact that no water is introduced in the system. The equipment in use could not allow the introduction of this component.

Introduction

The dissociation of siderite in the upper parts of the earth's crust does not take place in an ideal closed system. Dissociation can occur, for instance, through heating (regional or contact metamorphism), oxidation or dissolution. The escaping CO and/or CO_2 gases come in contact at the surface with the atmosphere which already contains varying amounts of CO and CO_2 gathered through volcanism or constant exchange with ocean water. In spite of the fact that most of the CO and CO_2 may react with the surrounding rocks some will reach the surface and it may be expected that more CO than CO_2 will diffuse towards the atmosphere. Diffusion of CO and CO_2 through defect-free minerals (e.g. perfect crystals of siderite or ankerite) will be negligible at typical temperatures of low medium grade metamorphism. The diffusion that one observes will be through the defects in the crystalline material and this will depend, to a certain extent, on the state of deformation of the carbonates. In studying self-diffusion of C and O_2 in calcite and dolomite by measuring the rate of isotopic exchange between the solids and carbon dioxide gas, Anderson (1967, 1968, 1969) has shown that the diffusing species is not simply a carbon dioxide molecule or a carbonate ion, since in many cases the oxygen diffusion rate is several times greater than the carbon diffusion rate (e.g. factor of 4). Thus, it seems likely that carbon monoxide has a higher diffusion rate than carbon dioxide simply from the standpoint of the size and especially the specific weight of the molecule. Indeed, CO has a larger escape tendency toward the atmosphere than CO_2 and consequently the fugacity of O_2 will be higher than in an ideal closed system. However, the diffusion of reactive gases like CO and CO_2 through rocks may be severely complicated by their ability to combine with material of the rocks and thus the diffusion picture may be far from simple.

Purpose of the work and methods of study

The main purpose of the following experiments consisted of obtaining information concerning the reaction (s) taking place during the dissociation of siderite in a high vacuum system and the exact ratio of the end-products of this dissociation to further the understanding of the system Fe-C-O-S (Seguin, 1965). French (1970) made an extensive study of the stability relations of siderite. In addition, the orders of the reaction (s), the importance of the grain size, the effect of the concentration on the rate of dissociation and a value for the activation energy were obtained.

EXPERIMENTAL METHOD

Starting material, equipment used, physical controls, identification of products and experimental errors are discussed hereafter.

Starting material

The material used for all the experiments was a natural siderite (Fe CO_3) from Ivigtut, Greenland. A semi-quantitative spectrochemical analysis revealed the following impurities: Ca: 0.2%; Mg: 0.2% and Mn: 0.3%. Pure synthetic material could be more desirable but further geological application warranted this choice.

Equipment

The containers-crucibles of porcelain – were inserted in the combustion chamber of fused quartz. The crucibles were heated in constant temperature zones of electric resistance cylindrical furnaces. The temperature was recorded with chromel-alumel thermocouples and controlled by “on” and “off” type controller. All weights were determined using a semi-microbalance.

Physical controls

The variation in temperature over the length of the crucible was less than 7°C and the uncertainty in the temperature measurement about $\pm 8^\circ\text{C}$. In addition to the standard e.m.f. calibration curve the thermocouples were standardized at the melting point (0°C) and the boiling point (100°C) of water as well as the melting points of selenium (217.4°C), tin (231.9°C) and lead (327.7°C). The experiments were conducted in a high vacuum system that is 10^{-9} mm of Hg or 1.3×10^{-12} bar) and the total vapor pressure of CO and CO_2 was recorded as the siderite dissociated. However, it must be pointed out that the $f\text{O}_2$ was not 2.5×10^{-13} bar but much lower as pure nitrogen was originally flushed into the system in order to expulse the oxygen initially trapped in the system; the effect of nitrogen on kinetics of the reactions is unknown. Obviously, the presence of buffers like Fe- Fe_3O_4 , Ni-NiO or Mg-MgO would also reduce the fugacity of O_2 . At practically complete dissociation, the CO_2 was trapped in liquid air and the partial pressure of CO and CO_2 was obtained.

Identification of the products

The crystalline products were identified by X-ray diffraction using either a Guinier focussing camera or a Philips X-ray diffractometer with Fe $\text{K } \alpha$ radiation. For three experiments, a chemical analysis for FeO and Fe_2O_3 was performed on the end-products.

Experimental errors

In addition to the error in temperature already mentioned, there are two main sources of error :

Error of timing: the time and pressure could be read within 0 to 2 seconds and this error is negligible. The main error comes from the time interval taken to attain equilibrium temperature. This time lag (45 to 85 seconds) between the initial heating time (usually at 300°C) of the combustion tube and the initial increase of vapor pressure was subtracted from the initial time, but it is evident that equilibrium was not attained yet. Some improvement was obtained by raising the temperature of the furnace above the temperature of the experiment and decreasing it to the required isotherm when the vapor pressure started to rise. Below 430°C, this error is probably not larger than one percent because the rate of dissociation is rather slow.

Errors introduced in the separation of the gaseous phases: The ratio CO/CO₂ may be slightly too large because some CO₂ was probably not trapped and remained in circulation with CO in the system. The maximum time for the collection of CO₂ was twenty-four (24) hours. After this period of time, a small leak was generally detected in the system. Obviously, the ratio CO/CO₂ could change due to the initial O₂ pressure in the system.

THEORETICAL APPROACH

The rate of dissociation of any order n is expressed by:

$$S = - \frac{dC}{dt} = K_n C^n \quad (1)$$

where S = Rate of the reaction

C = Concentration of the reactant

t = Time

n = Order of the reaction (with n equal to an integer or a fractional number).

K_n = Rate constant of order n

Thus,
$$\int K_n dt = - \int \frac{dC}{C^n}$$

$$K_n t = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{C^{n-1}} - \frac{1}{C_0^{n-1}} \right) + A$$

$$\text{at } t = 0, C^{n-1} \rightarrow C_0^{n-1}, \text{ and } A = 0$$

Then,
$$K_n t = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{C^{n-1}} - \frac{1}{C_0^{n-1}} \right)$$

$$\text{or, } K_n t = \frac{1}{(n-1) C_0^{n-1}} \left[\left(\frac{C_0}{C} \right)^{n-1} - 1 \right] \quad (2)$$

putting this expression in percentage form,

$$K_n t = \frac{1}{(n-1) C_0^{n-1}} \left[\left(\frac{100}{100-x} \right)^{n-1} - 1 \right] \quad (3)$$

where x = amount of FeCO_3 dissociated.

$$\text{At } C = \frac{C_0}{2}, \text{ the half-life } t_{\frac{1}{2}} = \left[\frac{2^{n-1} - 1}{(n-1) K_n} \right] \frac{1}{C_0} \quad \text{for } n \quad (4)$$

(an integer) $\neq 1$, that is, $t_{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{C_0^{n-1}}$ or $t_{\frac{1}{2}} = a C_0^{1-n}$ where a is a

$$\text{proportionality constant; in particular for } n = 0, t_{\frac{1}{2}} = \frac{C_0}{2K_0} \quad (5)$$

that is the half-life is directly proportional to the initial concentration.

$$\text{For } n = 2, t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{K_2 C_0} \quad (6)$$

and the half-life is inversely proportional to the initial concentration.

$$\text{For the special case of } n = 1 \quad \int \frac{dC}{C} = - \int K_1 dt \quad (7)$$

$$\ln C = - K_1 t + B$$

$$\text{At } t = 0, C = C_0 = B \text{ and then } \ln \frac{C}{C_0} = - K_1 t. \quad (8)$$

$$\text{At } t_{\frac{1}{2}}, C = C_0/2 \text{ and then } t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{K_1} \quad (9)$$

the half-life is independent of the initial concentration.

Thus, if a graph of the logarithm of the half-life is plotted against the logarithm of the initial concentration, a straight line will be obtained with a slope of $\frac{1}{2} K_0$ for zero and first order reaction respectively whereas a plot of the half-life vs $(K_2 C_0)^{-1}$ giving a slope of 1 defines a second order reaction. Thus, in a zero order reaction the half-life is proportional to the initial concentration of the homogeneous solid, in a first order reaction, $t_{\frac{1}{2}}$ is independent of the initial concentration and in a second order reaction, $t_{\frac{1}{2}}$ is inversely proportional concentration of the homogeneous solid.

Some 20 experiments concerning the dissociation of Fe CO_3 were conducted in a high vacuum line in which the fugacity of air was reduced from 10^{-5} to approximately $10^{-7.5}$ mm. of Hg with the use of a diffusion pump. A weighed amount of siderite was introduced in a fixed volume (505 cc) of the system which was evacuated for some eight to ten hours. A sample was then heated at constant temperature ($\mp 8^\circ\text{C}$) and the siderite dissociated. The variations of pressure (mm. of Hg) of the gases obtained from dissociation as well as the time (in sec.) were recorded. When the pressure remained constant after periods of twelve to twenty-four hours, this indicated that all the siderite was dissociated; the end-product was identified by X-ray diffraction to be certain

of this. It was assumed that the amount of siderite dissociated is directly proportional to the increase of gas pressure. The fugacity f of the gases at time t was divided by the final fugacity f_0 of the gases and this was converted in % Fe CO_3 dissociated.

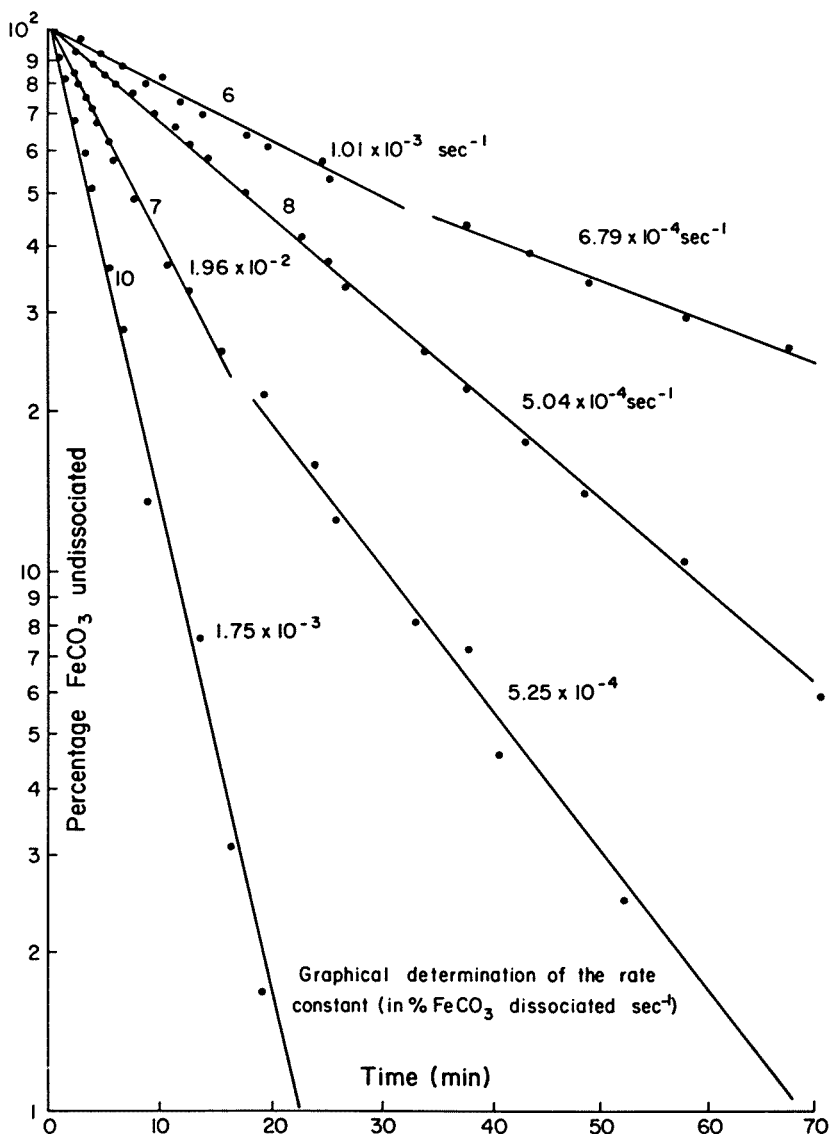


FIGURE 1. Graphical determination of the rate constant of the reactions.

Twelve of the experiments were plotted on a log % Fe CO_3 dissociated against time curves (e.g. experiments 6, 7, 8 and 10 on figure 1). The gas mixture consisted of CO and CO_2 , and in some experiments, CO_2 was trapped

with the help of liquid air whereas CO remained in the system. After approximately twenty-four hours, the fugacity of CO remained quite steady and a

final reading was taken ; the ratio $\frac{f_o \text{CO}}{f_o \text{CO}_2} \simeq \frac{f_o \text{CO}}{f_o \text{ gases} - f_o \text{CO}}$

was then calculated. The solid end-product was identified by X-ray diffraction using Guinier multiple-focussing camera ($\text{Fe}_{K\alpha}$ radiations).

Experimental results and interpretation

1) The reaction taking place between 355° and 482°C based on experimental results is : $3 \text{ Fe CO}_3 \longrightarrow \text{Fe}_3 \text{ O}_4 + 1.915 \text{ CO}_2 + 1.085 \text{ CO}$; in all the experiments, the common solid end-product is Fe_3O_4 .

There is an oxygen unbalance of 0.085 between reactant and products.

This may be explained in two ways :

Experimental error in the measurement of the CO/CO_2 ratio,

The presence of FeO as an end-product.

In two experiments FeO was identified by X-ray diffraction. In about one half of the experiments, the weighed amount of Fe_3O_4 left in the crucible was slightly smaller than the amount calculated using the formula because some of the magnetite vaporized and condensed on the wall of the combustion tube. In the other experiments, the amount of weighed Fe_3O_4 was larger than the amount calculated and no good explanation can be given for this discrepancy. However, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ which has a lattice very similar to Fe_3O_4 may explain this weight discrepancy. The experimental ratio $\frac{m \text{CO}}{n \text{CO}_2} \simeq \frac{f_o \text{CO}}{f_o \text{CO}}$ is sensibly smaller

than the stoichiometric ratio $\frac{\text{CO}}{2\text{CO}_2}$. However, the longer the CO_2 was trapped, the closer the experimental $\frac{m \text{CO}}{n \text{CO}_2}$ ratio approached the theoretical $\text{CO}/\text{CO}_2 = 0.500$ (as shown in Table 1 of the Appendix) as if the reaction was $\text{Fe CO}_3 \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2 \text{ CO}_2 + \text{CO}$.

2) Experiments 6, 8 and 9 definitely show that the rate of dissociation decreases with increasing grain size when all the other variables such as temperature, initial concentration of homogeneous solid, initial fugacity of air are fixed.

3) For the same given initial conditions, experiments 9, 10 and 11 show that the rate of dissociation increases with decreasing initial concentration of homogeneous solid ; in other words, the half-life is directly proportional to the initial concentration. The slope of a plot $\log t_{1/2}$ against \log initial con-

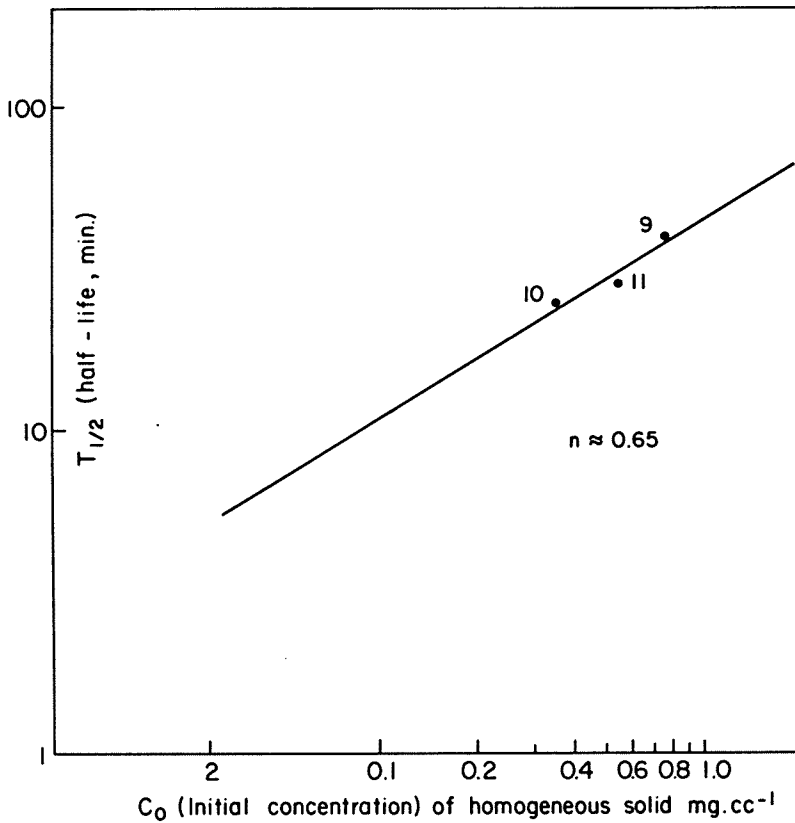


FIGURE 2. Determination of the order n of the reaction.

centration of siderite for all other fixed conditions (temperature, grain size and initial fugacity of air) yielded 0.33. As the half-life is proportional to the initial concentration, but the slope is small, the order of the reaction is located between 0 and 1 but closer to 1. The order is either fractional or consecutive reactions are indicated (see Figure 2). The log % Fe CO₃ dissociated vs time curves usually show a sharp break in slope around 60 to 65% of dissociation.

The best interpretation of the initial slope appears to be a dissociation reaction of the type :



Because the fugacity of oxygen gets lower as the reaction proceeds, since the ratio CO/CO₂ increase, the reactions CO₂ → CO + ½ O₂ (b) and 3 Fe O + ½ O₂ → Fe₃O₄ (c) take place.

For some experiments, a fraction of the solid end-product dissociated from siderite becomes FeO or alternatively Fe₃O₄ → 3 FeO + ½ O₂ even if stoichiometric FeO does not exist and the compound Fe_{1-x}O (wüstite)

TABLE I

Data for the major experiments

No.	Initial FeCO ₃ (mg.)	Grain Size (mesh)	CO/CO ₂	Collection Internal (hours)	Final Fe ₃ O ₄ expected (mg.)	Fe ₃ O ₄ Weighed (mg.)	Temperature (°C)	Initial Concentration of homogeneous solid C ₀ (mg. cc ⁻¹)	Half-Life t _{1/2} (sec.)	Rate Constant K _{0.65} (percent sec. ⁻¹)
1	601.96	-120 + 325	0.363	23	—	—	483 ± 7	—	—	—
2	307.78	-200 + 325	0.358	10	205.05	206.42	436 ± 8	0.6095	406	1.26 X 10 ⁻³
3	374.99	-200 + 325	—	—	—	—	406 ± 8	—	—	—
4	380.11	-200 + 325	0.354	9	253.24	252.93	397 ± 8	0.7527	1118	4.97 X 10 ⁻⁴
5	373.70	-200 + 325	—	—	248.97	244.37	440 ± 7	—	—	—
6	380.38	-120 + 170	—	—	253.42	245.59	414 ± 8	0.7532	1080	8.15 X 10 ⁻⁴
7	379.90	-200 + 325	0.362	21	253.10	260.61	441 ± 9	0.7523	466	1.19 X 10 ⁻³
8	380.35	- 50 + 60	—	—	253.40	254.23	414 ± 10	0.7532	1764	5.14 X 10 ⁻⁴
9	380.59	-200 + 325	—	—	253.56	259.49	415 ± 10	0.7536	393	1.41 X 10 ⁻³
10	180.17	-200 + 325	—	—	120.04	121.20	412 ± 12	0.3568	253	1.69 X 10 ⁻³
11	280.84	-200 + 325	—	—	187.11	196.30	417 ± 12	0.5561	279	1.79 X 10 ⁻³
12	380.25	- 50 + 60	—	—	—	—	460 ± 8	0.7530	288	1.93 X 10 ⁻³
14	380.32	-200 + 325	—	—	253.38	261.80	356 ± 12	—	—	—
15	379.83	- 50 + 60	0.361	20	253.06	262.15	482 ± 14	0.7521	125	4.44 X 10 ⁻³
16	280.19	-200 + 325	—	—	186.67	187.68	376 ± 12	0.5548	1016	5.47 X 10 ⁻⁴
17	380.53	-200 + 325	—	—	—	—	355 ± 12	0.7535	2530	2.19 X 10 ⁻⁴

is stable only above 560°C and at low values of f_{O_2} (Darken and Gurry, 1945-46). Because $Fe_{1-x}O$ is unstable at these temperatures and is oxidized to Fe_3O_4 , reaction (c) takes over. The final end-products of dissociation are Fe_3O_4 and occasionally a small amount of FeO. The safest interpretation is that these three reactions run simultaneously but at the beginning of dissociation the first one is predominant (faster), especially at higher temperature, while towards the end of dissociation, the third one predominates. In that sense only, can these reactions be called successive reactions.

Knowing the ratio CO/CO_2 for the reactions having taken place, the f_{O_2} can be calculated and compared with the f_{O_2} of the assemblages : magnetite-iron and hematite-magnetite. It is seen in table II of the Appendix that the f_{O_2} is close to the f_{O_2} of the assemblage magnetite-iron.

TABLE II

Comparison of the f_{O_2} of some experiments with f_{O_2} of iron and iron oxide assemblages.

Experiment No.	T (°K)	CO/CO ₂	f_{O_2} (bar)	f_{O_2} (bar) M-Fe*	f_{O_2} (bar) H-M*
1	756	0.363	10-28.6	10-30.6	10-18.54
2	709	0.358	10-31.9	10-32.11	10-20.87
4	670	0.354	10-34.7	10-35.5	10-22.77
7	714	0.362	10-31.4	10-32.03	10-20.47
15	755	0.361	10-28.6	10-30.6	10-18.56

Example of Calculation:

$$CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta F^\circ = -67,550 + 20.75 T \quad \Delta F^\circ \quad 10^{-10} \text{ to } 0.2 \text{ bar, } 709^\circ \text{ K} = -52,839$$

$$\text{Log Kp} = \frac{-\Delta F^\circ}{4.575 T} \quad \text{Log K} \quad 10^{-10} \text{ to } 0.2 \text{ bar, } 709^\circ \text{ K} = 16.3$$

$$\text{Log Kp} = \frac{(fCO_2)}{(fCO)(fO_2)^{\frac{1}{2}}} \quad 16.3 = \log \frac{1}{0.358 (fO_2)^{\frac{1}{2}}} = 10^{0.45} (fO_2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\text{Log } (fO_2) = -\frac{KT}{\Delta F^\circ} ; (fO_2) = 10^{-31.9} \text{ bar}$$

where K is a number.

At 300°K, the calculated f_{O_2} after the dissociation has taken place

is $(f_{O_2}) = 10^{-88.3}$ bar,

whereas at 550°K (267°C), $(f_{O_2}) = 10^{-43.7}$ bar.

* M = Magnetite H = Hematite Fe = Iron

On cooling, the ratio CO/CO_2 remains almost constant and the f_{O_2} decreases at a small rate. The reason is that the solid phases control the equilibrium of the vapor phase. In some additional experiments, the system was very slightly opened, after or during dissociation of siderite, and closed again after a small amount of oxygen was introduced. When the f_{O_2} became too high for the assemblage magnetite-iron to be stable, the magnetite only remained in equilibrium with the gas phase and as the f_{O_2} became close to the f_{O_2} of the assemblage hematite-magnetite, the structural change $\text{Fe}_3\text{O}_4 \longrightarrow \gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$ took place. The presence of $\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$ was detected by X-ray diffraction. In a few experiments, the relative discrepancy between expected weight of Fe_3O_4 and weighted Fe_3O_4 may be explained by the increase in the ratio $\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO}}$ due to the presence of $\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$.

$\frac{\text{FeO}}$

In two experiments a little FeO ($\sim 2\%$) was observed on X-ray patterns. The presence of the small amount of FeO is explained in three ways:

1. Rapid cooling which does not allow the state of equilibrium to be attained (metastability).
2. High degree of packing which does not permit ready diffusion of O_2 through the solid medium.
3. Large grain size which favors zoning with increasing oxidation towards the free surface, the core still contains some FeO. The grain size changes not only the rate but also the type of reaction in this case.

Chemical reactions such as dissociation of siderite which occur in the very top layer of the Earth's crust do not take place in a completely open system because of the presence of the atmosphere acting as an exchange medium, or in a perfectly closed system because the planet is open to the space (universe) surrounding it. Thus, FeCO_3 in contact with the atmosphere will oxidize completely to Fe_3O_4 because of the CO_2/CO ratio in the atmosphere; no metastable Fe_{1-x}O will be formed a dissociation product of siderite if the process is slow and probably not if the process is rapid. Another type of experiment shows that only partial dissociation of siderite is likely to occur below 260°C . Indeed, the concentration of the gaseous phase ($>3.8 \times 10^{-4}$ gr. cc^{-1}) was higher than required for dissociation and the equilibrium of the reaction $\text{FeCO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{gas}$ was obtained before complete dissociation so that the ratios of the various products are fixed by the equilibrium constant. This means that the concentration of the products (total pressure of the gaseous phase) is also a variable to be considered. Thus, the ratio of the partial pressures ($f_{\text{CO}}/\text{CO}_2$) controls the type of reaction taking place while the total pressure ($f_{\text{CO}} + f_{\text{CO}_2}$) controls the rate and the reactivity (occurrence or non-occurrence) of the dissociation. More research is being carried out along this line. If the cooling after dissociation is rapid, Fe_3O_4 (and $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ if f_{O_2} is sufficiently low) will constitute the solid end-products whereas if it is slow, Fe_3O_4 only and possibly towards the late stages Fe_3O_4 and $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ if the ratio $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$ allows the f_{O_2}

to be of the order of or higher than the f_oO_2 of the assemblage-hematite-magnetite at this particular cooling temperature.

In dealing with zero order reactions, an increase in initial concentration will increase the time for a given amount of reaction (see equation 5). By comparing experiments 9, 10 and 11, in which all the conditions remain ap-

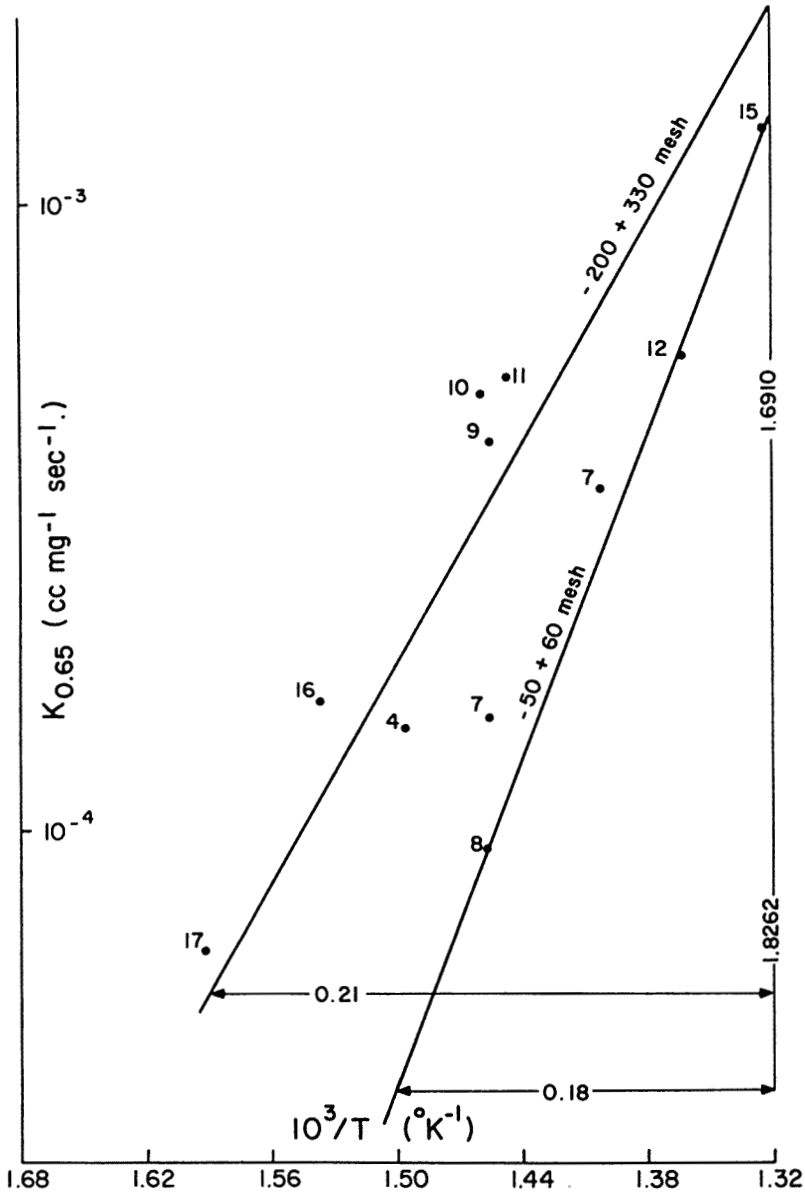


FIGURE 3. Calculation of the activation energy of the reactions.

proximately the same except the concentration of homogeneous solid, it is observed that an increase in initial concentration increases but only slightly the time for a given amount of Fe CO_3 dissociated and thus the order of the reaction (s) taking place is very close to the first order. The values of some experiments were then plotted on a $\log \% \text{ Fe CO}_3$ dissociated against time and generally two broken straight lines (see Figure 1 for instance) were obtained for each experiment demonstrating for one part that successive reactions take place and for the other part that the assumption of a first order is a close approximation.

The average rate constant was calculated for each experiment by taking the order 0.65 (best fit) and using the half-life from equation (4). The rate constant value of each experiment is listed in Table 1.

Once the rate constants were calculated, the activation energy could be found. The Arrhenius' formula was used and a plot of $\log K$ against $10^3/T$ gave a straight line the slope of which is $E/4.576$. For a grain size of $-50 + 60$ mesh, the activation energy value obtained is $41.5 \text{ Kcal. mole}^{-1}$ whereas for $-200 + 325$ mesh, it is $31.5 \text{ Kcal mole}^{-1}$ (see Figure 3). Even considering the probability that these figures are not too accurate, the dependence of the activation energy on the grain size for a given isotherm is significant. The experiments were performed in a dry environment.

It may be objected that these experiments have no geological applications ; however, the proper conditions of oxidation, relative absence of water in the lithosphere and thermodynamical conditions favourable to similar reactions have existed at certain times on our planet and may very well be present actually under restricted geological environment. The temperature and chemical composition of other planets (e.g. Mars, the colder parts of Venus (Mueller, 1964, 1965) are compatible with the occurrence of such reactions.

Pourbaix (1949, 54) and Garrels (1960) studied the decomposition of siderite in aqueous solution and the effects of CO_2 on $\text{Fe-H}_2\text{O-O}_2$ relations but at a fixed temperature and total pressure only (25°C , 1 atm.).

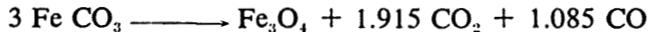
On the south western coast of Greenland, for instance, the basement metasedimentary granitic gneisses were intruded by a nepheline syenite (Gardar intrusions) as well as ankerite and siderite bearing carbonatite (Grønedal-Ika) which were at their turn cut by a mass of porphyritic granodiorite associated with feldspathic pegmatite, cryolite, topaz, siderite, fluorite, some base-metal sulfides and rare fluorides in the region of Ivigtut, on the shore of Arasuk Fjord and the syenites of Kûngnât (Ussing, 1912 ; Upton, 1960 ; Berthelsen, 1962). The carbonates approaching pure siderite in composition normally have an outer coating of hematite. It is most probable that, in this instance, the principal carrier was some other volatile material than H_2O , possibly CO_2 . This is suggested by several factors. In the first phase, carbonates are an important constituent of these pegmatites. Secondly, the large feldspars are

orthoclase-cryptoperthites and not the coarsely exsolved perthites which would have been expected had the water content in the surrounding fluid been high. Possibly CO_2 and CO are less efficient in promoting unmixing. A relatively low water content in the Kûngnât syenite magmas during the greater part of the primary crystallization period seems a reasonable inference (Tuttle and Brown, 1958 ; Upton, 1960) ; the ratio of the anhydrous ferromagnesian minerals to the hydrous ferromagnesian minerals is extremely high. Decrepitation studies of the Ivigtut siderite conducted by the writer indicated that the fluid inclusions were trapped in the crystal lattice in a temperature range of 280 to 360°C. The nature of the fluid is CO_2 (+ CO) but not H_2O .

Carbonatites rich in ankerite and containing siderite of the type found at Saint-Honoré in the Lake Saint John area or at Saint-André in the vicinity of Montréal were also emplaced in a relatively dry fluid environment, presumably rich in CO_2 and CO to some extent. The presence of siderite indicates that towards the late stage of emplacement, the temperature was not much higher than 350°C. The presence of magnetite and some traces of hematite suggest that the $f\text{O}_2$ was slightly lower but close to the one of the assemblage : magnetite-hematite, that is 10^{-26} bar and the $f\text{CO}$ larger than 10^{-6} bar for this temperature.

Conclusion

Experiments on dissociation of siderite were conducted in a high vacuum system. The solid end-products were identified as Fe_3O_4 and occasionally FeO . The partial pressures of the gases, CO_2 and CO , were measured and the fugacity of the oxygen vapor phase calculated. The reaction which best fits the experimental data is :



On cooling after complete dissociation of siderite, the ratio CO/CO_2 was such that the calculated fugacity of oxygen as a function of temperature stayed very close to the fugacity of the assemblage magnetite-iron but in the magnetite field. In another type of experiment, the system was slightly opened at different isotherms and the structural changes Fe_3O_4 to $\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$ was observed.

Experiments have also shown that the rate of dissociation decreases with increasing grain size. On the other hand, the rate of dissociation increases with decreasing initial concentration. The order of the reaction which is either fractionary or indicates consecutive reactions is close to 0.65. Based on the change of slope of the rate constants, successive order reactions in which siderite is first dissociated into magnetite and wüstite and later into magnetite seems to offer the best explanations. These observations are based upon the change of slope of the rate constants.

The average rate constant was calculated for each experiment by taking the order 0.65. The activation energy obtained is directly proportional to the grain size for a given isotherm. The concentration of the gaseous end-product (total pressure) also affects the rate and the question of occurrence or non-occurrence of the dissociation.

The dissociation of siderite which occurs in the very upper layer of the Earth's surface does not proceed in an ideal closed or opened system. CO being a lighter molecule than CO₂ diffuses more readily towards the surface and consequently the f_{O_2} is higher than in a perfectly closed system. For rapid cooling, Fe₃O₄ alone or Fe₃O₄ and γ - Fe₂O₃ will be the dissociation products ; for slow cooling, Fe₃O₄ alone or Fe₃O₄ and α - Fe₂O₃ if the $f_{O_2} \geq f_{O_2}$ of the assemblage Fe₃O₃ - Fe₃O₄.

In the presence of magnetite and hematite, the temperature of metamorphism of the iron formations is of the order of 285°C when FeCO₃ dissociates to magnetite. The siderite will dissociate to magnetite at a lower temperature if the total pressure of CO and CO₂ is smaller than the one of dissociation and if the fugacity of oxygen is larger than the fugacity of the assemblage mentioned above at a given temperature or if the water content was high (Mel'nik, 1964).

It is also believed (S.I. Zajac's personal communication) that the assemblage Fe CO₃ + H₂O + SiO₂ can form Greenalite according to the reaction $Fe CO_3 + 8H_2O + 8SiO_2 \rightarrow Fe_9'' Fe_2''' Si_8O_{22} (OH)_{12} 2H_2O + \text{decarbonizing } (8CO_2 + 3CO)$, at a temperature of about 360°C or less depending on the water content in presence of the buffer Fe₃O₄ - SiO₂ - Fe₂SiO₄ (or a closely related iron silicate) in Precambrian time and below this temperature if the total gaseous pressure is below the pressure of dissociation of siderite at this temperature and if the f_{O_2} is appropriate. Greenalite is a well-known mineral of sedimentary iron formations of the Clinton type with a temperature of formation of the order of 100°C.

The method of study, based on the frequency of molecular collisions and statistical mechanics has the advantage of showing how the reaction proceeds with time and also indicates within certain limits the transition states and type (s) of secondary or successive reactions.

Acknowledgements

The author wishes to thank Dr. V. Saull of McGill University who provided most of the equipment. The writer thanks also Dr. J. A. Herman, Department of Chemistry and Dr. R. Angers, Department of Metallurgy, both of Université Laval, for their helpful discussions when going through the second manuscript.

References

- ANDERSON, T. F., 1967. The measurement of surface area of the self-diffusion rates of carbon and oxygen in calcite by isotopic exchange with carbon dioxide. Ph.D. Thesis, Columbia University, Palisades, N.Y., U.S.A., 170 p.
- ANDERSON, T. F., 1968. Surface area measurement in calcite grains by isotopic exchange with C^{14} - labeled carbon dioxide. *Geochem. cosmochim. Acta*, **32**: 1177-1186.
- ANDERSON, T. F., 1969. Self-diffusion of carbon and oxygen in calcite by isotope exchange with carbon dioxide. *J. geophys. Res.*, **74** (15): 3918-3932.
- BARNES, H. L., 1967. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Holt, Rinehart and Winston, Inc., 670 p.
- BERTHELSEN, A., 1962. On the geology of the country around Ivigtut, South West-Greenland. *Geol. Rdsch.*, **52**: 269-280.
- DARKEN, L. S. and R. W. GURRY, 1945. The system iron-oxygen. I - The wüstite field and related equilibria. *J. Am. chem. Soc.*, **67**: 1392-1412.
- DARKEN, L. S. and R. W. GURRY, 1946. The system iron-oxygen. II - Equilibrium and thermodynamics of liquid oxide and other phases. *J. Am. chem. Soc.*, **68**: 798-816.
- DELTOMBE, E. et M. J. N. POURBAIX, 1954. Comportement électrolytique du fer en solution carbonique. Technical Reports of the Belgian Center for Study of Corrosion, Brussels.
- FRENCH, B. M., 1970. Stability relations of siderite ($FeCO_3$), determined in controlled fO_2 atmospheres. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, *NASA Rep.*, x-664-70-102, 61 p.
- GARRELS, R. M., 1960. Mineral equilibria at low temperature and pressure. Harper & Brothers, Publishers, N.Y., 254 p.
- GARRELS, R. M. and C. L. CHRIST, 1965. Solutions, minerals and equilibria. Harper & Row, N. Y. 450 p.
- LATHAM, J. L., 1962. Elementary reaction kinetics. Butterworth & Co. Limited, London, 120 p.
- MALININ, S. D., 1959. The system $H_2O - CO_2$ at high temperature and pressure. *Geokhimiya*, **3**.
- MEL'NIK, Y. P., 1964. Possible siderite oxidation by water under condition of regional metamorphism. *Depovidi Akad. Nauk. UKR. RSR.*, **3**: 361-365.
- MUELLER, R. F., 1964. A chemical model for the lower atmosphere of Venus. *Icarus*, **3** (4): 285-298.
- MUELLER, R. F., 1965. Chemistry in planetology. *J. chem. Educ.*, **42**: 294-301.
- PLANK, M., 1920. Thermodynamics, 3rd edition, in Dover Publications, New York, 297 p.
- POURBAIX, M. J. N., 1949. Thermodynamics of dilute solutions. Edward Arnold Co., London, 136 p.
- SEGUIN, M. K., 1965. Phase relations in the Fe-C-O-S + (H_2O) system. Ph.D. thesis, McGill University, Montréal, 226 p.
- TUTTLE, O. F., and N. L. BOWEN, 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system $Na Al Si_3O_8 - K Al Si_3O_8 - SiO_2 - H_2O$. *Mem. geol. Soc. Am.*, **74**.
- UPTON, B. G. I., 1960. The alkaline igneous complex of Kúngnât Fjeld, South Greenland. *Meddr. Grønland*, 123: Nr. 4. *Bull. Grønlands Geologiske Undersøgelse*, **27**: 145 p.
- USSING, N. V., 1912. The geology of the country around Julianehaab, Greenland. *Meddr. Grønland*, **39**: p. 1-426.
- ZEL'VENSII, YA. D., 1937. The solubility of CO_2 under pressure. *J. Chem. Industry (URSS)*. **14**: 1250-1257. *Chem. Abstr.*, **32**: 852 (In Russian).

COMMUNICATIONS BRÈVES

LA PRÉSENCE DU *QUERCUS BOREALIS* MICHX.
DANS LE COMTÉ DE CHARLEVOIX, QUÉBEC

JEAN-GUY PERRAS

Département d'agrobiologie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Lors d'une excursion en montagne sur les flancs rocheux bordant le lac Port-aux-Quilles, nous avons récolté quelques spécimens de *Quercus borealis* Michx. ainsi que, sur le sol, des fruits de l'année précédente. Ces spécimens peuvent être consultés à l'Herbier Louis-Marie (Faculté d'agriculture) de l'Université Laval.

Le lac Port-aux-Quilles est situé à environ six milles du fleuve Saint-Laurent, près de Saint-Siméon, comté de Charlevoix. Les coordonnées de la récolte sont 69°50' long. O. et 47°50' lat. N. L'altitude du site est d'environ 850 pieds au-dessus du niveau de la mer, soit à 400 pieds au-dessus du niveau du lac. L'étendue de ce site est restreinte à moins d'une acre.

Comme la saison de croissance à cet endroit est approximativement de 100 jours sans gel, ceci devient un facteur limite pour la croissance de cette plante. La température moyenne de juillet se situe aux environs de 60°F et de 10° en janvier ; le maximum de juillet se situe près de 70 à 75°F. La précipitation annuelle est de trente-deux pouces. Le site, d'exposition sud, est très exposé aux vents. Le roc nu provoque un microclimat plus chaud durant les jours ensoleillés.

Le sol est limité aux fractures et aux dépressions dans le roc. Près de 75% de la surface de ce site présente des affleurements rocheux, tandis que le sol lithique (ranker et podzol ranker) couvre le reste de la surface.

La végétation se compose en grande partie des espèces suivantes :

STRATE ARBORESCENTE (50% et moins de recouvrement)

Pinus resinosa Ait., *Picea mariana* (Mill.) BSP., *Abies balsamea* (L.) Mill.
Prunus pensylvanica L.f., *Populus tremuloides* Michx. et *Quercus borealis* Michx.

STRATE ARBUSTIVE (15% de recouvrement)

Vaccinium angustifolium Ait., *V. myrtilloides* Michx., *Kalmia angustifolia* L.
et quelques autres espèces.

STRATES INFÉRIEURES

La plus grande partie de la végétation couvrant le sol meuble se compose de *Cladonia alpestris* (L.) Rabenh., *C. rangiferina* (L.) Web. et *Cladonia* spp.

Seulement quelques individus de chêne boréal apparaissent dans la strate arborescente. Ceux-ci ont une physionomie déprimée, croissent en touffes ne dépassant pas quinze à vingt pieds de hauteur. Les fruits de l'année précédente, récoltés au sol, ont pour la plupart avorté au milieu de leur développement. Une vingtaine d'individus de six à vingt-quatre pouces furent observés dans les strates inférieures ; ceci laisse croire que certaines saisons sont assez favorables pour permettre le plein développement des fruits.

Cette récolte ne présente pas une extension d'aire, mais plutôt un point de référence de l'extrême limite nord-est pour la distribution de l'espèce. Cette station et celle de Gerardin et Jurdant (1968) au Lac Saint-Jean présentent des conditions climatiques similaires.

Références

- FERLAND, M.G. et R.M. GAGNON, 1967. Le climat du Québec méridional. Min. Richesses Naturelles, Québec, N.P. - 1 - 13.
- GERARDIN, V. et M. JURDANT, 1968. Note sur le *Quercus rubra* var. *borealis* dans la région du Lac Saint-Jean. *Naturaliste can.*, **95**: 171-176.

ADDITION À LA FAUNE DES CARABIDAE (COLEOPTERA)
DU QUÉBEC

ANDRÉ LAROCHELLE
Collège Bourget, Rigaud, Québec

Au cours de l'été 1970, nous avons poursuivi l'inventaire de la faune des Carabidae du Québec dans la région des Iles-de-la-Madeleine. Ces récoltes révèlent la présence de trois espèces nouvelles pour le territoire québécois.

Dyschirius sellatus Leconte, 1857, p. 78

Distribution. — Île du Havre-Aubert 3-VIII-1970, 8 spécimens, dont 1 individu immature; 6-VIII-1970, 291 spécimens, dont 14 individus immatures. Grosse-Île 7-VIII-1970, 2 spécimens.

Cette espèce se rencontre sur la côte atlantique du nord-est des États-Unis d'Amérique et du sud du Canada, ainsi qu'au Nebraska, au Missouri et au Texas (Lindroth, 1961, p. 143). Au Canada, on a trouvé cette espèce à Lomond, Terre-Neuve, 4-VI-1951, 5 spécimens (Lindroth, 1955, p. 45) et à Crescent Beach, Nouvelle-Écosse, 19-V-1951, 5 spécimens (Lindroth, 1954, p. 301).

Écologie. — Au bord d'étangs salés à proximité de la mer, à une distance de 2 à 3 mètres de l'eau, en terrain découvert, sablonneux, très humide et dépourvu de végétation. On a, à plusieurs reprises, inondé et gratté le sable fin. Cette espèce, apparemment halophile, est associée à certains Coleoptères Staphylinides du genre *Bledius*.

Dynamique. — Un spécimen observé au vol en plein jour.

Bembidion properans Stephens, 1829, p. 26.

Distribution. — Île du Havre-Aubert 2-VIII-1970, 9 spécimens; 6-VIII-1970, 1 spécimen. Île du Havre-aux-Maisons 7-VIII-1970, 1 spécimen 7-VIII-1970, 1 spécimen. Île-d'Entrée 8-VIII-1970, 9 spécimens, dont un individu immature. Île Brion 10-VIII-1970, 1 spécimen.

Cette espèce, récemment introduite de l'Eurasie, ne se rencontre en Amérique du Nord qu'en Nouvelle-Écosse: Yarmouth 3-VI-1947, 1 spécimen; Halifax 1951 et 1952, 5 spécimens; Riverdale, 1 spécimen; Crescent Beach, 1 spécimen (Lindroth, 1954, p. 301; Lindroth, 1963, p. 256-258).

Écologie. — En terrain découvert, sec, graveleux ou sablonneux, avec végétation éparsse ou moyenne, sous de petites pierres; près des habitations, dans les terrains vagues et en bordures des routes.

Bembidion contractum Say, 1823, p.85.

Distribution. — Île du Havre-Aubert 3-VIII-1970, 3 spécimens. Île du Cap-aux-Meules 29-VII-1970, 1 spécimen; 31-VII-1970, 140 spécimens, dont 6 individus immatures.

Cette espèce se rencontre dans l'est de l'Amérique du Nord, depuis la Floride jusqu'à Terre-Neuve. Au Canada, on l'a trouvée au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve (Lindroth, 1954, p.302 ; Lindroth, 1955, p.70 ; Lindroth, 1963, p.373.

Écologie. — Au bord de la mer et des lagunes, à une distance de 2 à 3 mètres de l'eau salée, en terrain découvert, humide, graveleux, sous des tapis croûteux d'algues. Espèce très agile.

D'une part, cette étude sur les Carabidae des Îles-de-la-Madeleine nous a révélé la présence de trois espèces nouvelles pour le territoire québécois ; d'autre part, celle-ci nous a suggéré une affinité de faune d'insectes avec celle des provinces maritimes de l'est du Canada.

Nous tenons à remercier M. Raymond de Ruelle, Institut de recherches entomologiques, Ottawa, pour la vérification de la détermination des spécimens.

Références

- LECONTE, J.L., 1857. Synopsis of the species *Clivina* and allied genera inhabiting the United States. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphie*, **8**: 75-83.
- LINDROTH, C.H., 1954. Carabid Beetles from Nova Scotia. *Can. Ent.*, **86**: 299-310.
- LINDROTH, C.H., 1955. The Carabid Beetles of Newfoundland, &c. *Opusc. ent.*, Suppl. Lund, **12**: 1-160.
- LINDROTH, C.H., 1961. The Ground-Beetles of Canada and Alaska. *Opusc. ent.*, Suppl. Lund, **20**: 1-200.
- LINDROTH, C.H., 1963. The Ground-Beetles of Canada and Alaska. *Opusc. ent.*, Suppl. Lund, **24**: 201-408.
- SAY, J., 1823. Descriptions of insects of the families of Carabici and Hydrocanthari of Latreille, inhabiting North America. *Trans. Am. phil. Soc.*, **2**: 1-109.
- STEPHENS, J.F., 1829. Illustrations of British Entomology or a synopsis of indigenous insects. *Mandibulata*, **2**: 1-200.

FROST INJURY TO FLOWERS AND DEVELOPING FRUITS
OF THE LOWBUSH BLUEBERRY AS MEASURED
BY IMPAIRMENT OF FRUIT SET¹

I. V. HALL, L. E. AALDERS and R. J. NEWBERY

Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia

The extent of frost injury to flowers is dependent on many factors such as minimum temperature, duration of freezing temperatures, and stage of physiological development (Doughty and Dodge, 1966). Lavoie and Guillemette (1962) have correlated blueberry production in Québec with minimum temperatures, and their study indicates that temperatures below or near freezing reduce fruit set.

This paper presents data which attempt to define those combinations of temperature and time at anthesis and 6 days after pollination which cause injury to foliage and reduction of fruit set in the lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* Ait.

In these tests we used 80 plants propagated as cuttings from 3 clonal lines. Plants grew vegetatively during the summer of 1970 and developed flower buds in the fall before being placed in cold storage at 0°C. On 15 February and 12 March, 1971, plants were removed from storage and placed in a glasshouse with 21°C day and 17°C night settings. The natural daylength was extended to 16 hours. Plants of the earlier group were in bloom by 8 March and were subjected to treatments of 0.0, -1.1, -2.2, and -3.3°C for 0, 2, 4 and 6 hr at anthesis. Following cold treatment, 10 pistils of each plant were cross-pollinated. The later group received the same cold temperature treatments on the same number of flowers, but plants were treated 6 days after pollination. In the tests where we compared stage of physiological development we used the same 2 clones, numbers 066 and 632 from our breeding program. A third clone # 134 was also included in the first test.

The dimensions of the cabinet in which the low temperatures were maintained with an accuracy of $\pm 1^\circ\text{C}$ were 245 × 202 × 123 cm. The cabinet contained a cooling coil with a capacity of 7,775 BTU per hour. Inside this larger box was a smaller box (63 × 69 × 63 cm) in which the plants were placed for treatment. Three 40-watt incandescent bulbs in the bottom of the small box helped to maintain the desired temperatures.

¹ Contribution No. 1424 from the Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia.

TABLE I

Percent fruit set of 3 lowbush blueberry clones subjected to varying temperatures for different lengths of time.

Time (hr)	Temperature (°C)				
	0	-1.1	-2.2	-3.3	Ave.
0 (check)	*94 ± 4	78 ± 14	66 ± 19	88 ± 7	81.5
2	76 ± 15	62 ± 21	56 ± 21	20 ± 20	53.5
4	86 ± 9	68 ± 20	38 ± 17	4 ± 2	49.0
6	56 ± 36	70 ± 20	28 ± 17	4 ± 4	39.5
Ave.	78.0	69.5	47.0	29.0	55.9

* Each figure is the average of 5 plants and is followed by standard error of mean.

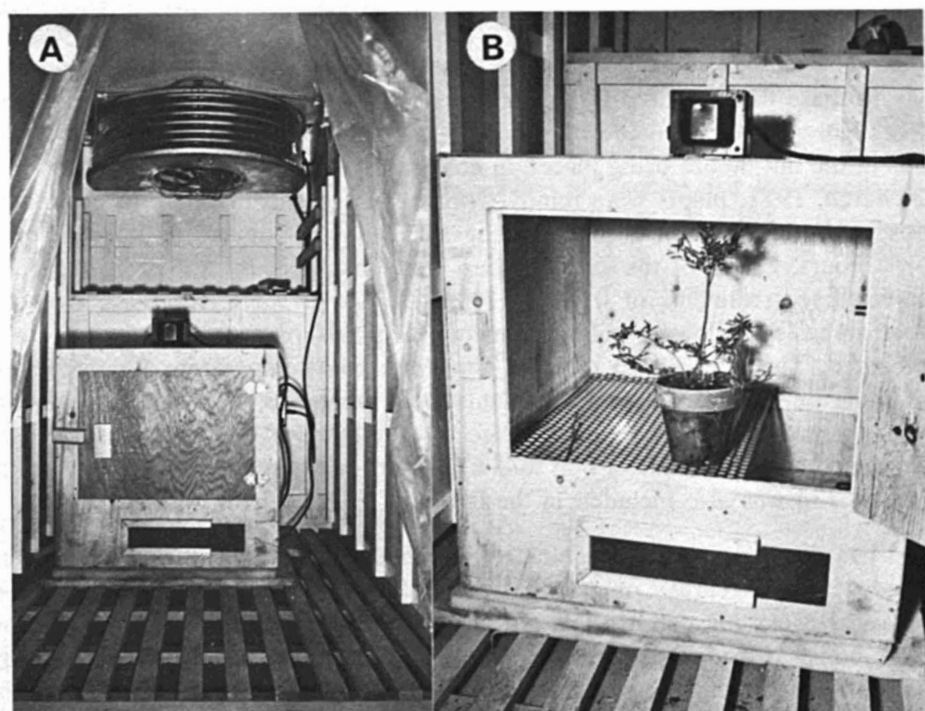


FIGURE 1. Chamber in which plants were subjected to low temperatures (a) inside of the chamber showing cooling coil and treatment box, (b) interior of treatment box with plant resting on grid below which were three incandescent lights for temperature control.

Our tests indicate that the lowbush blueberry will tolerate freezing or slightly below freezing temperatures for as long as 6 hours without excessive impairment of fruit set. There was some indication that subjecting plants to 6 hr of -2.2°C was detrimental and a further reduction to -3.3°C for the same length of time markedly reduced fruit set (Table 1). At the latter temperature the area along the margins of the leaves was dead or in some cases the entire leaf or leaves were killed.

There was further indication that plants exposed for more than 4 hr at -1.1°C and to shorter periods at -2.2°C and lower produced smaller and later ripening berries (Table II).

TABLE II

Berry weight (g) of fruit from plants of clone 066 subjected to varying temperatures for different durations of times.

Time (hr)	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)				
		-1.1	-2.2	-3.3	Ave.
0	.325 \pm .075*	.547 \pm .041	.132 \pm .020	.224 \pm .013	.307
2	.585 \pm .063	.547 \pm .039	.137 \pm .015	0	.317
4	.474 \pm .084	.747 \pm .071	.015 \pm .023	0	.309
6	.403 \pm .037	.216 \pm .034	.084 \pm .014	0	.176
Ave.	.447	.514	.092	.056	.277

* Mean berry weight followed by standard error of the mean.

There was relatively little difference in injury to plants pollinated immediately after subjection to freezing temperatures compared with those in which the pollinated flowers were allowed to develop for some 6 days before freezing.

Previously we have shown that in the temperature range for normal growth, temperature in itself does not affect fruit set (Hall and Aalders, 1968). This study shows that temperatures below -3.3°C (26°F) seriously affect fruit set and consequently production. Evidence from the field is in agreement with this study. The years 1958 and 1968 in Nova Scotia were ones of below average production (Eaton and Hall, 1961 and Hall and Aalders, 1971) and below freezing temperatures occurred in many areas during the bloom period of those years. The official temperatures at Parrsboro and Nappan, Nova Scotia were 29° and 30°F on 10 June, 1958 and 26° and 28°F on 10 June, 1968.

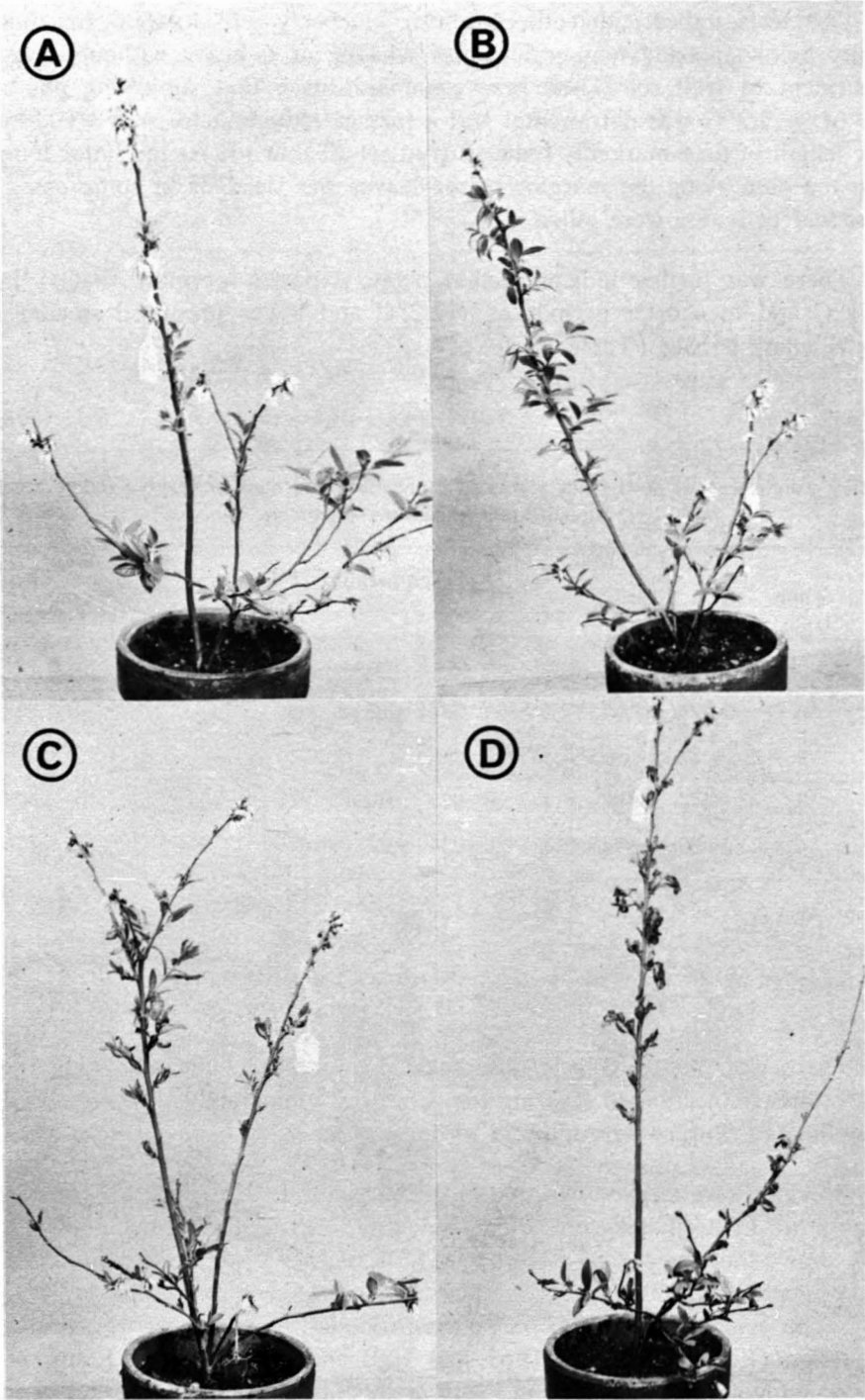


FIGURE 2. Temperatures of 0°C and -1.1°C (A and B) did not injure foliage, but -2.2°C and -3.3°C (C and D) caused injury to the margin or killed the entire leaf.

A knowledge of the per cent of plants in bloom along with data on the extent and duration of freezing temperatures as given here will help growers and others to estimate the expected production should frost occur during the bloom period.

References

1. DOUGHTY, C. C. and J. C. DODGE, 1966. Cranberry production in Washington. *Wash. State Univ. Bull.*, 2619.
2. EATON, E. L. and I. V. HALL, 1961. Blueberry culture and propagation. In *The blueberry in the Atlantic Provinces. Publ. Canada Dept. Agric.*, 754.
3. HALL, I. V. and L. E. AALDERS, 1971. Lowbush blueberry production and management. In *Lowbush blueberry production in Canada. Publ. Canada Dept. Agric.*, 1278. Rev.
4. HALL, I. V. and L. E. AALDERS, 1968. Fruit set and berry development of lowbush blueberry as affected by temperature. *Can. J. Pl. Sci.*, **48**: 321-322.
5. LAVOIE, V. et A. GUILLEMETTE, 1962. La Production du bleuets dans la province de Québec et les problèmes qui s'y rattachent. *Service de l'information et des recherches, Ministère de l'agriculture, Québec.*

REVUE DES LIVRES

BOURRELLY, P., 1966-1970. *Les Algues d'eau douce*. N. Boubée, Paris. Tome 1: 511 p., 14 fig., 117 pl. h. t.; tome 2: 438 p., 23 fig., 114 pl. h. t.; tome 3: 512 p., 15 fig., 137 pl. h. t. 25 x 17 cm. Reliés, 355 FF.

La phycologie mondiale s'est enrichie d'une oeuvre majeure, au cours des quatre dernières années, par la publication des *Algues d'eau douce* de Pierre Bourrelly, sous-directeur du Laboratoire de cryptogamie du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. L'auteur, attaché depuis longtemps à cette célèbre institution, et directeur de l'importante *Revue algologique*, est en relation constante avec la plupart des phycologues du monde, qui lui envoient leurs travaux pour analyse ou à titre d'échange. Cette situation a permis à Bourrelly, dont le dynamisme est bien connu de tous, et dont l'activité de recherche est axée sur les algues d'eau douce, d'acquérir au cours des années une vue d'ensemble sur la production scientifique mondiale dans ce domaine, ce qui lui conférerait une compétence indiscutable, et lui permettrait d'entreprendre la vaste synthèse qu'il vient fort heureusement de mener à terme. Ceux qui n'ont pas encore vu et feuilleté l'ouvrage pourront se faire une idée de son importance par les quelques données du tableau I.

TABLEAU I

Tome	Pages	Planches hors-texte	Figures dans le texte	Total des figures
1	511	117	14	1358
2	438	114	23	1322*
3	512	137	15	1590*
Totaux:	1461	368	52*	4270**

* Nombre approximatif. Quelques figures dans le texte ne sont pas numérotées.

** La plupart des illustrations (dessins ou photos) sont originales et de la main de l'auteur.

L'ouvrage de Bourrelly est un traité systématique de base conduisant à l'identification de tous les *genres* d'algues d'eau douce du monde. Or l'auteur, à la fin du tome 3 (p. 466) donne un tableau du nombre approximatif de genres et d'espèces d'algues d'eau douce actuellement connus, soit 1111 genres et 14,000 espèces environ. Quand on songe qu'il a fallu 1461 pages et 4270 figures pour décrire et illustrer convenablement tous ces genres, — c'est-à-dire consacrer à chacun une moyenne de 1.3 pages et 3.8 figures, — on peut estimer le nombre de volumes que requerrait la description et l'illustration complètes des 14,000 espèces connues, à savoir, environ 18,400 pages (37 tomes) et plus de 50,000 figures!

De telles compilations ont déjà été faites ou entreprises: 1) en langue latine par G. B. de Toni dans le *Sylloge Algarum*, publié de 1889 à 1924, en six tomes sans illustrations; 2) en langue allemande par divers spécialistes dans la *Kryptogamen-Flora* de Rabenhorst, dont la 2e édition, commencée vers 1930, est encore en cours de publication après plus de quarante années! Comme aucun grand ouvrage d'ensemble sur la systématique des algues n'avait encore été publié en langue française, on voit tout l'intérêt et l'utilité que présentent *Les Algues d'eau douce* de Bourrelly, même si le

traitement ne conduit qu'aux genres et que les genres marins ne sont pas traités. Les usagers qui voudront pousser une identification jusqu'à l'espèce devront donc, comme par le passé, se référer à des monographies particulières, comme celles de la *Kryptogamen-Flora*, quand elles existent. Quant au fait que les genres marins ne sont pas traités, ce n'est un inconvénient que pour les phycologues travaillant exclusivement dans le domaine océanique, et ceux-là disposent d'autres ouvrages. De toute façon, la plupart des phycologues sont spécialisés (au moins pour la durée de leurs recherches) dans l'un ou l'autre des deux grands milieux écologiques que sont les océans et les eaux continentales.

La matière traitée par Bourrelly est répartie de la façon suivante entre les trois tomes. Le tome I, entièrement consacré aux Chlorophytes, débute par quelques données bibliographiques de base, suivies de deux courts chapitres sur la "récolte des algues d'eau douce" et les "grands groupes d'algues d'eau douce". Vient ensuite la liste des 14 ordres de Chlorophytes que l'auteur groupe en quatre classes, "d'un point de vue pratique": les Euchlorophycées, les Ulotrlichophycées¹, les Zygothycées et les Charophycées. On peut être d'accord ou non avec le choix de ces classes; ce qui importe, c'est que tous les ordres (et il y en a quatorze) soient traités de façon adéquate et que l'ensemble soit équilibré, ce qui est le cas ici. Dans un ouvrage de cette envergure, dont la préparation a exigé de nombreuses années de travail, il était presque inévitable que quelques conséquences apparaissent dans la terminologie des tableaux de classification et dans les clefs des ordres². Il y a aussi quelques questions de vocabulaire que l'on pourrait discuter. Par exemple, Bourrelly écrit (p. 35): "Nous emploierons indifféremment les termes d'oeuf, de zygote ou de zygospore." Il nous semble que, pour éviter toute équivoque, le terme d'oeuf aurait pu être mis résolument au rancart, comme le préconisent beaucoup de biologistes, qui n'emploient ce terme qu'au sens populaire: oeuf de poule, etc., pour désigner une cellule, fécondée ou non, donc diploïde ou haploïde, contrairement à un zygote qui, lui, est par définition diploïde. Zygospore (et oospore) sont évidemment des termes particuliers pour désigner des zygotes formés par conjugaison dans le premier cas, par fécondation dans le second, chez divers groupes d'algues, de champignons, etc.

Nous ne pouvons pas approuver non plus l'emploi indifférent de "flagelles" et de "fouets", quelquefois dans le même paragraphe. Il nous semble que le terme de flagelle, proprement biologique, devraient être employé à l'exclusion de l'autre, qui resterait l'apanage des derniers cochers et maquignons. Dans une page fort intéressante sur la répartition géographique des Desmidiacées (p. 398), l'auteur écrit que le genre *Phymatodocis* n'existe que dans les régions chaudes. Cependant, à la p. 454, il ajoute: "Pourtant une espèce s'étend des régions tropicales américaines jusqu'au Canada". En effet, le *Phymatodocis nordstedtiana* a été trouvé dans au moins deux régions de l'est du Canada, à savoir: lac Saint-Jean (1952) et Mauricie (1959). Cette espèce rejoint donc le *Micrasterias foliacea* et le genre *Triploceras* parmi cette curieuse florule tropicale présente au nord du Canada.

Dans le tome II sont traitées les algues à pigmentation jaune, brune ou vert jaunâtre, c'est-à-dire les Chrysophycées (127 pages), les Phéophycées (14 pages, — on

¹ Bourrelly écrit Ulotrichophycées, Ulotrichales, etc., ce qui semble logique, étant donné que le nom générique s'écrit *Ulothrix*. Mais la plupart des auteurs écrivent Ulotrlichophycées, Ulotrlichales, etc., et un helléniste consulté à ce sujet m'a déjà dit que ces dernières graphies étaient les bonnes. C'est un cas parallèle à "trichome", dont la graphie est universellement admise, et qui est dérivé lui aussi de *thrix* par le génitif *trichos*.

² Ainsi, à la page 31 et aux pages 369 et 371, l'ordre des Zygnématales (encore appelé "Conjugales" à la p. 31) est considéré comme constituant la classe des Zygothycées ("sous-embranchement", p. 371); cet ordre ne devrait donc pas apparaître à la page 236 dans la clef des ordres d'Ulotrlichophycées. De même, à la p. 31 et aux pp. 457 et 459, l'ordre des Charales est considéré comme constituant la classe des Charophycées; il ne devrait donc pas apparaître non plus à la p. 237 parmi les ordres d'Ulotrlichophycées.

sait que les algues brunes sont en grande majorité des plantes marines), les Xanthophycées (85 pages) et les Diatomophycées (159 pages). L'ensemble de ces quatre classes est ici appelé "Chromophytes". Le chapitre sur les Chrysophycées, sujet auquel Bourrelly a consacré beaucoup de recherches personnelles, rendra d'éminents services aux hydrobiologistes désirant se spécialiser dans l'étude de ce vaste groupe de phytoflagellés. Pour un grand nombre d'usagers, le long chapitre sur les "diatomées" sera d'une réelle utilité pour l'identification des nombreux genres que compte cette classe en eau douce, où certaines espèces pullulent en saison et deviennent les organismes dominants de multiples lacs et étangs, ou de grands cours d'eau. Je note à la page 100 de ce tome II que l'auteur nous parle de "photographie en microscopie électronique", alors que l'usage généralement admis depuis longtemps est de dire "micrographie électronique" (en anglais: electron micrograph), usage qui a pour but d'éviter toute équivoque avec "photomicrographie" ³. Le tome II se termine par une clef de détermination de tous les genres de "Chromophytes" d'eau douce, en 13 pages, qui évitera à l'usager d'avoir à feuilleter peut-être longtemps l'ouvrage avant de trouver, à l'intérieur d'une famille, la clef des genres qui le conduirait aussi à une identification. Bien entendu, tout comme le tome I, l'ouvrage comporte, comme il se doit, un Index alphabétique des genres, familles et ordres, suivi d'une Table des matières.

Le troisième et dernier tome renferme le traitement de quatre embranchements et d'une classe, à savoir: les Pyrrophytes, auxquelles appartiennent les Dinophycées (92 pages); les Raphidophytes (11 pages); les Euglénophytes (70 pages); les Rhodophytes (97 pages); et la classe des Cyanophycées (169 pages) que l'auteur considère comme faisant partie du règne des Procaryotes, embranchement des Schizophytes, avec les Bactéries qui, évidemment, ne sont pas traitées ici. A la page 296, à propos des phénomènes de mouvement chez les Cyanophycées, dont Bourrelly donne une rapide mais bonne vue d'ensemble, j'ai le sentiment que le nom de l'ingénieur autrichien Niklitschek, qui a élucidé depuis longtemps plusieurs de ces problèmes, aurait pu être mentionné spécifiquement. Vers la fin du volume se trouve un chapitre récapitulatif et de mise au point d'une dizaine de pages sur les grandes questions de l'évolution et de la phylogénie des algues en général. Et ce troisième tome se termine par des compléments aux tomes I et II, suivis ici encore d'une clef de détermination intégrée de tous les genres décrits, ainsi que d'un Index alphabétique détaillé.

La présentation générale de l'ouvrage est soignée: l'impression du texte, des planches de dessins au trait et des planches de photos est claire et nette, la reliure est solide et durable, et l'idée est excellente d'utiliser une toile de couleur appropriée pour chaque tome: verte pour le premier, jaune pour le deuxième, bleue pour le troisième. Cependant, la toile verte du tome I est un peu trop foncée, à mon avis, pour que les caractères noirs s'y lisent aisément. Compte tenu des difficultés considérables que présentait la composition typographique, le nombre d'erreurs, de coquilles, etc., est minime, et elles ne prêtent généralement pas à confusion. Je n'en signalerai qu'une, à cause de son caractère plutôt amusant: à la page 296 du tome III, le célèbre ouvrage de Vaucher, *Histoire des Conferves*, est devenu *Histoire des Conserves* (!) par suite d'une correction au manuscrit qui, aux yeux du typographe responsable, s'imposait sans doute absolument!

En bref, voici un ouvrage fondamental remarquable que devront se procurer toutes les institutions où l'on enseigne cette discipline de base qu'est la phycologie, tous les instituts de recherche et les stations de biologie, toutes les bibliothèques scientifiques, et bien sûr tous les phycologues individuels qui pourront se permettre ce déboursé

³ La confusion fréquente entre "photomicrographie" et "microphotographie" est d'un autre ordre.

relativement élevé de 355 francs (environ \$70.00). Pierre Bourrelly mérite sans aucun doute les félicitations les plus chaleureuses de tous ses collègues pour avoir mené à bien cette grande entreprise. Son ouvrage restera longtemps le vade-mecum indispensable à tous ceux que la connaissance des algues d'eau douce intéresse, pour une raison ou pour une autre. Il marque une étape importante dans le développement de l'hydrobiologie mondiale.

Jules BRUNEL

*Département des sciences biologiques
Université de Montréal, Montréal*

GRAUSTEIN, J. E., 1967. **Thomas Nuttall, Naturalist**. Explorations in America (1808-1841). Harvard University Press, Cambridge, Mass. XIV + 481 p., 24 x 16 cm. Relié, \$11.95.

Thomas Nuttall (1786-1859) fut l'un des plus brillants naturalistes du dix-neuvième siècle. Il quitta l'Angleterre, sa terre natale, à l'âge de vingt-deux ans dans le but de se consacrer à l'étude des sciences naturelles en Amérique du Nord. Pendant trente ans, il mettra toute son énergie à explorer, dans des conditions souvent périlleuses, une grande partie du territoire actuel des États-Unis. Il descendit tout le Mississipi, remonta le Missouri jusqu'à la rivière Yellowstone, parcourut à pied tout l'est des États-Unis de la Floride au Maine, et se rendit via l'*Oregon Trail* jusqu'à l'embouchure du fleuve Columbia. Partout, il accumula des collections et compila des observations dans tous les domaines de l'histoire naturelle. Entre ses voyages, il résida à Philadelphie puis à Cambridge (Harvard), remplissant des tâches académiques et rédigeant les ouvrages qui le rendirent célèbres, notamment *The Genera of Plants...* (1818) et *A Manual of the Ornithology of the United States and Canada* (1832-34).

Les principales contributions scientifiques de Nuttall eurent trait, évidemment, à la découverte et à la description de nouvelles espèces. Ses deux spécialités furent l'ornithologie et surtout la botanique. Il décrivit plusieurs espèces d'oiseaux (e.g. *Sterna forsteri*) et, chez les plantes vasculaires, plusieurs genres nouveaux (e.g. *Carya*, *Comandra*, *Shepherdia*, *Epifagus*) et des centaines d'espèces. Mais Nuttall savait aussi reconnaître les caractères nouveaux et exceptionnels chez un éventail beaucoup plus étendu d'organismes, qu'il récoltait et expédiait à divers spécialistes; on a ainsi nommé en son honneur des mollusques et des crustacés, des araignées, plusieurs coléoptères, une souris à pattes blanches, un lièvre, un genre de moucherolle (*Nuttallornis*), etc. De plus, Nuttall fut un minéralogiste compétent et s'intéressa activement à la paléontologie et à la géologie. L'article qu'il publia en 1821 et où il esquaissa la première corrélation stratigraphique entre l'Europe et l'Amérique du Nord a été décrit comme *one of the outstanding features in the history of geological sciences* (p. 159). Il fut très certainement un grand naturaliste, au sens le plus large du terme. Ses contemporains le reconnurent, comme l'indique le fait que 12,000 personnes demandèrent leur inscription à la série de cours publics de botanique qu'il présenta à Boston en 1840.

Graustein nous offre un ouvrage extrêmement détaillé sur la vie et l'oeuvre de Nuttall. Au cours de plusieurs décades, elle a recherché les documents pertinents dans les archives publiques et privées, dans la correspondance des contemporains du naturaliste, dans les vieux journaux, dans les ouvrages même de Nuttall qui abritent maints détails personnels sur son activité et ses impressions. Le livre qu'elle a publié en 1967 est l'aboutissement de ces recherches, et est aussi la première biographie complète du naturaliste. Graustein y brosse un portrait balancé et fort attachant de Nuttall. Ses activités professionnelles, ses contributions scientifiques, ses contacts avec ses collègues et ses contemporains sont minutieusement décrits aussi bien que son humeur, ses manies et

ses habitudes. Au lieu d'analyser les différentes facettes de la vie de Nuttall dans des chapitres séparés, l'auteur suit un ordre strictement chronologique. L'avantage de cette présentation c'est qu'elle suit fidèlement l'évolution de Nuttall. Graustein prend soin de décrire le milieu humain et le climat culturel et scientifique qui encadrèrent et conditionnèrent les activités de Nuttall. Cette préoccupation, jointe à l'abondance et à la variété des sources de l'auteur, font de son ouvrage un panorama fascinant de la vie scientifique en Nouvelle-Angleterre dans la première moitié du XIX^{ème} siècle. L'époque en question est importante dans l'histoire de la botanique américaine. Nuttall fut en effet en contact plus ou moins étroit avec Barton, William Bartram, Pursh, Rafinesque, Tuckerman, Mühlenberg, Torrey, Asa Gray, et bien d'autres. Graustein décrit avec soin les liens professionnels et personnels qui unirent Nuttall à ces pionniers, tout en esquissant aussi la biographie de ces derniers. Il faut ajouter qu'elle a un style fort agréable. Une lacune importante doit cependant être signalée: l'absence d'une bibliographie des oeuvres de Nuttall. Un grand nombre d'articles et ses livres sont mentionnés dans les notes, mais il y aurait eu intérêt à les regrouper dans une bibliographie complète. Par ailleurs, un index très détaillé témoigne de la richesse de l'ouvrage de Graustein.

La lecture de ce livre est fortement conseillée à tous ceux qu'intéressent les premiers développements et la consolidation de la botanique et des sciences naturelles en Amérique du Nord. Et Graustein doit être chaleureusement remerciée de nous avoir livré avec autant de bonheur sa connaissance profonde de Nuttall et de ses contemporains.

Pierre MORISSET

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

McHALE, J., 1970. *The ecological context*. George Braziller, New York. 188 p., ill. 18 x 26 cm. Relié, prix non indiqué.

Rarement une époque a vu naître une telle abondance de volumes consacrés à une science particulière comme celle à laquelle nous vivons et qui ne connaît pas un mois sans voir paraître plusieurs livres d'écologie. Cette science, ni tout à fait récente, ni trop ancienne — on doit à Haeckel (1873) ses origines — fut d'abord consacrée à l'étude des relations entre les plantes et leur milieu. Elle s'est étendue, par la suite, au règne animal, puis, assez récemment, à l'étude de vastes systèmes écologiques régionaux incluant l'homme. Pourquoi ce glissement progressif des valeurs? Selon McHale, cette évolution fut inévitable à partir du moment où l'homme du 20^e siècle a enfin compris que le globe était, en fait, l'espace minimal de l'humanité, espace à l'équilibre extrêmement fragile, sur lequel il fallait désormais concentrer notre attention. Oui, mais alors pourquoi l'homme se tourne-t-il vers l'écologie plutôt que vers les sciences politiques et économiques qui l'ont guidé jusqu'à présent? L'auteur croit que c'est parce que l'homme sent, inconsciemment, que l'écologie présente une vue plus radicale, plus révolutionnaire de la société humaine que n'importe laquelle des idéologies socio-politiques qui furent à l'origine de nos systèmes économiques et institutionnels et que c'est finalement en fonction du contexte écologique mondial que se jouera l'avenir de l'humanité.

Le volume est divisé en six chapitres. L'auteur rappelle, pour commencer, la courte durée de l'existence humaine sur la terre comparativement aux milliards d'années durant lesquelles la vie organique y a progressé et la puissance démesurée que l'homme a acquis au cours de ce bref laps de temps au point de pouvoir se détruire lui-même. C'est alors qu'est examinée la place de l'homme dans la biosphère et dans l'écosystème global. Ce dernier est divisé en: (1) systèmes extrahumains (atmosphérique, terrestre, aquatique) et (2) systèmes humains (biophysique, psychosocial, technologique). En

fait, l'homme constitue un facteur critique du maintien de l'équilibre écologique de la biosphère car la nature est non seulement modifiée par son action scientifique et technologique mais encore par des facteurs moins perceptibles et plus difficilement mesurables tels les systèmes politiques et ethniques, éducation, arts, religions, communications, etc. Ces facteurs qualifiés de "socio-culturels" ont joué et continueront à jouer un rôle considérable dans l'évolution de l'homme lui-même et dans ses effets sur toute l'écologie de la terre.

Le problème le plus important face aux diverses activités humaines est celui de recyclage des éléments. En effet, si la biosphère doit garder sa structure et son fonctionnement normal, les matières biologiquement importantes doivent être, après une première utilisation, transformées sous une forme réutilisable à nouveau. Or, certaines matières sont actuellement rejetées dans l'air et dans l'eau en quantités considérables sans pouvoir être recyclées. Il s'en suit une modification sensible du fonctionnement des écosystèmes. De plus, de nouveaux cycles existent actuellement, capables de distribuer sur une grande échelle et en quantités toxiques des substances comme les insecticides, les défoliants, etc. provoquant la dégradation de l'environnement. Il apparaît donc, de plus en plus clairement, que l'action de ces matières et d'autres activités humaines néfastes sur le manteau végétal qui recouvre la terre et sur les animaux et l'homme qui l'habitent doit être étudiée sérieusement, si la vie doit continuer à exister dans la biosphère.

L'ouvrage se termine par une série de questions qui font réfléchir. En voici quelques-unes. Quelles sont les conditions écologiques optimales pour la société humaine à la surface de la terre? Quelles sont les activités les plus défavorables à l'homme? Qu'est-ce qui fait réellement progresser l'humanité? Quelles sont les limites physiques et les contraintes dans l'écosystème global en ce qui concerne nos systèmes technologiques croissants? Quelles sont les limites biologiques de l'homme, par exemple, en ce qui concerne ses besoins en air, aliments, eau, température, espace? Quelle est sa résistance à la vitesse, au bruit? Quelles sont les limites des ressources irremplaçables de notre environnement en ce qui concerne l'énergie et les ressources matérielles? Quelles sont les limites des ressources humaines: individuelles, sociales, génétiques? En somme, quels sont les paramètres physiques et les lois écologiques qui gouvernent l'occupation humaine de la terre? Ce sont là des questions très vastes, mais ce sont celles auxquelles l'humanité devra tôt ou tard trouver une réponse car sa propre survie sur cette planète en dépend.

Un livre recommandé à tous mais surtout à ceux qui s'intéressent à l'ordonnance et à l'utilisation rationnelle de l'espace biosphérique.

Miroslav M. GRANDTNER

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

ROUGEOT, P.-C., 1971. **Les Bombycoïdes (Lepidoptera-Bombycoïdea) de l'Europe et du Bassin méditerranéen**. Tome 1: Lemoniidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Attacidae, Endromididae. Masson, Paris. 150 p., 197 fig., 2 pl. en couleurs. 16.5 x 24.5. Relié, prix non indiqué.

Sur l'instigation de la Fédération française des Sociétés des sciences naturelles, vient de paraître un travail remarquable sur les Lépidoptères Bombycoïdea. Cet ouvrage constitue le cinquième volume publié chez Masson dans la collection sur la faune de l'Europe et du Bassin méditerranéen. L'auteur, prix Constant de la Société entomologique de France, présente cinq des neuf familles de Bombycoïdes représentées sur tous les continents. Les familles étudiées dans ce volume (Lemoniidae, Brahmaeidae, Attacidae, En-

dromididae) ont pour cadre géographique l'Europe, l'Afrique du Nord et le Proche-Orient. Une étude sur les Lasiocampidae suivra celle-ci et paraîtra dans la même collection.

Le volume traite, dans une première partie, de la systématique, de la morphologie, de la biologie et de l'écologie de la super-famille. Une table d'identification des familles de Bombycoïdes de l'Europe et du Bassin méditerranéen termine cette partie. La seconde partie, consacrée à la systématique, est la plus volumineuse du travail. Dans sa présentation, l'auteur adopte la même formule pour toutes les familles. La description de chaque famille est suivie d'une clé des genres et des espèces circumméditerranéennes. L'étude de chaque espèce comprend la synonymie, la répartition et les variations géographiques, l'écologie et la biologie. Enfin, l'ouvrage se termine par une liste alphabétique des ennemis et parasites des Bombycoïdes, une liste des plantes-hôtes et un index des Lépidoptères traités ou cités.

Cette étude des Bombycoïdes se distingue également par l'excellence de ses illustrations. L'auteur a su illustrer judicieusement les espèces à l'aide de dessins et de photographies. Même si cet ouvrage s'adresse en tout premier lieu aux entomologistes, il intéressera sûrement tout biologiste et collectionneur de "Lépidoptères, grands et beaux".

Jean-Marie PERRON

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

ZIMMERMANN, M. H. and C. L. BROWN with M. T. TYREE, 1971. **Trees: structure and function.** Springer-Verlag, New York. xii + 336 p., 13 tab., 135 fig. 19 x 26 cm. Clothbound, U.S. \$19.80.

This gap-filling publication concentrates on aspects of plant physiology which are unique or particularly important in trees because of woody secondary growth, long life, and large size. Relationships between structure and function are emphasized and the resulting blend of anatomy and physiology is most effective. Claud Brown has contributed chapters on primary growth, secondary growth and on growth and form. His insistence on hormonal relationships and the basic differences in control of secondary and primary growth are particularly rewarding. Melvin Tyree's chapter on steady-state thermodynamics in translocation is concise and well-written. Martin Zimmermann's contributions on transport in the xylem, transport in the phloem and on storage, mobilization and circulation of assimilates all emphasize form-function relationships and are well presented, although the last chapter is disappointingly short. The chapter on transport in the phloem is especially interesting. Dr. Zimmermann has imposed order and brevity on the contradictory and rather indigestible mass of information available simply by strongly presenting his own view as an organizational framework. This bias is off-set by closing the chapter with a rebuttal by D. S. Fensom, thus leaving the reader with an appreciation of what is known, what is controversial and where the weak points occur in two opposing views of phloem transport mechanisms.

In ignoring the traditional separation of anatomy and physiology, the authors have effectively treated the grey zone occupied by the physiological characteristics peculiar to trees. The appeal of this volume to anatomists and physiologists is obvious. It would also serve admirably as a major reference or as a supplementary text in physiology courses and should probably be considered required reading in forest ecology, silviculture and horticulture.

Carl H. WINGET

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

ANONYME, 1970. *Ecology of the Subarctic Regions*. Proceedings of the Helsinki Symposium. Unesco. Paris. 364 p., 150 fig., 42 tab., 21 x 27 cm. Cartonné, U.S. \$16.00.

Sous ce titre sont réunis 37 mémoires présentés au colloque d'Helsinki tenu en 1966 sous l'égide de l'Unesco. Tout d'abord, les participants du colloque tentaient d'établir une définition du terme sub-arctique commune à toutes les sciences concernées, puis mettaient en évidence les conditions physiques particulières de la zone étudiée et les perspectives nouvelles concernant la recherche à promouvoir dans un tel milieu. Malaurie (p. 357) constate l'inutilité de la première tentative: "Nos divers débats ont laissé apparaître la difficulté de définir les notions d'arctique, d'hémiarctique et subarctique. Qui plus est, ils ont fait découvrir que cet effort n'était pas essentiel."

Par contre, c'est un véritable flot d'informations, peut-être un peu désordonné, qui nous est offert sur l'environnement et le milieu physique de cette zone. Nous ne sommes pas en présence d'un manuel classique faisant par exemple la synthèse des connaissances acquises sur le sujet mais plutôt d'un recueil de textes relatifs aux 9 sections présentées dans la préface (p. 5) qu'aucun effort d'édition ne permet de distinguer: (1) définition de la zone subarctique, (2) météorologie des zones subarctiques, (3) le tapis neigeux en tant que facteur écologique, (4) phénomènes météorologiques et géomorphologiques, (5) le pergélisol en tant que facteur écologique, (6) principaux aspects des phénomènes de formation du sol, (7) écologie de la végétation subarctique, (8) écologie des espèces importantes de la faune subarctique, (9) conservation de la nature et utilisation rationnelle des ressources naturelles renouvelables des régions subarctiques. Évidemment, la qualité varie beaucoup d'un texte à l'autre; certaines études sont très spécialisées: en particulier toute la section météorologie (p. 41-81) alors que d'autres, tels les articles de Johnson (p. 169-185), de Hustich (p. 235-238) et surtout de Blütgen (p. 11-30) sont d'un intérêt très général. 34 communications ont été présentées en anglais avec un résumé en français qui, pour ne pas déroger à l'habitude maintenant bien établie, est d'une insigne qualité même si l'ouvrage est publié à Paris. Parmi les 3 communications en français, celle de Formosov (p. 257-272), remarquable au point de vue scientifique, aurait dû être révisée avant publication. Des corrections s'imposaient aussi dans celle d'Aubert de la Rüe (p. 290-291) où *Picea glauca* devient "spruce blanc" et *Picea mariana* devient évidemment "spruce noir". La majorité des sujets abordés se rapportent à l'Europe, surtout la Scandinavie, et à l'U.R.S.S.; quant à l'Amérique du Nord, l'Alaska et le Yukon sont le plus souvent cités. Nous ne tiendrons pas rigueur à l'éditeur d'avoir inclus 2 communications sur l'hémisphère austral au sein du vocable subarctique.

Le lecteur nord-américain et canadien sera particulièrement attentif à la magnifique synthèse de Brown sur le rôle écologique du pergélisol, à l'étude de Viereck mettant en parallèle dynamisme de la végétation, température du sol et installation du pergélisol en Alaska ainsi qu'à la belle mise à jour de Loughrey et Kelsall sur l'état actuel de nos connaissances en écologie et dynamique des populations du caribou de la toundra au Canada. Le texte de Rapp sur les processus géomorphologiques des régions à climat froid, celui de Schenk sur la formation et les structures du pergélisol, la compilation de Tedrow sur les ébauches de classification des sols subarctiques et celui de Peiponen sur l'activité de la faune ornithologique dans le nord de la Finlande méritent une lecture des plus attentive. Après avoir pris connaissance des articles de Formosov et Peiponen nous ne pouvons plus rester indifférents au problème de l'établissement d'une coopération internationale en matière de protection de la nature et nous nous rangeons du côté de Pruitt (p. 361): "*There is an immediate need for international treaties protecting migrating birds, whales, seals, etc. This need is critical*".

L'énorme avantage d'un tel recueil est d'éviter la dispersion des différents articles au sein de multiples publications difficiles à réunir, de présenter une source phénomé-

nale d'informations par une bibliographie très complète et aussi d'avoir publié les discussions ayant suivi chaque communication. Ces dernières sont une source supplémentaire d'informations très valables. À part les quelques réserves formulées au début, il est indéniable que cet ouvrage rendra de bons et loyaux services à tout chercheur préoccupé de disciplines nordiques et ouvre des horizons de recherches sur des facteurs jusqu'à présent laissés un peu pour compte: les aspects écologiques de la neige et du bilan radiatif, par exemple.

Jean-Pierre DUCRUC

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

TÜXEN, R., (éditeur), 1970. **Gesellschaftsmorphologie (Strukturforschung)**. Dr. W. Junk, La Haye. XVI + 360 p., 82 fig. 16.0 x 23.5 cm. Relié. florins holl. 65.00.

Le dixième symposium de l'Association internationale de phytosociologie, tenu à Rinteln du 4 au 7 avril 1966, a réuni cent-dix délégués de dix-huit pays. Durant les quatre jours des délibérations, vingt-neuf communications ont été présentées sur divers aspects de la phytosociologie.

Le thème central du symposium était la morphologie et la structure des communautés végétales. La majorité des communications traitaient ces questions de différents points de vue et pour différents types de végétation. Parmi les travaux portant sur l'analyse de la végétation au moyen des méthodes mathématiques, signalons celui de Cristofolini, Lausi et Pignati qui ont étudié la distribution des fréquences des espèces dominantes et compagnes dans les associations halophytiques d'Europe en utilisant le test χ^2 et le travail de Moore et O'Sullivan sur la comparaison entre résultats obtenus dans l'étude de la végétation des pâturages d'Irlande au moyen de la méthode de Braun-Blanquet et de *cluster analysis*. Une idée nouvelle a été présentée par Godron sur l'application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. Il semble que ce type d'applications en phytosociologie deviendra de plus en plus fréquent et fructueux. L'exposé de Whittaker, le seul représentant des phytosociologues américains, a soulevé plusieurs questions. L'auteur a présenté les résultats de ses études sur des relations entre le gradient altitudinal, la dominance des populations végétales et la diversité de leur structure dans les Great Smoky Mountains. L'utilisation de la cybernétique pour l'étude du "pattern" et pour le contrôle des réserves naturelles a été examinée par van Leeuwen. Cet auteur a également développé un supplément applicable à l'écologie, de la théorie d'Ashby. Enfin, il nous faut signaler le travail de Tüxen sur l'aire minimale, la courbe aire-espèce et l'homogénéité de la végétation.

Comme cela arrive souvent pour les volumes réunissant les contributions de plusieurs auteurs, la qualité des textes est inégale et la suite des articles un peu désordonnée. En effet, ce n'est qu'après la lecture que l'on peut distinguer quatre groupes thématiques autour desquels gravitent les textes: (1) phytosociologie expérimentale, (2) phytosociologie et écologie appliquées, (3) phénologie, (4) productivité du milieu. Malgré cela et bien que le livre s'adresse surtout aux phytosociologues préoccupés par la structure des groupements végétaux, il constituera une source d'information intéressante pour tous les écologues. Au total, le volume constitue, à notre avis, un apport positif à la phytosociologie et mérite d'être largement diffusé.

Richard ZARNOVICAN

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

VOLUME 98, 1971

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1868 par l'abbé Léon Provancher

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 98

NUMÉRO 1

Les Stylocephalidae (Sporozoa, Gregarinida)	JEAN-CLAUDE CORBEL	1
Corrélation entre le coefficient de forme et le taux de croissance de l'épini- nette noire	M. BOUDOUX et J. D. GAGNON	41
Observations on the <i>Betula caerulea</i> complex	W. H. BRITAIN and W. F. GRANT	49
Influence de la durée d'acclimatation thermique sur la durée de survie aux hautes températures, chez <i>Niphargus longicaudatus</i> (Amphi- pode, gammaridé des eaux souterraines).	JACQUES MATHIEU	59
Quelques levures associées à des larves xylophages de coléoptères bu- prestides du Canada	MARIE-CLAIRE PIGNAL	69
Influence du potassium sur les acides organiques du fruit de la tomate	M. J. TRUDEL et J. L. OZBUN	83
Clé pour l'identification des principales bryophytes forestières du Québec méridional. I. Principaux groupes et genres	P. MASSON et L. PARROT	97
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Notes biogéographiques sur l' <i>Harpalus indigenus</i> Casey (Coleoptera : carabidae)	ANDRÉ LAROCHELLE	109
On <i>Amara pygmaea</i> Couper, 1865, from Québec	CARL H. LINDROTH	111
REVUE DES LIVRES		113
NOTICE NÉCROLOGIQUE		
Roland E. Beschel	GUY R. BRASSARD	119

NUMÉRO 2

ENDEMISM IN THE VASCULAR FLORA OF CANADA : A SYMPOSIUM		
Evolutionary aspects of endemism	THEODORE MOSQUIN	121
Endemism in the flora of western Canada	J. G. PACKER	131
A phytogeographic study of the floras of the continental Northwest Territories and Yukon	WILLIAM J. CODY	145
Endemism in the flora of the Canadian High Arctic	GUY R. BRASSARD	159
Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence region	PIERRE MORISSET	167
Utilité de données tératologiques en morphologie florale	JOACHIM VIETH	179

COMMUNICATIONS BRÈVES

Salinité des eaux de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent	RENÉ LAVOIE et GÉRARD BEAULIEU	191
Notes sur la flore du Québec : additions	L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE, C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC et J. G. PERRAS	194
Notes sur la flore du Québec : extensions d'aires	L. CINQ-MARS, R. VAN DEN HENDE, C. ROUSSEAU, J. P. BERNARD, C. LEDUC et J. G. PERRAS	198
Additions à la faune coléoptérique du Québec	CLAUDE CHANTAL	202
REVUE DES LIVRES		205

NUMÉRO 3

Jacques Rousseau 1905-1970	RENÉ POMERLEAU	215
Anatomical studies in cotton-thorn, <i>Tetradymia axillaris</i> A. Nels	TYGE W. BÖCHER	225
<i>Silva ad silenologiam.</i> 3. Données cytologiques sur les <i>Silene</i> L. sect. <i>Physolychnis</i> (Bentham) Bocquet (Caryophyllaceae)	GILBERT BOCQUET et CLAUDE FAVARGER	251
Observations sur la flore et la végétation des environs de Puvirnituq (Nouveau-Québec)	MARCEL BOURNÉRIAS	261
Études sur la flore du Saguenay. IV. Notes sur quelques ptéridophytes	RICHARD CAYOUILLE	319
Le genre amélanchier au Québec	LIONEL CINQ-MARS	329
Influence de l'ozone et de l'anhydride sulfureux sur la régénération des feuilles de <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw	GILBERTE COMEAU et FABIOUS LEBLANC	347
The variety of coenotypes in vascular plants and the spectrum of their distribution in several communities. I. Definition and test	PIERRE DANSEREAU	359
Canada Onion : its method of spread into Canada	WILLIAM G. DORE	385
Contribution à la régionalisation du Saint-Laurent	BENOIT GAUTHIER	401
À propos des propriétés hallucinogènes du <i>Psilocybe semilanceata</i>	ROGER HEIM	415

The introduced flora element in central Québec-Labrador peninsula	ILMARI HUSTICH	425
Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans	ESTÈLE LACOURCIÈRE et MIROSLAV M. GRANDTNER	443
Variations mineures et extensions d'aires dans la flore du Québec	ERNEST LEPAGE	461
Polyploïdie et géobotanique	ASKELL LÖVE et DORIS LÖVE	469
Relations sol-végétation en basse Péribonka. I. Les groupements vé- gétaux	SERGE PAYETTE et VICTORIN LAVOIE	495
Vegetation and the animal habitat	NICOLAS POLUNIN	515
Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. I. Caractères généraux	CAMILLE ROUSSEAU	529
Co-ordinated studies of parasitic fungi and flowering plants	D. B. O. SAVILE	535
Palisot de Beauvois' Agrostographie and Paris herbaria	FRANS A. STAFLEU	553
The date of publication of Forsters' <i>Characteres generum plantarum</i> and its relation to contemporary works	HAROLD ST. JOHN	561
REVUE DES LIVRES		583

NUMÉRO 4

Inventaire des fourmis de la station de biologie de l'Université de Mont- réal, St-Hippolyte, Québec (<i>Hymenoptera</i> : <i>Formicidae</i>)	M. LETENDRE, A. FRANCOEUR, R. BÉIQUE et J. G. PILON	591
Quelques nouveaux <i>Glossosoma</i> orientaux (<i>Trichoptera</i> : <i>Glossosomati- dae</i>)	F. SCHMID	607
Valeur de l'analyse chimique du sol pour l'étude de la disponibilité du molybdène pour la fléole et la luzerne	B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE	633
Contenu en molybdène total et assimilable des sols du Québec	B. A. JAOUICH et G. J. OUELLETTE	639
Altération ultrastructurale des chloroplastes dans les cellules de blé infecté par la rouille noire	A. JANITOR, J. PINON et G. M. OLA'H	645
Les épervières du Québec	ERNEST LEPAGE	657

The vegetation and its distribution on a Rideau river island, Ottawa J. L. CAMERON and J. D. H. LAMBERT	675
Addition du <i>Linum sulcatum</i> Riddell à la flore du Québec RICHARD CAYOUCETTE et CLÉMENT LEDUC	691
Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. II. Liste des espèces CAMILLE ROUSSEAU	697
 COMMUNICATIONS BRÈVES	
<i>Abacidus permundus</i> Say (Coleoptera : Carabidae) in Canada ANDRÉ LAROCHELLE	731
Le <i>Rhus Vernix</i> dans le Québec MARCEL RAYMOND	733
Distribution canadienne du <i>Cladium mariscoides</i> (Muhl.) Torr MARCEL RAYMOND	735
REVUE DES LIVRES	739

NUMÉRO 5

Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent) LOUIS LEGENDRE	743
Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent). III. Fluctuations des copépodes autres que <i>Calanus</i> GUY LACROIX et GABRIEL FILTEAU	775
The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence II. Weekly fluctu- ations of commercial trawl catches of cod with depth and temper- ature in 1960-62 PIERRE BRUNEL	815
Âge, croissance et mortalité d' <i>Argis dentata</i> (Crustacea, Decapoda) dans le sud-ouest du golfe Saint-Laurent RICHARD COUTURE et GABRIEL FILTEAU	837
Le peuplement des sables fins terrigènes dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent) comparé à celui de la Méditerranée occidentale MICHEL LEDOYER	851
Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec) ANDRÉ CARDINAL et MARTINE VILLALARD	887
The <i>Spartina</i> tidal marshes of the St. Lawrence Estuary and their im- portance to aquatic birds AUSTIN REED and GASTON MOISAN	905

Réactions tissulaires de quelques démosponges vis-à-vis de leurs commensaux et parasites	R. CONNES, J. PARIS et J. SUBE	923
--	--------------------------------	-----

COMMUNICATION BRÈVE

Deux cas d'ambicoloration partielle chez la plie, <i>Hippoglossoides platessoides</i> (Pisces, Heterosomata), dans le golfe du Saint-Laurent	PIERRE BRUNEL	937
--	---------------	-----

REVUE DES LIVRES		941
------------------	--	-----

NUMÉRO 6

L'appariement des chromosomes dans le croisement interspécifique <i>Avena sativa</i> × <i>A. magna</i>	RÉAL MICHAUD et F. M. GAUTHIER	947
Étude qualitative des acides gras de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild.	Y. RAYMOND, D. GRENIER, F. MERCIER et PIERRE-PAUL LEBLANC	955
Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera) supplement 2	GERD H. HEINRICH	959
Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland	G. ROBIN SOUTH	1027
Dissociation of siderite in high vacuum in the temperature range 350 – 500°C	MAURICE K. SEGUIN	1033

COMMUNICATIONS BRÈVES

La présence du <i>Quercus borealis</i> Michx. dans le comté de Charlevoix, Québec	JEAN-GUY PERRAS	1049
Addition à la faune de canabidae (Coleoptera) du Québec	ANDRÉ LAROCHELLE	1051
Frost injury to flowers and developing fruits of the lowbush blueberry as measured by impairment of fruit set	I. V. HALL, L. E. AALDERS and R. J. NEWBERY	1053

REVUE DES LIVRES		1059
------------------	--	------

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 98		II
-------------------------------	--	----

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		VII
--	--	-----

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

Aalders, L. E. Voir I. V. Hall	1055
Beaulieu, Gérard. Voir René Lavoie	191
Béique, R. Voir M. Letendre	591
Bernard, J. P. Voir L. Cinq-Mars	194
Bernard, J. P. Voir L. Cinq-Mars	198
Böcher, Tyge W. Anatomical studies in cotton-thorn, <i>Tetradymia axillaris</i> A. Nels	225
Bocquet, Gilbert et Claude Favarger. <i>Silva ad silenologiam</i> . 3. Données cytologiques sur les <i>Silene</i> L. sect. <i>Physolychnis</i> (Bentham) Bocquet (Caryophyllaceae)	251
Boudoux, M. et J. D. Gagnon. Corrélation entre le coefficient de forme et le taux de croissance de l'épinette noire	41
Bournérias, Marcel. Observations sur la flore et la végétation des environs de Puvirnituk (Nouveau-Québec)	261
Brassard, Guy R. Notice nécrologique : Roland E. Beschel	119
Brassard, Guy R. Endemism in the flora of the Canadian High Arctic	159
Brittain, W. H. and W. F. Grant. Observations on the <i>Betula caerulea</i> complex	49
Brunel, Pierre. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. II. Weekly fluctuations of commercial trawl catches of cod with depth and temperature in 1960-62	815
Brunel, Pierre. Deux cas d'ambicoloration partielle chez la Plie, <i>Hippoglossoides platessoides</i> (Pisces, Heterosomata), dans le golfe du Saint-Laurent	937
Cameron, J. L. and J. D. H. Lambert. The vegetation and its distribution on a Rideau river island, Ottawa	675
Cardinal, André et Martine Villalard. Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec)	887
Cayouette, Richard, Études sur la flore du Saguenay. IV. Notes sur quelques ptéridophytes	319
Cayouette, Richard et Clément Leduc. Addition du <i>Linum sulcatum</i> Riddell à la flore du Québec	691
Chantal, Claude. Additions à la faune coléoptérique du Québec	202
Cinq-Mars, L., R. Van den Hende, C. Rousseau, J. P. Bernard, C. Leduc et J. G. Perras. Notes sur la flore du Québec : additions	194
Cinq-Mars, L., R. Van den Hende, C. Rousseau, J. P. Bernard, C. Leduc et J. G. Perras. Notes sur la flore du Québec : extensions d'aires	198
Cinq-Mars, L. Le genre amélanchier au Québec	329
Cody, William J. A phytogeographic study of the floras of the continental Northwest Territories and Yukon	145
Comeau, Gilberte et Fabius LeBlanc. Influence de l'ozone et de l'anhydride sulfureux sur la régénération des feuilles de <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw	347
Connes, R., J. Paris et J. Sube. Réactions tissulaires de quelques démosponges vis-à-vis de leurs commensaux et parasites	923
Corbel, Jean-Claude. Les Stylocephalidae (Sporozoa, Gregarinida)	1
Couture, Richard et Gabriel Filteau. Âge, croissance et mortalité d' <i>Argis dentata</i> (Crustacea, Decapoda) dans le sud-ouest du golfe Saint-Laurent	837
Dansereau, Pierre. The variety of coenotypes in vascular plants and the spectrum of their distribution in several communities. I. Definition and test	359

Dore, William G. Canada Onion: its method of spread into Canada	385
Favarger, Claude. Voir Gilbert Bocquet	251
Filteau, Gabriel. Voir Guy Lacroix	775
Filteau, Gabriel. Voir Richard Couture	837
Francoeur, A. Voir M. Letendre	591
Gagnon, J. D. Voir M. Boudoux	41
Gauthier, Benoit. Contribution à la régionalisation du St-Laurent	401
Gauthier, F. M. Voir Réal Michaud	947
Grandtner, Miroslav M. Voir Estèle Lacourcière	443
Grant, W. F. Voir W. H. Brittain	49
Grenier, Denis. Voir Yvon Raymond	955
Hall, I. V., L. E. Aalders and R. J. Newbery. Frost injury to flowers and developing fruits of the lowbush blueberry as measured by impairment of fruit set	1053
Heim, Roger. À propos des propriétés hallucinogènes du <i>Psilocybe semilanceata</i>	415
Heinrich, Gerd H. Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera) Supplement 2	959
Hustich, Ilmari. The introduced flora element in central Québec-Labrador peninsula	425
Janitor, A., J. Pinon et G. M. Ola'h. Altération ultrastructurale des chloroplastes dans les cellules de blé infecté par la rouille noire	645
Jaouich, B. A. et G. J. Ouellette. Valeur de l'analyse chimique du sol pour l'étude de la disponibilité du molybdène pour la fléole et la luzerne	633
Jaouich, B. A. et G. J. Ouellette. Contenu en molybdène total et assimilable des sols du Québec	639
Lacourcière, Estèle et Miroslav M. Grandtner. Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans	443
Lacroix, Guy et Gabriel Filteau. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent) III. Fluctuations des copépodes autres que <i>Calanus</i>	775
Lambert, J. D. H. Voir J. L. Cameron	675
Larochelle, André. Notes biogéographiques sur l' <i>Harpalus indigenus</i> Casey (Coleoptera: Carabidae)	109
Larochelle, André. <i>Abacidus permundus</i> Say (Coleoptera Carabidae) in Canada	731
Larochelle, André. Addition à la faune des Carabidae (Coleoptera) du Québec	1051
Lavoie, René et Gérard Beaulieu. Salinité des eaux de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent	191
Lavoie, Victorin. Voir Serge Payette	495
LeBlanc, Fabius. Voir Gilberte Comeau	347
LeBlanc, Pierre-Paul. Voir Yvon Raymond	955
Ledoyer, Michel. Le peuplement des sables fins terrigènes dans la baie des Chaleurs (Golfe du Saint-Laurent) comparé à celui de la Méditerranée occidentale	851
Leduc, C. Voir L. Cinq-Mars	194
Leduc, C. Voir L. Cinq-Mars	198
Leduc, Clément. Voir Richard Cayouette	691
Legendre, Louis. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent)	743
Lepage, Ernest. Variations mineures et extensions d'aires dans la flore du Québec	461
Lepage, Ernest. Les épervières du Québec	657

Letendre, M., A. Francoeur, R. Béique et J. G. Pilon. Inventaire des fourmis de la station de biologie de l'Université de Montréal, St-Hippolyte, Québec (<i>Hymenoptera: Formicidae</i>)	591
Lindroth, Carl H. On <i>Amara pygmaea</i> Couper, 1865, from Québec	111
Löve, Askell et Doris Löve. Polyploïdie et géobotanique	469
Löve, Doris. Voir Askell Löve	469
Masson, P. et L. Parrot. Clé pour l'identification des principales bryophytes forestières du Québec méridional. I. Principaux groupes et genres	97
Mathieu, Jacques. Influence de la durée d'acclimatation thermique sur la durée de survie aux hautes températures, chez <i>Niphargus longicaudatus</i> (Amphipode, gammaridé des eaux souterraines)	59
Mercier, François. Voir Yvon Raymond	955
Michaud, Réal et F. M. Gauthier. L'appariement des chromosomes dans le croisement interspécifique <i>Avena sativa</i> X <i>A. magna</i>	947
Moisan, Gaston. Voir Austin Reed	905
Morisset, Pierre. Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence region	167
Mosquin, Theodore. Evolutionary aspects of endemism	121
Newbery, R. J. Voir I. V. Hall	1053
Ola'h, G. M. Voir A. Janitor	645
Ouellette, G. J. Voir B. A. Jaouich	633
Ouellette, G. J. Voir B. A. Jaouich	639
Ozbun, J. L. Voir M. J. Trudel	83
Packer, J. G. Endemism in the flora of western Canada	131
Paris, J. Voir R. Connes	923
Parrot, L. Voir P. Masson	97
Payette, Serge et Victorin Lavoie. Relations sol-végétation en basse Péribonka. I. Les groupements végétaux	495
Perras, J. G. La présence du <i>Quercus borealis</i> , Michx. dans le comté de Charlevoix, Québec	1049
Perras, J. G. Voir L. Cinq-Mars	194
Perras, J. G. Voir L. Cinq-Mars	198
Pignal, Marie-Claire. Quelques levures associées à des larves xylophages de coléoptères buprestides du Canada	69
Pilon, J. G. Voir M. Letendre	591
Pinon, J. Voir A. Janitor	645
Polunin, Nicolas. Vegetation and the animal habitat	515
Pomerleau, René. Jacques Rousseau 1905-1970	215
Raymond, Marcel. Le <i>Rhus Vernix</i> dans le Québec	733
Raymond, Marcel. Distribution canadienne du <i>Cladium mariscoides</i> (Muhl.) Torr... ..	735
Raymond, Yvon, Denis Grenier, François Mercier et Pierre-Paul LeBlanc. Étude qualitative des acides gras de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	955
Reed, Austin and Gaston Moisan. The <i>Spartina</i> tidal marshes of the St. Lawrence Estuary and their importance to aquatic birds	905
Revue des livres	113, 205, 583, 739, 941, 1059
Rousseau, C. Voir L. Cinq-Mars	194
Rousseau, C. Voir L. Cinq-Mars	198

Rousseau, Camille. Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. I. Caractères généraux	529
Rousseau, Camille. Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. II. Liste des espèces	697
Saville, D. B. O. Co-ordinated studies of parasitic fungi and flowering plants	535
St. John, Harold. The date of publication of Forsters' <i>Characteres generum plantarum</i> and its relation to contemporary works	561
Schmid, F. Quelques nouveaux <i>Glossosoma</i> orientaux (Trichoptera: Glossosomatidae)	607
Seguin, Maurice K. Dissociation of siderite in high vacuum in the temperature range 350-500°C	1033
South, G. Robin. Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland	1027
Stafleu, Frans A. Palisot de Beauvois' <i>Agrostographie</i> and Paris herbaria	553
Sube, J. Voir R. Connes	923
Trudel, M. J. Influence du potassium sur les acides organiques du fruit de la tomate	83
Van den Hende, R. Voir L. Cinq-Mars	194
Van den Hende, R. Voir L. Cinq-Mars	198
Vieth, Joachim. Utilité de données tératologiques en morphologie florale	179
Villalard, Martine. Voir André Cardinal	887

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

L'appariement des chromosomes dans le croisement interspécifique <i>Avena sativa</i> × <i>A. magna</i>	RÉAL MICHAUD et F. M. GAUTHIER	947
Étude qualitative des acides gras de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild.	Y. RAYMOND, D. GRENIER, F. MERCIER et PIERRE-PAUL LEBLANC	955
Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera) supplement 2	GERD H. HEINRICH	959
Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland	G. ROBIN SOUTH	1027
Dissociation of siderite in high vacuum in the temperature range 350 – 500°C	MAURICE K. SEGUIN	1033
COMMUNICATIONS BRÈVES		
La présence du <i>Quercus borealis</i> Michx. dans le comté de Charlevoix, Québec	JEAN-GUY PERRAS	1049
Addition à la faune de canabidae (Coleoptera) du Québec	ANDRÉ LAROCHELLE	1051
Frost injury to flowers and developing fruits of the lowbush blueberry as measured by impairment of fruit set	I. V. HALL, L. E. AALDERS and R. J. NEWBERY.	1053
REVUE DES LIVRES		1059
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 98		II
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		VII

