

# LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

---

VOLUME 107

NUMÉRO 1

1980

# LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique  
CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR  
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION  
PIERRE MORISSET

## COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD BERNIER, *Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval*  
ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*  
PIERRE COUILLARD, *Département des sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÊNES, *Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec*  
FERNAND M. GAUTHIER, *Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture du Québec*  
PIERRE LEGENDRE, *Centre de recherches en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal*  
WILLIAM C. LEGGETT, *Département de biologie, Université McGill*  
JEREMY McNEIL, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD J. R. PHILOGÈNE, *Département de biologie, Université d'Ottawa*

Publication trimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN (Revue d'écologie et de systématique) publie des articles *inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche en écologie, en systématique et dans certains domaines apparentés. La revue s'intéresse également aux aspects appliqués, notamment dans la perspective des ressources agricoles, forestières et halieutiques du Québec et du Canada oriental et nordique.

LE NATURALISTE CANADIEN est subventionné par le Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et par le Ministère de l'éducation du Québec.

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

Toute correspondance touchant l'administration, les abonnements ou les droits de reproduction doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4. L'abonnement annuel est de \$17 (personnel), \$19 (personnel, étranger) et \$34 (collectif, *multi-user*). Le numéro régulier se vend \$ 4 ; le numéro spécial, \$ 10.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts, Asher's  
Guide, Botanical Periodicals, RADAR et Périodex

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768



## ÉDITORIAL

À la fin de 1979, j'ai été appelé à succéder au professeur G.-W. Corriveau à la direction du *NATURALISTE CANADIEN*. Le professeur Corriveau assumait brillamment cette tâche depuis 1967. Je suis heureux de pouvoir ici lui rendre un témoignage non équivoque d'admiration pour avoir réussi à faire de cette revue québécoise centenaire un instrument moderne et à mon sens très valable au service de l'écologie et de la systématique. Une telle entreprise ne fut possible, on ne saurait trop le souligner, que grâce à un travail acharné, un dévouement inlassable et une présence de tous les instants. Sous la direction du professeur Corriveau, fermement appuyé par des collaborateurs sûrs et actifs — notamment les professeurs M. Grandtner et P. Morisset —, *LE NATURALISTE CANADIEN* a rajeuni sa présentation extérieure, précisé sa politique éditoriale, s'est pourvu de procédures d'arbitrage et s'est dès lors vu accorder à bon droit une reconnaissance explicite assortie d'appuis financiers, tant du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada que de la Direction générale de l'enseignement supérieur du Québec.

Malgré ces acquis énormes, publier au Québec en 1980 une revue polyvalente d'écologie et de systématique reste un défi. D'une part, l'attrait exercé à juste titre par quelques périodiques pluridisciplinaires de grande notoriété et par nombre d'autres au contraire très spécialisés, porte parfois à mésestimer, voire même à mépriser les revues scientifiques moins auréolées qui, dans l'espoir de servir au mieux à une autre échelle, se prêtent à une plus grande diversification et recouvrent une gamme plus étendue de champs d'intérêt. L'on se doit de prendre acte, sans acquiescer, que dans l'esprit de certains, il y a fatalement adéquation entre notoriété et excellence, tout comme relation indissoluble entre taille et qualité. On trouve aussi dans le monde scientifique le syndrome des supermarchés et des multinationales.

D'autre part, l'engouement pour l'écologie a indiscutablement conduit à un accroissement considérable du volume des recherches en sciences naturelles, mais cet accroissement s'est-il linéairement traduit par plus d'excellence? Il est facile de constater que la dernière décennie a ainsi connu au Québec et au Canada une croissance exponentielle de rapports à diffusion restreinte — souvent épais, parfois vainement luxueux —, mais cette croissance fut-elle vraiment accompagnée de celle du nombre de bons articles dans les domaines de l'écologie et de la systématique? Bien qu'il en soit un instrument essentiel, l'arbitrage par les pairs ne crée pas à lui seul l'excellence; il doit, pour ce faire, s'appliquer à des manuscrits perfectibles découlant au départ d'une bonne recherche. Si jamais ces derniers se faisaient réellement moins nombreux dans une période où il semble bien que plus de temps, d'énergie et vraisemblablement plus d'argent sont investis dans les sciences de la nature, il faudrait assurément s'interroger tout autant sur l'avenir de la recherche que sur celui de ses moyens de diffusion.

Ces deux éléments de problématique touchent des questions de fond quant à l'existence même d'une revue d'écologie et de systématique comme *LE NATURALISTE CANADIEN*. Un périodique, fût-il plus que centenaire, ne vit pas seulement pour perpétuer une noble tradition, mais pour répondre à des besoins réels. Ma décision d'accepter la direction de cette revue fut fondée sur la perception que de tels besoins existent. Elle compte des lecteurs fidèles, au plan national comme au plan international. Son intérêt pour les aspects tant appliqués que fondamentaux des disciplines concernées, particulièrement dans la perspective de l'aménagement des ressources agricoles, forestières et halieutiques du Canada oriental et nordique, correspond à des champs d'activité scientifique en pleine effervescence au Québec et au Canada et rejoint des préoccupations de plus en plus nettes dans la société qui en fait les frais. Il y a donc lieu de faire le pari de la pertinence, sinon de la nécessité, d'une revue québécoise dans ces domaines majeurs, sans certes la prétention naïve qu'elle devienne demain le parangon de la communication scientifique mondiale, mais avec néanmoins une obstination marquée dans la quête de hauts standards.

*Avec l'appui de ses comités de direction et de rédaction, qui seront complétés en 1980, LE NATURALISTE CANADIEN entend poursuivre avec vigueur les objectifs de qualité que l'ancien directeur lui avait donnés. Une attention toute spéciale sera portée à l'évaluation compétente, équitable et rapide des manuscrits. Afin de régulariser le rythme de publication, de limiter l'augmentation sans cesse croissante des coûts de production et d'ainsi éviter le plus longtemps possible une hausse du tarif d'abonnement, LE NATURALISTE CANADIEN sera désormais une revue trimestrielle, sans réduction prévisible pour cette raison du nombre total de pages de chacun de ses volumes. Enfin, il faut exprimer le souhait que les chercheurs de la communauté scientifique dans laquelle la revue a ses assises y soumettent de nombreux et bons manuscrits. C'est là une condition essentielle pour que la survie de la revue soit à long terme assurée et qu'ait un sens le travail bénévole de ses artisans — examinateurs, membres de la Direction et de la Rédaction.*

Guy LACROIX  
Directeur

# LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 107

1980

Numéro 1

## IN SITU DEGRADATION OF THE KELPS *MACROCYSTIS INTEGRIFOLIA* AND *NEREOCYSTIS LUETKEANA* IN BRITISH COLUMBIA COASTAL WATERS

L. J. ALBRIGHT, J. CHOCAIR, K. MASUDA and M. VALDÉS

*Department of Biological Sciences, Simon Fraser University,  
Burnaby, B.C. V5A 1S6*

### Résumé

*Macrocystis integrifolia* et *Nereocystis luetkeana* ont probablement de l'importance comme sources locales de détritus là où ils croissent, dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique. Les tissus placés dans des sacs à litière (pores d'environ 1,5 mm) se décomposent à un taux approximatif de 2-3%/jour en fin d'été et au début de l'automne. Les algues en décomposition sont rapidement envahies et recouvertes d'un ensemble complexe de bactéries, d'algues, de champignons marins et de protozoaires. Au cours du processus de décomposition, le pourcentage de matières alimentaires fibreuses diminue alors que celui du contenu en cendres s'accroît. La réduction dans le rapport du carbone et de l'azote nous indique que les tissus des algues en décomposition auraient une qualité nutritive plus considérable pour les animaux marins que des tissus normaux.

### Abstract

*Macrocystis integrifolia* and *Nereocystis luetkeana* are probably important local sources of detritus where they occur on the British Columbia coast.

When placed within litter bags of ca. 1.5 mm mesh size tissues of these kelps degrade at rates of approximately 2-3% (of the original material)/day in late summer — early fall. These decaying kelp quickly become colonized with a complex matrix of bacteria, algae, fungi and protozoa. As degradation proceeds percent crude fibre content decreases while ash contents increase. The observed decrease in carbon: nitrogen ratios indicate that decaying kelp may be of better nutritive quality for marine animals than that of healthy tissues.

### Introduction

A significant proportion of the sub-tidal rocky shoreline of coastal British Columbia is colonized by relatively extensive beds of macroalgae, including those of *Macrocystis integrifolia* and *Nereocystis luetkeana* (Scagel, 1961; Druehl, 1970, 1978). Where present, these large kelps are believed to significantly contribute to marine food webs by several means. These include: (1) Excretion of dissolved organic matter, which is subsequently metabolized by free-living and attached heterotrophic bacteria (Fogg, 1966) and animals (Fankboner & Druehl, 1976) and (2) Sloughing of kelp tissues which are

rapidly colonized and degraded by microorganisms. Colonized detritus particles such as these may in turn be a significant food source for members of higher trophic levels of coastal marine food chains (Sibert *et al.*, 1977).

This investigation was undertaken to evaluate aspects of the importance of *M. integrifolia* and *N. luetkeana* to the microbial and animal portion of the marine food web in and adjacent to kelp beds by (1) determining *in situ* rates and extents of kelp degradation, (2) observing the succession of microbial species and numbers associated with kelp detritus at various stages of de-

gradation and (3) evaluating the nutritive quality of decomposing kelp tissues.

### Materials and methods

#### COLLECTION AND INCUBATION OF KELP

*M. integrifolia* was collected (5 August 1977) and incubated at a sheltered bay at Dixon Island (48°51'16" N; 125°6'36" W) approximately 2 km from the community of Bamfield, British Columbia, whereas *N. luetkeana* was harvested and placed for degradation (28 August 1976) at Brockton Point (49°17'50" N; 123°6'54" W) which is within the harbour limits of Vancouver, British Columbia.

Immediately after harvest 100 g portions (wet weight) of both laminae and stipes (*M. integrifolia*) or laminae and pneumatocysts (*N. luetkeana*) of each kelp were each placed in litter bags (1.5 mm mesh size). Bags of laminae, stipes or pneumatocysts were incubated in both the water column (ca. 50 m from the shore, water depth of 10 m) and on the substratum of the intertidal region at each location. Litter bags were removed at 5-8 d intervals and their contents assayed as described below.

The degrading kelp retained in each litter bag was weighed following *in situ* incubation. Each wet weight determination was in duplicate and the values averaged.

#### SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Kelp samples were placed in 2.5% glutaraldehyde (pH 7.0) immediately after removal from the marine environment. Each sample was then critical point dried and very lightly sprayed with a 1% solution of Kodak Foflo 200. Following these treatments, samples were examined using an ETEC autoscan scanning electron microscope.

#### ENUMERATION OF VIABLE BACTERIA

Viable bacteria were determined by the method described by Laycock (1974). In essence, kelp tissues were cycle-comminuted using a cooled Waring blender and appropriate dilutions of each slurry were spread plate counted on 2216E marine agar (Difco). Plates were incubated for 15 d at 15° C before being counted. The viable heterotrophic bacteria per gram of the contents of each litter bag were then calculated.

#### OTHER ANALYSES

The material cycle-blended as described above was analyzed for adenosine — 5' — triphosphate (ATP) by the method of Bancroft *et al.* (1976). Chlorophyll *a* was analyzed as described by Strickland and Parsons (1972).

Crude fibre analyses were performed by the method described in Strickland and Parsons (1978, p. 235-236). Total carbon and nitrogen were assayed with the use of a CHN analyzer (Beckman), using the technique described by Menzel and Vaccaro (1964).

Kelp samples of known wet weight (previously blotted to remove sea water) were heated to 95°C till constant weight (3 d) to determine dry weights. These dried tissues were then fired at 500°C for 2 h and the residues weighed. These values were used to calculate ash weight per gram of dry weight kelp.

### Results and discussion

In late summer and early fall (August-October) *in situ* degradation of tissues of both *M. integrifolia* (laminae, stipes) and *N. luetkeana* (laminae, pneumatocysts) within litter bags to mineralized components (e.g. carbon dioxide and water), dissolved organic matter and particulate organic matter of approximately 1.5 mm or less in size proceeds relatively rapidly in both the sub- and intertidal portions of the marine environment of southern coastal British Columbia. Times of degradation within litter bags to residues of approximately 1.5 mm or less varied from 5 to 8 weeks (Fig. 1). Other investigators have reported that within an eight week period the salt marsh plants *Juncus*, *Distichlis*, *Spartina* and *Salicornia spp.* decayed to approximately 70, 50, 45 and 10% of their original weights respectively when contained within 2.5 mm mesh size litter bags and placed in a marine marsh (Odum & de la Cruz, 1967). Morrison *et al.* (1977) found that leaves of the oak *Quercus virginiana* and the pine *Pinus eliottii* lost approximately 15 and 40% of their original weights six weeks after placing the samples in a marine estuary. Thus, the rates of kelp degradation in coastal British Columbia waters are probably among the greatest for plant material decaying in the temperate marine environment. Indeed, these degradation rates would probably have been greater if the kelp tissues were not retained within litter bags. Physical stresses

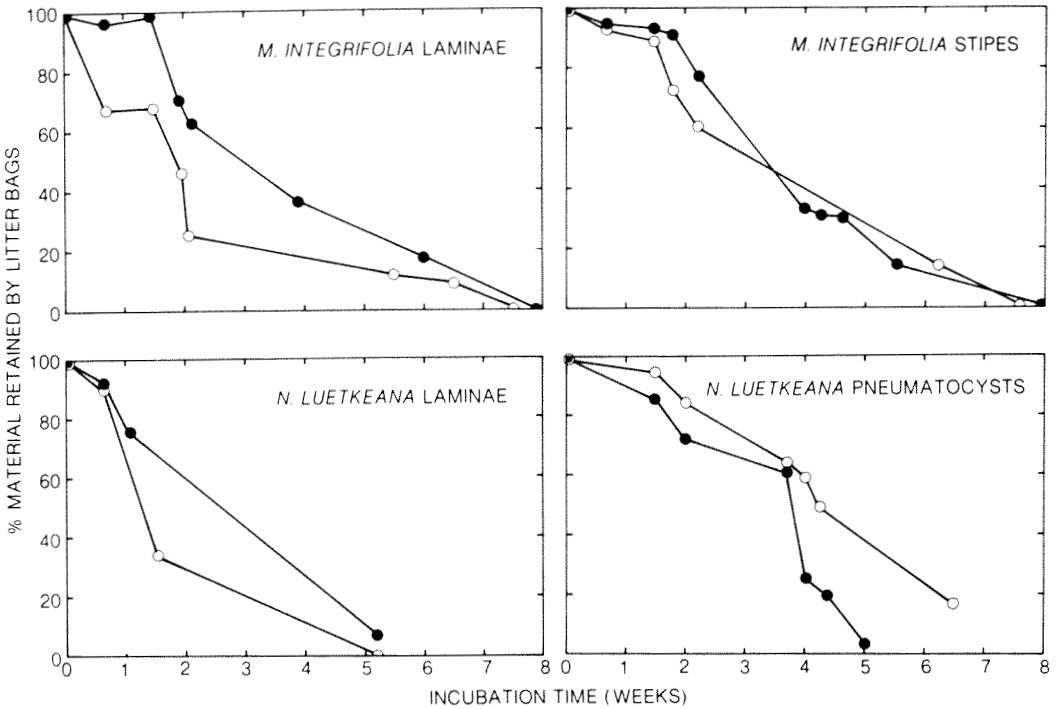


Figure 1. Rates of degradation of *M. integrifolia* (laminae and stipes) and *N. luetkeana* (laminae and pneumatocysts) incubated at Dixon Island and Brockton Point respectively. The symbols ○ and ● denote samples incubated inter- and subtidally.

due to wave action and water current movements would probably increase the degradation rates (see Rau, 1978; Fenchel & Jørgensen, 1977).

The microbial populations, as observed with the scanning electron microscope, associated with healthy and decaying *N. luetkeana* tissues are displayed in Fig. 2. In general, we noted that the surfaces of healthy tissues of this kelp were sparsely populated by pennate diatoms, yeast-like cells, single or diploid rods, or more commonly, microcolonies of end-attached bacteria which appear to be very similar to the epiphytic bacterium *Leucothrix mucor*, as described by Bland and Brock (1973). The presence of small detritus particles on healthy tissues was common.

Within three days of replacement of healthy kelp tissues (contained within litter bags) in the marine environment significant quantities of both detritus particles and bacteria appeared on the kelp (Fig. 2). By five days, large numbers of pennate diatoms also settled. As degradation proceeded other microbial types such as centric diatoms,

yeast-like cells and protozoa colonized the kelp tissues as well. By approximately day 14 a complex matrix of detritus, bacteria, algae, fungi and protozoa coated the decaying kelp (Fig. 2). The approximate time order of settlement and colonization was detritus, bacteria, followed by algae, fungi, protozoa.

Cundell and Mitchell (1977) noted that the sequence of microorganisms colonizing a wood surface immersed in sea water was: bacteria > detritus > pennate diatoms > stalked diatoms, protozoa > macroalgae, barnacles and isopods. Morrison *et al.* (1977) also noted that the initial colonizers of both oak and pine leaves placed in the marine environment were bacteria followed by a variety of eucaryotes (algae and fungi). Other workers have found similar patterns of microbial colonization on materials placed in the marine environment (Skerman, 1956; Wood, 1965; Floodgate, 1971).

The rapid colonization of decaying kelp tissues by bacteria, as observed by scanning electron microscopy, was also noted upon assay of total viable heterotrophic bacterial numbers (colony forming units — CFU) using



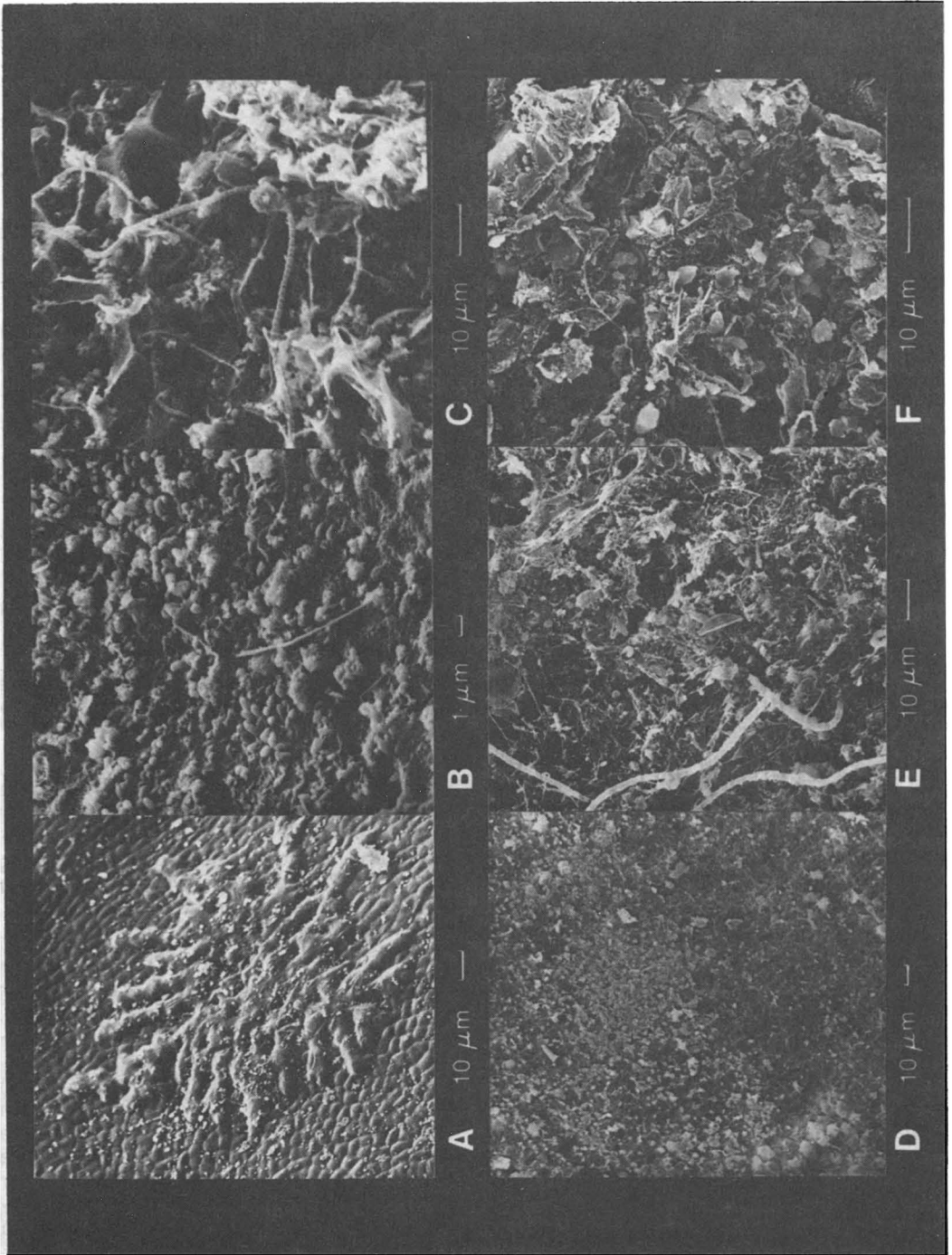


Figure 2. Scanning electron micrographs of colonization of *N. luetkeana* laminae and pneumatocysts during incubation for various lengths of time in litter bags suspended in the water column. (A) Lamina surface, day 0 (B) Lamina surface, day 3 (C) Lamina surface, day 13 (D) Pneumatocyst surface, day 0 (E) Pneumatocyst surface, day 4 (F) Pneumatocyst surface, day 22.

the spread plate technique. These increased from approximately  $10^5$ /g of healthy kelp tissue (harvested in late summer to approximately  $10^{11}$ /g of decaying tissue within 1.5 to 5 weeks of placing the material in litter bags (Fig. 3). Although only *M. integrifolia* laminae and *N. luetkeana* pneumatocysts rates and extents of bacterial colonization are illustrated in this figure, those of *M. integrifolia* stipes and *N. luetkeana* laminae displayed similar patterns. In all cases the kelp tissues placed in the intertidal environment more quickly attained greater numbers of viable heterotrophic bacteria numbers (Fig. 3) than those placed in the water column. Since the bacterial contents of surface sediments usually exceed those of

throphic bacteria. Two possible explanations for this enhancement may be as follows: (1) nutrients from sediments enhanced growth of bacteria colonizing the intertidally decaying kelp and (2) many of the bacteria are adventitious species washed onto the intertidally incubated kelp from sediments. The numbers of viable heterotrophic bacteria per gram of healthy kelp tissues are approximately the same as those reported by Laycock (1974) for *Laminaria longicuris* and Chan and McManus (1969) for *Polysiphonia lanosa* and *Ascophyllum nodosum*.

On a per unit wet weight basis ATP content of healthy *M. integrifolia* laminae is very much greater than that of stipes (Fig. 4). However, upon placing these tissues in litter bags within the marine environment, ATP levels of both tissues approached minimal values within approximately one week. If this cellular component is used as an index of kelp tissue viability it would appear that the kelp fronds and laminae were "dead" within one week of placement within litter bags. The subsequent gradual increases in ATP content of both decaying laminae and stipes were probably due to microbial colonization and growth on these tissues (scanning electron microscopy indicated microbial colo-

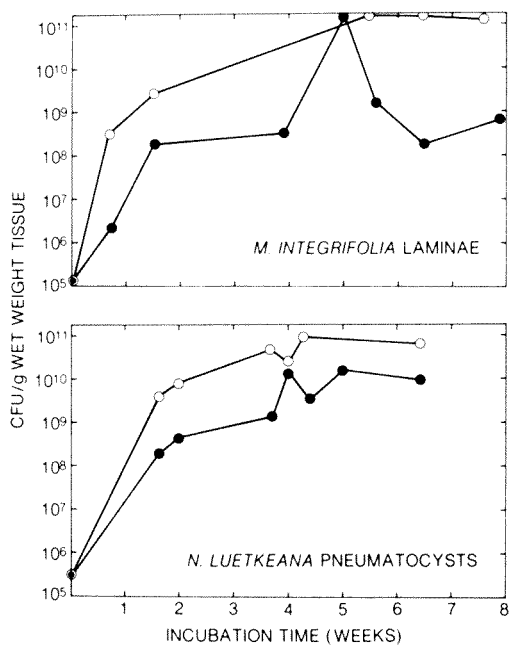


Figure 3. Viable heterotrophic bacterial contents of decaying *M. integrifolia* laminae and *N. luetkeana* pneumatocysts.  $\circ$  and  $\bullet$  denote samples incubated inter- and subtidally respectively.

overlying waters by at least two orders of magnitude and the litter bags (with contents) rested on sediments at low tides, the greater initial colonization rates of the intertidal incubated samples are understandable. However, the reasons for the greater (approximately ten-fold) extents of bacterial colonization of intertidal incubated samples are not known with certainty. Both inter- and subtidal incubated samples should support approximately equivalent numbers of hetero-

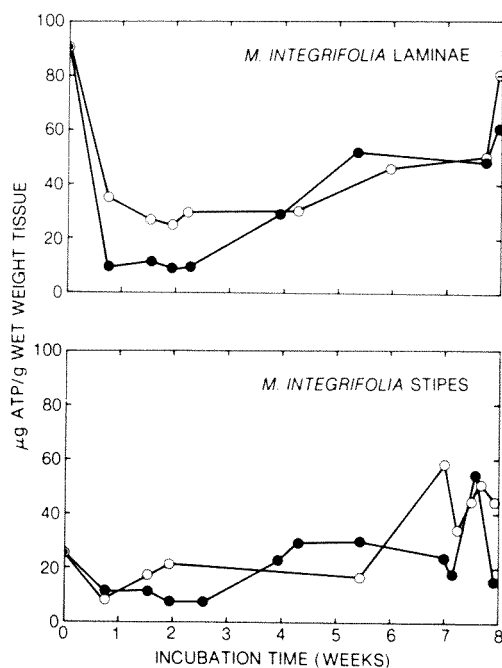


Figure 4. ATP content of decaying *M. integrifolia* laminae and stipes incubated inter- ( $\circ$ ) and subtidally ( $\bullet$ ).

nization within three days of replacement in the sea, however, the microbial biomasses were probably not sufficiently large within the first week of incubation to greatly influence total ATP content of the decaying matter). Relatively large increases in ATP levels occurred only after approximately 3 weeks incubation *in situ*. This was probably due to microbial attachment and growth with a relatively large contribution from the heterotrophic bacteria (see Fig. 2 and 3). Since heterotrophic bacterial numbers were maximal within 4-5 weeks increased ATP concentrations observed in the latter stages of decay were probably due to increases in numbers of other microorganisms, e.g. algae, fungi and protozoa (see Fig. 2). However, on the basis of these ATP data, one cannot determine the relative contribution of each type of microbe to the total microflora at any one time.

Chlorophyll *a* content of *M. integrifolia* laminae is much greater than that of stipes (Fig. 5) — probably because the laminae are the major area for photosynthesis of this marine plant. When both laminae and stipes (contained in litter bags) were placed in the inter- and subtidal marine environment the chlorophyll *a* contents decreased — probably

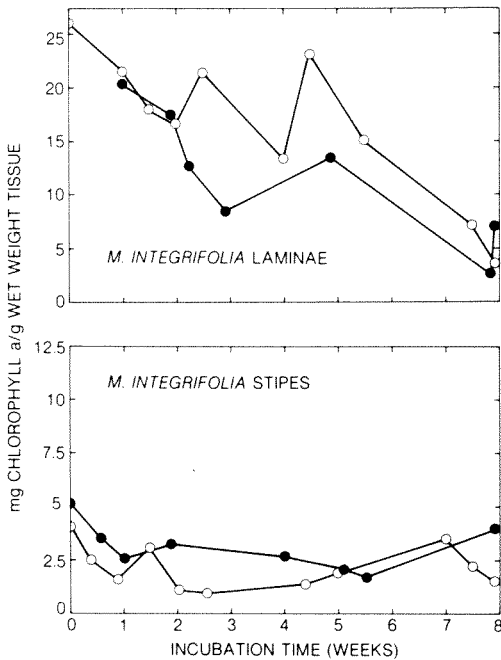


Figure 5. Chlorophyll *a* content of decaying *M. integrifolia* laminae and stipes incubated inter- (○) and subtidally (●).

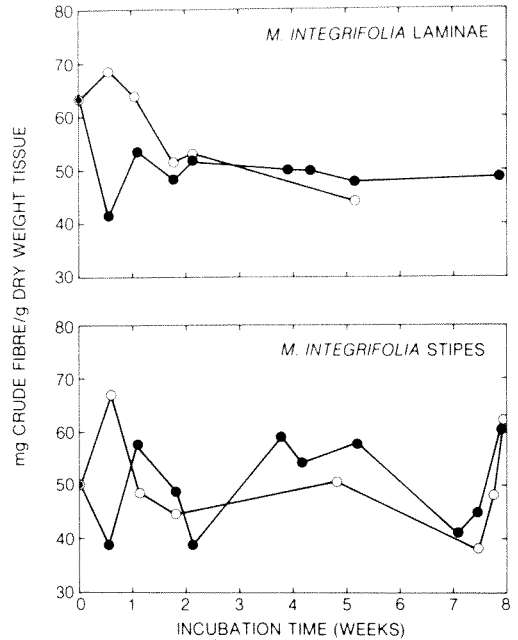


Figure 6. Crude fibre content of decaying *M. integrifolia* laminae and stipes incubated inter- (○) and subtidally (●).

due mainly to microbial degradation. However, within 1-3 weeks chlorophyll *a* levels increased. This is indirect evidence that the majority of the initial colonies were probably heterotrophic microorganisms with a greater proportion of the later colonizing ones microalgae.

Both healthy and decaying tissues of *M. integrifolia* and *N. luetkeana* are believed to be food sources for microorganisms and animals (see Figs. 2 and 3, Leighton, 1971 and L. Druehl, pers. comm.). Therefore, to assess the relative value of *M. integrifolia* as an animal food source analyses of this kelp (both healthy and at various stages of decomposition) were done for crude fibre, percent carbon and nitrogen as well as ash weight.

Along with the loss of organic matter in decaying macrophytes in the marine environment are apparent changes in nutritive content. Crude fibre content of *M. integrifolia* laminae marginally decreased with time whereas that of stipes remains relatively constant when incubated both inter- and subtidally (Fig. 6). These results are in agreement with those of other investigators who have noted that crude fibre content of *Spartina* derived detritus remained relatively

constant (Odum & de la Cruz, 1967) and that of decaying red mangrove leaves increased somewhat (Heald, 1969).

The carbon contents of both healthy laminae and stipes of *M. integrifolia* are approximately 30% whereas the nitrogen content of laminae (ca. 2%) is approximately twice that of stipes (ca. 1%) (Table I). As degradation of these tissues within litter bags proceeded, the carbon content decreased to approximately 24-26%, whereas that of nitrogen increased (see Table I).

TABLE I

Total carbon and nitrogen content of *M. integrifolia* tissues degraded *in situ*

Incubation time (weeks)	Laminae incubated subtidally			Stipes incubated subtidally		
	%C	%N	C/N	%C	%N	C/N
0	30.0	2.1	14.3	29.5	1.0	29.5
1	29.1	2.1	13.9	24.6	0.9	27.3
2	29.0	2.3	12.6	25.8	0.9	28.7
3	29.8	2.2	13.6	25.8	1.2	21.5
4	29.8	2.2	13.6	27.2	1.8	15.1
5	26.9	2.5	10.8	30.1	1.6	18.8
6	26.5	2.5	10.6	28.0	1.3	21.5
7	26	2.5	10.4	24.1	1.5	16.1
7.8	26.1	2.5	10.4	—	—	—

It has been suggested (Russell-Hunter, 1970) that the required C:N ratio for marine animal food (as detritus) should be at least 17:1. Diets with C:N ratios greater than this may be deficient in nitrogen compounds, particularly protein. Our results indicate that healthy *M. integrifolia* laminae may be of nutritionally better quality in this sense than stipes with C:N ratios of approximately 14.3:1 and 29.5:1 respectively when material is harvested in late summer (Table I). Moreover, the C:N ratios of both tissues decreased as degradation proceeded till that of laminae detritus approached 10:1 and that of stipes became less than 17:1. Thus, while enclosed in litter bags, degradation of these tissues appears to increase their nutritive values (samples incubated intertidally show a similar pattern). Other studies of decomposing macrophytes in the marine environment have shown similar patterns of nitrogen increases (Odum & de la Cruz, 1967; Heald, 1969; Smith, 1979).

In late summer, ash contents of healthy *M. integrifolia* stipes were somewhat greater

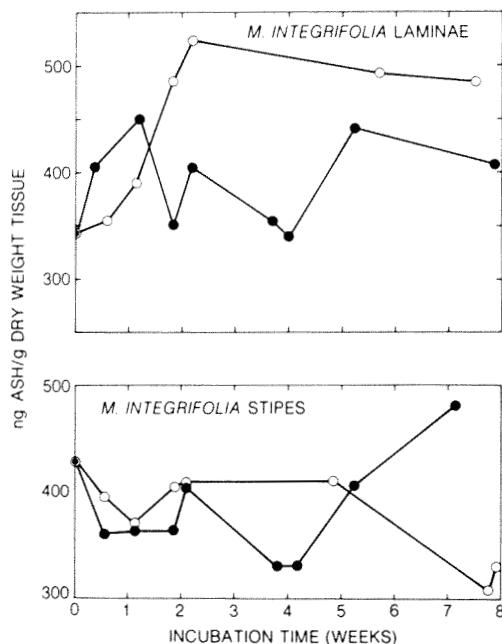


Figure 7. Ash content of decaying *M. integrifolia* laminae and stipes incubated inter- (○) and subtidally (●).

than that of the laminae. However, upon degradation within litter bags, ash content of the laminae increased whereas that of the stipes remained relatively constant (on a dry weight basis, Fig. 7). The samples incubated intertidally tended to have a greater ash content as compared to the ones incubated in the subtidal water column. Since these latter ones were so intimately associated with sediment, they may more readily have accumulated these inorganic elements.

### Acknowledgement

We acknowledge the financial support of Simon Fraser University for this project through its Programs of Excellence funding. Technical assistance of Caroline Grant is appreciated.

### References

- BANCROFT, K., E. A. PAUL & W. J. WIEBE, 1976. The extraction and measurement of adenosine triphosphate from marine sediments. — *Limnol. Oceanogr.*, 21: 473-480.
- BLAND, J. A. & T. D. BROCK, 1973. The marine bacterium *Leucothrix mucor* as an algal epiphyte. — *Mar. Biol.*, 23: 283-292.

- CHAN, E.C.S. & E. A. McMANUS, 1969. Distribution, characterization and nutrition of marine microorganisms from the algae *Polysiphonia lanosa* and *Ascophyllum nodosum*. — *Can. J. Microbiol.*, 15: 409-420.
- CUNDELL, A. M. & R. MITCHELL, 1977. Microbial succession on a wooden surface exposed to the sea. — *Int. Biodeterior. Bull.*, 13: 67-73.
- DRUEHL, L. D., 1970. The pattern of Laminariales distribution in the northeast Pacific. — *Phycologia*, 9: 237-247.
- DRUEHL, L. D., 1978. The distribution of *Macrocystis integrifolia* in British Columbia as related to environmental parameters. — *Can. J. Bot.*, 56: 69-79.
- FANKBONER, P. V. & L. D. DRUEHL, 1976. *In situ* accumulation of marine algal exudate by a polychaete worm. — *Experientia*, 32: 1391-1392.
- FENCHEL, T. M. & B. B. JORGENSEN, 1977. Detritus food chains of aquatic ecosystems: the role of bacteria. — *Adv. microb. Ecol.*, 1: 1-51.
- FLOODGATE, G. D., 1971. Primary fouling of bacteria. — Pages 117-123 in E.B.G. Jones & S. K. Eltringham (eds.). *Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*. OECD, Paris.
- FOGG, G. E., 1966. The extra cellular products of algae. — *Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev.*, 4: 195-212.
- HEALD, E. J., 1969. The production of organic detritus in a south Florida estuary. — Ph. D. dissertation, Univ. Miami, 110 p.
- LAYCOCK, R. A., 1974. The detrital food chain based on seaweeds. I. Bacteria associated with the surface of *Laminaria* fronds. — *Mar. Biol.*, 25: 223-231.
- LEIGHTON, D. L., 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California kelp beds. — Pages 420-453 in W. J. North (ed.). *The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California*. J. Cramer, Lehre, Germany.
- MORRISON, S. J., J. D. KING, R. J. BOBBIE, R. E. BECHTOLD & D. C. WHITE, 1977. Evidence for microfloral succession on allochthonous plant litter in Apalachicola Bay, Florida, U.S.A. — *Mar. Biol.*, 41: 229-240.
- MENZEL, D. W. & R. F. VACCARO, 1964. The measurement of dissolved organic and particulate carbon in seawater. — *Limnol. Oceanogr.*, 9: 138-142.
- ODUM, E. P. & A. A. DE LA CRUZ, 1967. Particulate organic detritus in a Georgia salt marsh estuarine ecosystem. — Pages 383-388 in G. H. Lauff(ed.). *Estuaries*. Amer. Ass. Adv. Sci.
- RAU, G. H., 1978. Conifer needle processing in a subalpine lake. — *Limnol. Oceanogr.*, 23: 356-358.
- RUSSELL-HUNTER, W. D., 1970. Aquatic productivity: an introduction to some basic aspects of biological oceanography and limnology. — Collier-Macmillan, London, 306 p.
- SCAGEL, R. F., 1961. The distribution of certain benthonic algae in Queen Charlotte Strait, British Columbia, in relation to some environmental factors. — *Pacif. Sci.*, 15: 494-539.
- SIBERT, J., T. J. BROWN, M. C. HEALEY, B. A. KASK & R. J. NAIMAN, 1977. Detritus-based food webs: exploitation by juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*). — *Science*, 177: 649-650.
- SKERMAN, T. M., 1956. The nature and development of primary films in surfaces submerged in the sea. — *N.Z.J. Sci. Technol. B.*, 38: 44-57.
- SMITH, B. D., 1979. A qualitative and quantitative assessment of seaweed decomposition in the Strait of Georgia. — M. Sc. dissertation, Univ. British Columbia, 168 p.
- STRICKLAND, J.D.H. & T. R. PARSONS, 1972. *A practical handbook of seawater analysis* (2nd ed.). *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, no. 167, 310 p.
- WOOD, E.J.F., 1965. *Marine microbial ecology*. — Reinhold, New York, 243 p.



## **OEDEMOPSIS SCABRICULA IN BRITISH COLUMBIA (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE, TRYPHONINAE)**

C. C. LOAN

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,  
Research Branch, Ottawa K1A 0C6<sup>1</sup>

and

Miklat DOGANLAR

Ataturk Universitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum, Turkey

### **Résumé**

Nous signalons pour la première fois en Amérique du nord l'ichneumonide *Oedemopsis scabricula* (Grav.). Les adultes de cette espèce furent obtenus en Colombie-britannique en 1978 durant l'élevage des enrouleuses (microlépidoptères) suivantes: *Spilnota ocellana* (D. & S.), *Pandemis cerasana* (Hüb.), *Archips rosana* (L.), *Choristoneura rosaceana* (Harr.), *Rhyacionia buoliana* (D. & S.), *Batodes angustiorana* Haw., *Acleris variegana* (D. & S.), *Epinotia albangulana* (Wals.), et *E. solandriana* (L.). Moins de 3% des enrouleuses étaient parasitées.

### **Abstract**

The Palearctic Ichneumonid *Oedemopsis scabricula* (Grav.) is reported for the first time in North America. *O. scabricula* was reared from southwestern British Columbia in 1978 from the leaf-rolling Microlepidoptera *Spilnota ocellana* (D. & S.), *Pandemis cerasana* (Hüb.), *Archips rosana* (L.), *Choristoneura rosaceana* (Harr.), *Rhyacionia buoliana* (D. & S.), *Batodes angustiorana* Haw., *Acleris variegana* (D. & S.), *Epinotia albangulana* (Wals.), and *E. solandriana* (L.). The incidence of parasitism was less than 3 per cent.

### **Introduction**

A survey of leaf-rollers and their insect parasites was carried out in southwestern British Columbia by the second author in 1978 while a Postdoctoral Fellow at the Pestology Centre, Simon Fraser University, Burnaby, B.C. Among the parasitic Hymenoptera reared from larvae was the Palearctic tryphonine *Oedemopsis scabricula* (Gravenhorst) previously unknown from North America.

### **Taxonomy**

The genus *Oedemopsis* Tschek contains species formerly placed in *Hybophanes* Foerster, a name treated as a synonym by

Carlson (1979). The material reared by Doganlar is not the first North American record of *O. scabricula* because a current review of *Oedemopsis* revealed a previously undetected specimen in the Canadian National Collection reared from Microlepidoptera at Vancouver in 1963 by the Forest Insect Survey of Environment Canada. *Oedemopsis*, like other genera of the Oedemopsini, has a Neotropic centre of distribution (Townes, 1969) and in North America is known by a single indigenous species, *davisi* Carlson [= *nasutus* Cresson, Carlson (1979)]. Some characters to distinguish *scabricula* from *davisi* are outlined as follows:

Clypeus weakly elevated medially, in side view weakly convex (Fig. 1); in dorsal view wide and shallow, 4.0 times as wide basally as long (♀); body black and yellow with mesoscutum black (♀, ♂)... *scabricula* (Gravenhorst).

<sup>1</sup> Present address: Ottawa Research Station, Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa K1A 0C6

Clypeus strongly elevated medially, in side view beak-like (Fig. 2); in dorsal view nose-like, 2.0 times as wide basally as long (♀); body rufous, cream and black with mesoscutum rufous (♀ ♂)... *davisi* Carlson

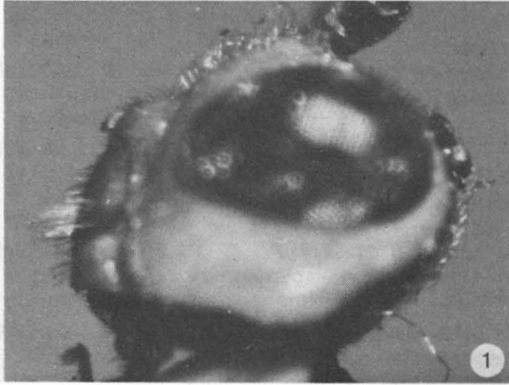


Figure 1. *Oedemopsis scabricula*. Lateral view of head of female. X70

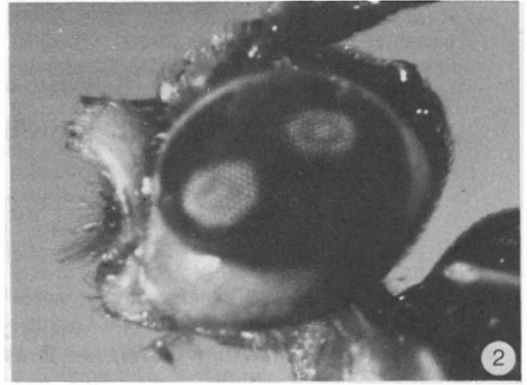


Figure 2. *Oedemopsis davisi*. Lateral view of head of female. X70

**Hosts of *O. scabricula***

The leaf-roller hosts of *O. scabricula* in southwestern British Columbia are listed in Table I. Three of these are introduced from

TABLE I

Hosts of *Oedemopsis scabricula* in southwestern British Columbia, with records of host plants, dates of collections and emergence of adults

Host species & host plants	Collection date of host larva	Emergence date, number and sex of adult <i>O. scabricula</i>
<i>Spilonota ocellana</i> (Denis & Schiffermüller). <i>Prunus</i> sp.	1978 2 April	23 April 1 ♂
<i>Pandemis cerasana</i> (Hübner) <i>Betula</i> sp., <i>Prunus</i> spp., <i>Spirea</i> sp., <i>Rubus discolor</i> Weike & Nees, <i>R. laciniatus</i> Willd., <i>Vaccinium</i> sp.	2 April — 16 June	22 April — 4 ♂, 4 ♀ 3 July
<i>Archips rosanus</i> (L.) <i>Garrya</i> sp., <i>Rosa</i> sp., <i>R. discolor</i> , <i>R. laciniatus</i> , <i>Spirea</i> sp., <i>Syringa</i> sp.	14 May — 16 June	5 June — 4 July 4 ♂, 1 ♀
<i>Choristoneura rosaceana</i> (Harris) <i>Acer</i> sp., <i>Prunus</i> spp., <i>Rosa</i> sp., <i>R. discolor</i> , <i>Spirea</i> sp., <i>Syringa</i> sp.	14 May — 15 June	26 May — 4 ♂, 4 ♀ 1 July
<i>Rhyacionia buoliana</i> (D. & S.) <i>Pinus mugo</i> Turra.	18 May	5 July 1 ♀
<i>Batodes angustiorana</i> (Haworth) <i>Malus</i> sp.	4 June	7 June 1 ♂
<i>Acleris variegana</i> (D. & S.) <i>Spirea</i> sp. <i>Spirea</i> sp.	9 June	28 June 1 ♂
<i>Epinotia albangulana</i> (Walsingham). <i>Alnus rubra</i> Bongard.	27 July	27 Aug. 1 ♂
<i>Epinotia solandriana</i> (L.) <i>A. rubra</i>	date unknown	

Europe, *P. cerasana*, *S. ocellana*, and *R. buoliana*, with *P. cerasana* only recently reported from British Columbia (Doganlar & Beirne 1978b; Mutuura, in press). *E. solandriana* may be a Holarctic species (Mutuura, in litt.). Cram (1973), Doganlar and Beirne (1978a, b; 1979a, b), Mutuura (in press), and Mutuura and Munroe (1978), reported a total of 4 other European leaf-roller species recently found in British Columbia and they probably are potential hosts for *O. scabricula*. The European hosts of *scabricula* are *P. cerasana*, *Tortrix viridana* L., and *Ypsolopha* sp. (M. G. Fitton, in litt.).

**Field occurrence of *O. scabricula* and incidence of parasitism**

Host larvae were collected by the second author from a wide range of plants including ornamentals, fruit trees and forest trees from

TABLE II  
Incidence of parasitism of *Oedemopsis scabricula* in southwestern British Columbia in 1978

Host	No. of larvae		Per cent parasitism
	Sampled	Parasitized	
<i>E. albangulana</i>	632	7	1.11
<i>E. solandriana</i>	81	1	1.23
<i>S. ocellana</i>	715	1	0.14
<i>C. rosaceana</i>	743	14	1.88
<i>A. rosanus</i>	331	4	1.20
<i>A. variegana</i>	47	1	2.13
<i>P. cerasana</i>	702	18	2.56
<i>B. angustivovrana</i>	70	1	1.43
<i>R. buoliana</i>	107	1	0.93

early April to late July 1978 (Table I). Adult *O. scabricula* emerged from the third week of April to late August, thus suggesting the

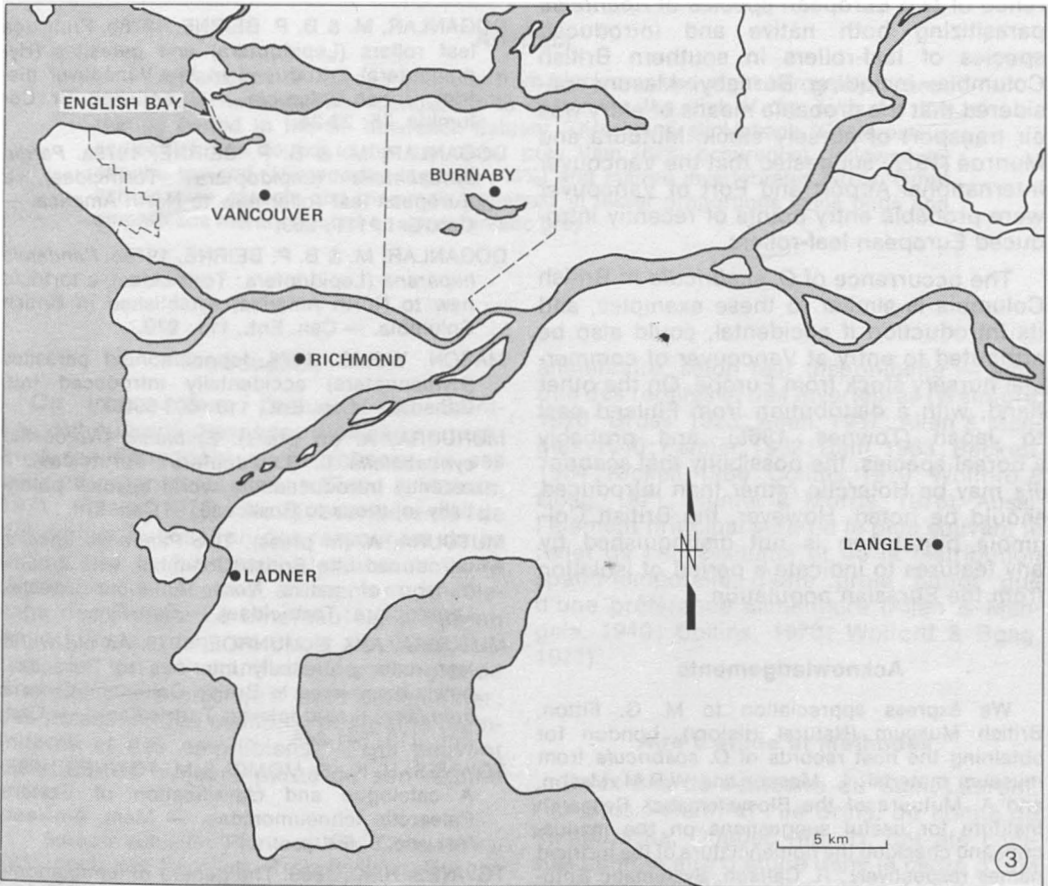


Figure 3. Map of southwestern British Columbia indicating collection points in 1978 of *O. scabricula*.

probability of 2 or more generations. The incidence of parasitism of the 9 leaf-roller species was less than 3 percent in 1978 at each of 5 collection points in southwestern British Columbia (Table II, Fig. 3).

### Discussion

The known distribution of *O. scabricula* in British Columbia is the Vancouver area (Fig. 3). This, also, is the locality of a number of recently found European leaf-rollers: *Croesia holmiana* (L.) (Doganlar & Beirne 1978a, b; Mutuura & Munroe 1978); *Acleris comariana* (Zeller) (Cram 1973); *Epiblema (Notocelia) cynosbatella* (L.) (Doganlar & Beirne 1979a, as *Pardia cynosbatella*; Mutuura, in press); and *Pandemis cerasana* (Hübner) and *P. heparana* (Denis & Schiffermuller) (Doganlar & Beirne 1978b, 1979b; Mutuura, in press). Mason (1978) and Doganlar and Beirne (1978b) reported the occurrence of two European species of *Apanteles* parasitizing both native and introduced species of leaf-rollers in southern British Columbia, including Burnaby. Mason considered that the probable means of entry was air transport of nursery stock. Mutuura and Munroe (1978) suggested that the Vancouver International Airport and Port of Vancouver were probable entry points of recently introduced European leaf-rollers.

The occurrence of *O. scabricula* in British Columbia is similar to these examples, and its introduction if accidental, could also be attributed to entry at Vancouver of commercial nursery stock from Europe. On the other hand, with a distribution from Finland east to Japan (Townes, 1965), and probably a boreal species, the possibility that *scabricula* may be Holarctic rather than introduced should be noted. However, the British Columbia population is not distinguished by any features to indicate a period of isolation from the Eurasian population.

### Acknowledgements

We express appreciation to M. G. Fitton, British Museum (Natural History), London for obtaining the host records of *O. scabricula* from museum material; L. Masner and W.R.M. Mason, and A. Mutuura of the Biosystematics Research Institute for useful suggestions on the manuscript and checking the nomenclature of the tortricid names respectively; R. Carlson, Systematic Entomology Laboratory, U.S. Department of Agricul-

ture, Smithsonian Institution, Washington, D.C. for his comments on the manuscript; and H. K. Townes, American Entomological Institute, Ann Arbor, Mich., for his views on the introduction of *O. scabricula*.

### References

- CARLSON, R. W., 1979. Ichneumonidae, Stephaniidae, Evaniidae, and Trigonidae. — Pages 315-740, 740-741, 1109-1118 and 1197-1198, respectively, in K. V. Krombein, P. D. Hurd, D. R. Smith & B. D. Burks (eds.). Catalog of Hymenoptera in America north of Mexico. Smithsonian Press, Washington, D.C., 1198 p.
- CRAM, W. T., 1973. Occurrence of the strawberry tortrix, *Acleris comariana* (Zeller) a new pest in British Columbia. — J. ent. Soc. Br. Columbia, 70:17.
- DOGANLAR, M. & B. P. BEIRNE, 1978a. *Croesia holmiana* (Lepidoptera: Tortricidae) a fruit tree leaf roller new to North America, established in British Columbia. — Can. Ent., 110: 639-640.
- DOGANLAR, M. & B. P. BEIRNE, 1978b. Fruit tree leaf rollers (Lepidoptera) and parasites (Hymenoptera) introduced in the Vancouver district, British Columbia. — J. ent. Soc. Br. Columbia, 75: 23-24.
- DOGANLAR, M. & B. P. BEIRNE, 1979a. *Pardia cynosbatella* (Lepidoptera: Tortricidae), a European leaf roller new to North America. — Can. Ent., 111: 969.
- DOGANLAR, M. & B. P. BEIRNE, 1979b. *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae), a tortricid new to North America, established in British Columbia. — Can. Ent., 111: 970.
- MASON, W.R.M., 1978. Ichneumonoid parasites (Hymenoptera) accidentally introduced into Canada. — Can. Ent., 110: 603-608.
- MURUURA, A. (in press). *Epiblema (Notocelia) cynosbatella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), a recently introduced old world species potentially injurious to Rosaceae. — Can. Ent.
- MUTUURA, A. (in press). Two *Pandemis* species introduced into British Columbia, with a comparison of native North American species (Lepidoptera: Tortricidae). — Can. Ent.
- MUTUURA, A. & E. MUNROE, 1978. An old world leaf roller potentially injurious to Rosaceae, newly discovered in British Columbia, *Croesia holmiana* (Lepidoptera: Tortricidae). — Can. Ent., 110: 641-646.
- TOWNES, H. K., S. MOMOI & M. TOWNES, 1965. A catalogue and classification of Eastern Palearctic Ichneumonidae. — Mem. Am. ent. Inst., no. 5, 661 p.
- TOWNES, H. K., 1969. The genera of Ichneumonidae, Part 1. — Mem. Am. ent. Inst., no. 11, 300 p.

## LE RÉGIME ALIMENTAIRE DES JEUNES BIHOREAUX À COURONNE NOIRE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Jacqueline TREMBLAY<sup>1</sup> et Laurence N. ELLISON<sup>2</sup>

Département de biologie, Université Laval, Québec G1K 7P4

### Résumé

On a procédé à l'analyse de 70 régurgitations de jeunes bihoreaux à couronne noire (*Nycticorax nycticorax*), afin de déterminer le régime alimentaire de l'espèce dans l'estuaire du Saint-Laurent, au moment de l'élevage des jeunes. L'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) constitue l'élément principal (présence de 67%), suivie par le poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*) (43%) et les invertébrés marins (40%). Les autres espèces de poissons, les insectes et les mammifères apparaissent dans des proportions moindres, alors que les oiseaux et les amphibiens semblent être simplement le résultat de captures opportunistes.

### Abstract

An analysis of 70 regurgitations from black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) nestlings was conducted to determine the diet of the birds for the rearing period in the St. Lawrence Estuary. Threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) was found to be the major prey item (67% occurrence), followed by atlantic tomcod (*Microgadus tomcod*) (43%) and marine invertebrates (40%). Other fish species, insects and mammals appeared in lesser proportions while birds and amphibians merely figured as opportunistic prey.

### Introduction

On trouve dans l'estuaire du Saint-Laurent quantité d'espèces d'oiseaux aquatiques qui dépendent de la richesse de ses eaux en organismes marins (Reed & Moisan, 1971; Reed, 1975). Nous avons tenté de déterminer l'utilisation des ressources de ce milieu par le bihoreau à couronne noire (*Nycticorax nycticorax*), au moment de l'élevage des jeunes. Le bihoreau est un héron opportuniste quant au choix de sa nourriture, ce qui se manifeste par la grande diversité des proies qu'il peut consommer: des poissons, des oisillons, des petits mammifères et des amphibiens — qui peuvent constituer la majeure partie de son régime

alimentaire, selon leur disponibilité — ainsi que des reptiles et des invertébrés (Wetmore, 1920; Gross, 1923; Allen, 1937; Allen & Mangels, 1940; Palmer, 1962; Bent, 1963; Beckett, 1964; Nickell, 1966; Collins, 1970; Wolford & Boag, 1971; Hunter & Morris, 1976). Aussi, l'élément principal sera-t-il le plus souvent le reflet de l'accessibilité et de la distribution spatio-temporelle d'une proie plutôt que d'une préférence alimentaire (Allen & Mangels, 1940; Collins, 1970; Wolford & Boag, 1971).

### Aire d'étude et méthodes

Deux îles de l'estuaire du Saint-Laurent, l'île Gros Pèlerin et l'île Brûlé, du comté de Kamouraska, Québec (fig. 1), ont été choisies comme aire d'étude dans le cadre d'une recherche sur la reproduction du bihoreau en 1975 et 1976 (Tremblay & Ellison, 1979). L'île Gros Pèlerin (22 ha), située à 3,2 km

<sup>1</sup> Adresse actuelle: Pluritec Ltée, Consultants, 2255 boul. des Récollets, Trois-Rivières, Québec G8Z 3X6

<sup>2</sup> Adresse actuelle: Office National de la Chasse, 4 Place Jean Marcellin, 05000 Gap, France.



du rivage, est une île rocheuse que domine l'épinette blanche (*Picea glauca*), le sapin baumier (*Abies balsamea*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*); on y comptait 380 nids de bihoreau en 1975. L'île

Brûlé (8 ha), à 2,7 km du rivage, est dominée par le sapin baumier dans lequel se retrouvent la plupart des nids de bihoreau. En 1975, la colonie englobait 537 nids. Les deux îles sont inhabitées et sont utilisées comme

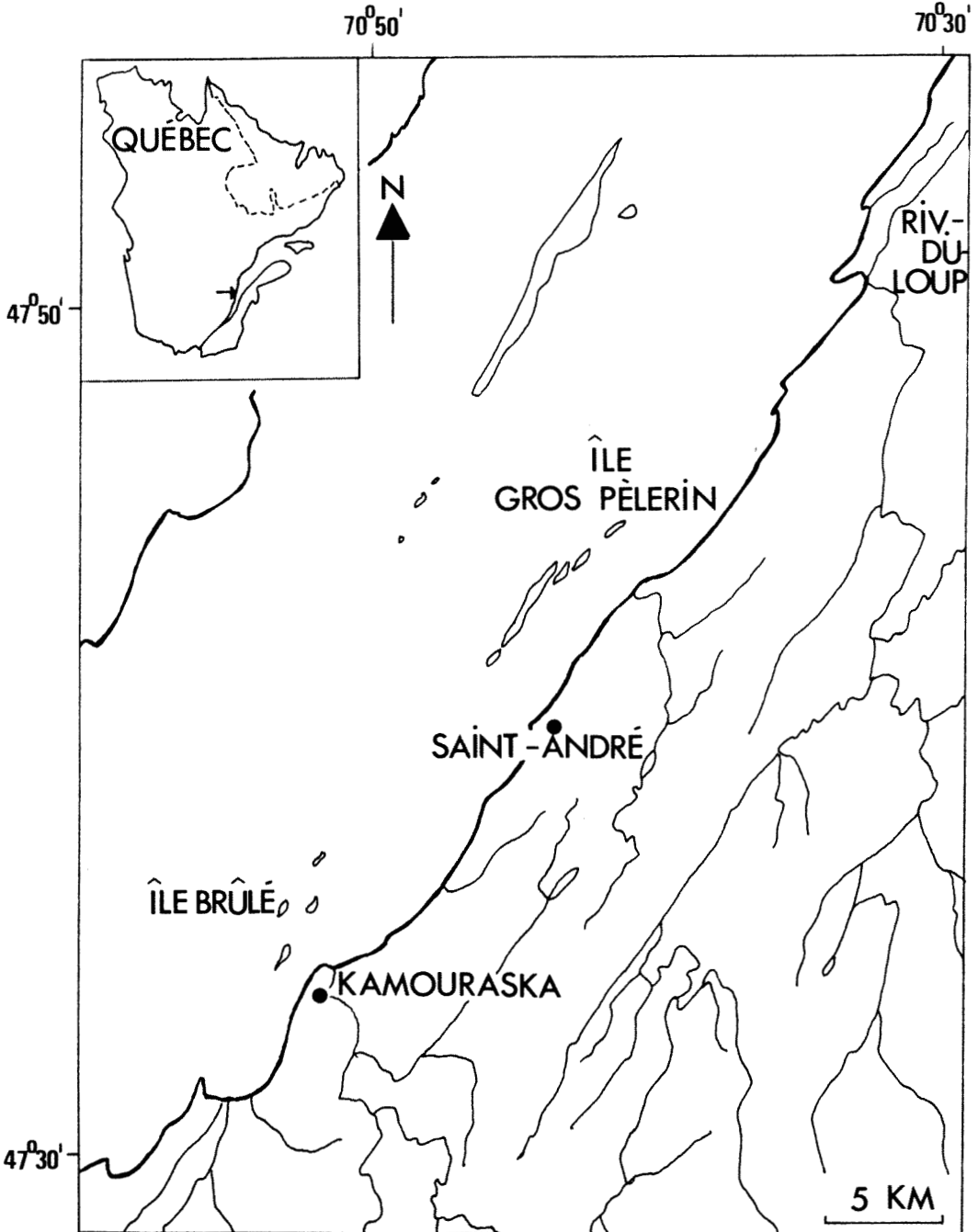


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude dans l'estuaire du Saint-Laurent.

aire de nidification par d'autres espèces coloniales tels le grand héron (*Ardea herodias*), le cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*), l'eider à duvet (*Somateria mollissima*) et le goéland argenté (*Larus argentatus*).

Soixante-et-dix régurgitations de jeunes bihoreaux ont été recueillies lors de visites régulières à des nids; les jeunes régurgitent spontanément sous l'effet de la peur (Gross, 1923). Les régurgitations ont été conservées dans une solution de formaldéhyde 20% et séchées juste avant l'analyse, afin de favoriser la séparation des éléments. Le matériel a été identifié par certaines structures caractéristiques ou par comparaison directe avec une collection de référence. La liste des espèces de poissons de la région de Trois-Pistoles (Vladykov & Tremblay, 1935) et celle du Québec en général (Vladykov & McAllister, 1961) ont été d'une grande utilité.

Le nombre minimal d'individus présents dans chaque régurgitation a pu être déterminé à partir de divers facteurs tels que la position de certaines structures (gauche ou droite), leur nombre ainsi que l'âge et la grosseur des spécimens.

## Résultats

Les régurgitations ont été recueillies au hasard, selon leur disponibilité, entre le 3 juin et le 1<sup>er</sup> juillet 1975 et du 7 juin au 9 juillet 1976. Elles proviennent de jeunes âgés de 1 à 20 jours. La distribution des pourcentages de présence des éléments identifiés s'est avérée être similaire d'une année à l'autre et d'une île à l'autre ( $P > 0,05$ ); nous avons donc réuni les îles et les années dans le tableau I, où figurent les divers groupes

TABLEAU I

Pourcentages de présence des divers groupes de proies dans 70 régurgitations de jeunes bihoreaux à couronne noire de l'estuaire du Saint-Laurent

Proies	NR <sup>a</sup>	Présence (%)
Poissons	67	96
Invertébrés marins	28	40
Insectes	8	11
Mammifères	5	7
Amphibiens	1	1
Oiseaux	1	1

<sup>a</sup> Nombre de régurgitations où la proie fut trouvée.

de proies retrouvées dans les régurgitations. Les poissons constituent l'élément essentiel du régime alimentaire et l'épinoche à trois épines serait vraisemblablement, en cette période de l'année, la proie la plus disponible, en terme d'abondance et d'accessibilité (tableau II). Le poulamon est aussi un élément important, car il se retrouve dans près de la moitié des régurgitations. Quant aux autres espèces de poissons, on peut penser qu'elles sont le résultat de pêches opportunistes. L'épinoche et le poulamon sont trouvés de façon constante, du début à la fin de la période de collection. Nous n'avons noté d'ailleurs aucun changement dans le pourcentage de présence d'une proie au cours du temps. L'identification de l'épinoche est basée principalement sur la présence des plaques osseuses. Le nombre de ces plaques permet aussi de différencier les populations d'eau douce des populations marines (Scott & Crossman, 1974). C'est ainsi que les individus trouvés dans les régurgitations ont pu être classés comme *marins*. Les nageoires pelviennes thoraciques des épinoches comportent une épine qui a permis le dénombrement par appariement de la gauche avec la droite. Les autres espèces de poissons ont été identifiées par ce qui restait du squelette, en comparant avec des spécimens du Centre d'identification zooarchéologique d'Ottawa, et aussi quelques fois par les écailles dont le Musée national du Canada possède une collection de référence.

Les invertébrés marins trouvés dans les régurgitations sont représentés par *Gammarus* sp., *Nereis virens* et *Crangon septempinosus* (tableau III). Dans trois régurgitations, les gammarus ont pu être identifiés à l'espèce; il s'agissait de *Gammarus oceanicus*. Des *Nereis*, on ne trouvait que les mandibules en forme de crochet; en les appariant, il était possible de dénombrer les individus.

Le nombre d'insectes a sûrement été sous-estimé du fait que seules les élytres et autres parties dures étaient préservées. Quarante individus dont 35 coléoptères ont été trouvés dans huit régurgitations. Ils sont représentés par des espèces à la fois terrestres et aquatiques.

Les mammifères présents sont des campagnols (*Microtus* sp.). Dans deux régurgitations, ils ont pu être identifiés comme campagnols des champs (*M. pennsylvanicus*). Dans une régurgitation contenant déjà un campagnol se trouvaient aussi d'autres poils qui pourraient appartenir au rat musqué (*Ondatra zibethicus*).

TABLEAU II

Pourcentages de présence des diverses espèces de poissons dans 70 régurgitations de jeunes bihoreaux à couronne noire de l'estuaire du Saint-Laurent

Poissons	NMI <sup>a</sup>	NR <sup>b</sup>	Présence (%)
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Épinoche à trois épines)	252	47	67
<i>Microgadus tomcod</i> (Poulamon atlantique)	58	30	43
Osmeridae (Éperlans)	7	5	7
<i>Perca flavescens</i> (Perchaude)	5	4	6
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Omble de fontaine)	5	3	4
Stichaeidae et/ou Pholidae (Terrassiers ou gonnelles)	5	3	4
Cyprinidae (Menès ou carpes)	4	3	4
Cottidae (Chabots)	4	2	3
<i>Morone americana</i> (Bar-perche)	2	2	3
Catostomidae (Meuniers)	2	2	3
Pleuronectiformes cf. Pleuronectidae (Plies)	1	1	1
Non identifiés	10	8	11
TOTAL	355	67	96

Dans certaines familles quelques individus ont été identifiés: Osmeridae: *Osmerus mordax*; Cyprinidae: *Semotilus atromaculatus*; Stichaeidae: cf. *Stichaeus punctatus*; Pholidae: cf. *Pholis gunnellus*; Catostomidae: *Catostomus catostomus*; Cottidae: *Myoxocephalus* sp.

<sup>a</sup> Nombre minimal d'individus.

<sup>b</sup> Nombre de régurgitations où la proie fut trouvée.

Finalement, une seule grenouille (*Rana pipiens* ou *R. clamitans*) a été trouvée dans la régurgitation d'un jeune de l'île Gros Pèlerin en 1976 et un seul cas de régurgitation d'oiseau a été observé: il s'agissait d'un jeune bihoreau régurgité par un autre à peine plus âgé que lui.

Dans 30% des régurgitations, des restes de matière végétale s'ajoutaient aux éléments déjà mentionnés. Celle-ci est utilisée par les adultes pour aider à la formation de

la boulette de régurgitation (Lowe, 1954, cité par Wolford, 1966).

### Discussion

Les poissons, et particulièrement l'épinoche et le poulamon, sont à la base du régime alimentaire du bihoreau dans l'Estuaire, du moins pendant la période d'élevage des jeunes. Reed (1975) suggérait déjà l'épinoche comme élément important de son régime dans l'Estuaire, ayant observé la prédilection du bihoreau pour un site d'alimentation particulier, soit les cuvettes à *Ruppia* des marais salés à *Spartina*. L'épinoche fraie en eau douce, généralement en juin et en juillet (Scott & Crossman, 1974), ce qui permet de croire que le bihoreau a pu aussi pêcher le long des tributaires du Fleuve. De plus, certaines espèces trouvées dans les régurgitations sont essentiellement des espèces d'eau douce (v.g. Cyprinidae, Catostomidae) (Scott & Crossman, 1974), ce qui suggère la possibilité de pêches en eaux intérieures. Réginald Ouellet (comm. pers.) a d'ailleurs observé des bihoreaux se nourrissant à l'intérieur des terres le long de rivières ou dans des étangs de la région de Kamouraska, à des distances variant de 0,5 à 15 km du Fleuve.

TABLEAU III

Pourcentages de présence des invertébrés marins dans 70 régurgitations de jeunes bihoreaux à couronne noire de l'estuaire du Saint-Laurent

Invertébrés	NMI <sup>a</sup>	NR <sup>b</sup>	Présence (%)
<i>Crangon septemspinus</i>	12	9	13
<i>Gammarus</i>	35	16	23
Isopodes	2	1	1
<i>Nereis virens</i>	145	13	19
TOTAL	194	28	40

<sup>a</sup> Nombre minimal d'individus.

<sup>b</sup> Nombre de régurgitations où la proie fut trouvée.

Le poulamon se retrouve souvent dans les eaux saumâtres ou marines peu profondes (Scott & Crossman, 1974) et le bihoreau a sans doute exploité ces populations résidentes de l'Estuaire. Bien qu'il semble moins disponible que l'épinoche, son apport en terme de biomasse lui est de beaucoup supérieur. Il pèse en effet environ cinq fois plus que l'épinoche et dans les régurgitations où ils apparaissent, on trouve un nombre moyen de 5,4 épinoches par régurgitation comparativement à 1,9 poulamon. Si l'on classait les poissons selon le pourcentage de leur contribution respective à la biomasse totale, le poulamon se retrouverait au premier rang, suivi par l'épinoche.

Certains pourraient penser que les invertébrés marins retrouvés dans les régurgitations avaient été tout d'abord les proies de poissons, par la suite ingurgités par le bihoreau. On sait, en effet, que le poulamon se nourrit de *Crangon*, de *Gammarus* et de *Nereis* (Pigeon & Vallée, 1937). Nous ne pouvons donc éliminer complètement cette hypothèse du fait que des 30 régurgitations contenant du poulamon, 18 (60%) contenaient aussi des invertébrés marins. Le *Gammarus* et le *Nereis* se retrouvent dans la zone littorale (Préfontaine & Brunel, 1962) et la *Crangon septemspinus* fréquente la zone intertidale (Couture & Trudel, 1968). Ces milieux sont évidemment accessibles au bihoreau, ce qui permet de croire qu'il a pu se procurer lui-même ces proies.

Quant aux campagnols, ils ont pu être capturés sur les îles mêmes ou bien saisis lors d'incursions dans les terres avoisinantes.

L'analyse du contenu des régurgitations est une technique limitée dans le temps, mais elle renseigne néanmoins sur l'utilisation des ressources du milieu par l'espèce et sur ses capacités d'exploitation de diverses proies au moment de l'élevage des jeunes. Or, chez le bihoreau où les parents nourrissent les jeunes au nid, les quantités de nourriture disponible en cette période sont d'une importance considérable car le succès de survie de la couvée y est directement relié (Voisin, 1970).

### Remerciements

Nous remercions Lynn Cleary, Gary Côté et Jean Montreuil qui ont participé à la collection du matériel; Stephen Cumbaa, du Centre d'identification zooarchéologique d'Ottawa, qui a procédé à l'identification de la majeure partie des poissons et à celle de l'amphibien; Edwin Bourget, Jean-

François Landry, Geoffroy Power, Pierre Trudel et C. G. Van Zyll De Jong qui ont identifié plusieurs spécimens selon leur domaine de recherche respectif; et Cyrille Barrette et Jean-Luc DesGranges qui ont lu le manuscrit et apporté des commentaires fort utiles.

### Références

- ALLEN, R. P., 1937. Black-crowned night heron colonies on Long Island. — Proc. Linn. Soc. N. Y., 49: 43-53.
- ALLEN, R. P. & F. P. MANGELS, 1940. Studies of the nesting behavior of the black-crowned night heron. — Proc. Linn. Soc. N. Y., 50-51: 1-28.
- BECKETT, T. A. III, 1964. Black-crowned night heron feeding behavior. — Chat, 29: 93-94.
- BENT, A. C., 1963. Life histories of North American marsh birds. — Dover Publ. Inc. New York, 392 p.
- COLLINS, C. T., 1970. Black-crowned night heron as a predator of tern chicks. — Auk, 87: 584-586.
- COUTURE, R. & P. TRUDEL, 1968. Les crevettes des eaux côtières du Québec: taxonomie et distribution. — Naturaliste can., 95: 857-885.
- GROSS, A. O., 1923. The black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax naevius*) of Sandy Neck. — Auk, 40: 1-30; 191-214.
- HUNTER, R. A. & R. D. MORRIS, 1976. Nocturnal predation by a black-crowned night heron at a common tern colony. — Auk, 93: 629-633.
- LOWE, F. A., 1954. The heron. — Collins, London, 177 p.
- NICKELL, W. P., 1966. The nesting of the black-crowned night heron and its associates. — Jack Pine Warbler, 44: 130-139.
- PALMER, R. S., 1962. Handbook of North American birds. Vol. 1. — Yale University Press, 567 p.
- PIGEON, J. & A. VALLÉE, 1937. Contribution à l'étude du contenu du tube digestif de trois espèces de poissons du St-Laurent. — Naturaliste can., 64: 33-40.
- PRÉFONTAINE, G. & P. BRUNEL, 1962. Liste d'invertébrés marins recueillis dans l'estuaire du Saint-Laurent de 1929 à 1934. — Naturaliste can., 89: 237-263.
- REED, A., 1975. Les colonies d'oiseaux aquatiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. Min. Tourisme, Chasse et Pêche, Québec. Faune du Québec. Bull., n° 19, 76 p.
- REED, A. & G. MOISAN, 1971. The *Spartina* tidal marshes of the St. Lawrence Estuary and their importance to aquatic birds. — Naturaliste can., 98: 905-922.
- SCOTT, W. B. & E. J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. — Bull. n° 184, 1026 p.

- TREMBLAY, J. & L. N. ELLISON, 1979. Effects of human disturbance on breeding of black-crowned night herons. — *Auk*, 96: 364-369.
- VLADYKOV, V.-D. & D. E. McALLISTER, 1961. Preliminary list of marine fishes of Quebec. — *Naturaliste can.*, 88: 53-78.
- VLADYKOV, V.-D. & J.-L. TREMBLAY, 1935. Liste des poissons recueillis pendant l'été 1934 par la Station biologique du St-Laurent, dans la région de Trois-Pistoles, P.Q. — *Naturaliste can.*, 62: 77-82.
- VOISIN, C., 1970. Observations sur le comportement du héron bicolore *Nycticorax n. nycticorax* en période de reproduction. — *Oiseau*, 40: 307-339.
- WETMORE, A., 1920. Observations on the habits of birds at Lake Burford New Mexico. — *Auk*, 37: 221-247; 393-412.
- WOLFORD, J. W., 1966. An ecological study of the black-crowned night heron in Southern Alberta. — M. Sc. Thesis, Univ. Alberta, Edmonton, Alberta. 60 p.
- WOLFORD, J. W. & D. A. BOAG, 1971. Food habits of black-crowned night herons in Southern Alberta. — *Auk*, 88: 435-437.



## LES SANGSUES (ANNELIDA: HIRUDINEA) BENTHIQUES DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC)

B. VINCENT et G. VAILLANCOURT

Groupe de recherche sur les écosystèmes aquatiques,  
Université du Québec à Trois-Rivières, C.P. 500, Trois-Rivières, Québec G9A 5H7

### Résumé

Nous avons identifié 18 espèces de sangsues d'eau douce à partir de 6881 spécimens récoltés dans la partie du Saint-Laurent située en aval de Montréal. *Glossiphonia complanata*, *Helobdella elongata*, *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella punctata* et *Mooreobdella microstoma* représentent 94,7% du total des individus déterminés alors que la fréquence de chacune des 14 autres espèces ne dépasse jamais 1,2%. La composition chimique de l'eau ne semble pas influencer la distribution des espèces, qui dépendrait surtout de la texture du substrat, de la profondeur et de la vitesse du courant. Les deux Glossiphoniidae *Helobdella elongata* et *Helobdella stagnalis* ont à cet égard des exigences très proches; il en est de même pour les Erpobdellidae *Erpobdella punctata* et *Mooreobdella microstoma*.

### Abstract

From 6881 specimens collected in the St. Lawrence River below Montréal, we have identified 18 species of freshwater leeches. *Glossiphonia complanata*, *Helobdella elongata*, *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella punctata* and *Mooreobdella microstoma* represent 94,7% of the total determined specimens. The frequency of each of the 14 other species does not surpass 1,2%. Chemical composition of water does not seem to influence the distribution of the species. The distribution depends especially on the texture of the substratum, the depth and the velocity of the flow. *Helobdella elongata* and *Helobdella stagnalis* on one hand, and *Erpobdella punctata* and *Mooreobdella microstoma* on the other hand have very similar ecological requirements in the area studied.

### Introduction

Les sangsues d'eau douce ont été peu étudiées en Amérique du Nord et les données sur la distribution et l'écologie de la plupart des espèces sont encore très incomplètes (Sawyer, 1972; Davies, 1973; Klemm, 1977). C'est particulièrement vrai pour le Québec, où plusieurs espèces communes n'ont été signalées que récemment (Vincent & Vaillancourt, 1977). L'étude de la faune macrobenthique du Saint-Laurent a montré que les sangsues y tiennent une place importante, en raison du grand nombre d'espèces présentes et de leur abondance dans certains groupements (Vincent & Vaillancourt, 1978a; Vincent, 1979). Comme nous avons récolté une quantité considérable de sangsues dans le Saint-Laurent, il nous est apparu utile de dresser une liste des espèces présentes, d'en préciser la distribution en rap-

port avec les principales composantes abiotiques et les caractéristiques des habitats.

### Matériel et méthodes

#### RÉGION ÉTUDIÉE

Tous les spécimens ont été récoltés en eau douce, dans un tronçon du Saint-Laurent d'une longueur de 350 km, situé en aval de Montréal (fig. 1). Nous avons subdivisé ce tronçon en 12 sections de 15 à 35 km, en respectant les principales divisions du Saint-Laurent (Dionne, 1963) et de façon à obtenir des sections homogènes de dimensions comparables. Les cinq premières sections (A, B, C, D, E) appartiennent au secteur fluvial où l'amplitude de la marée d'eau douce est nulle ou négligeable. Le Haut-Estuaire ou estuaire d'eau douce commence à la décharge du lac Saint-Pierre et sa

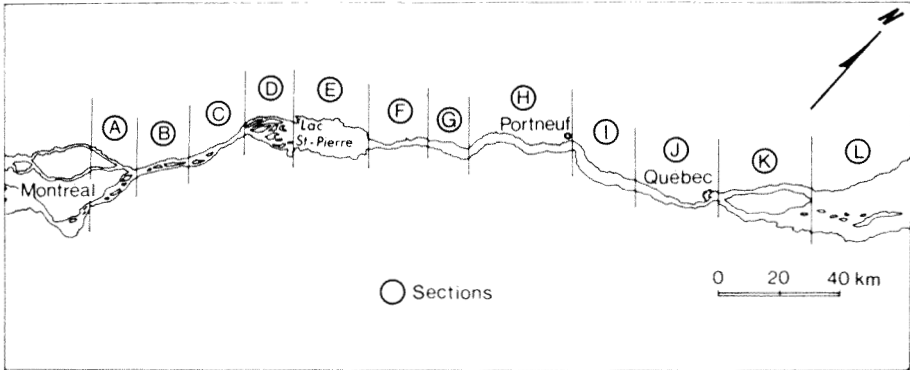


Figure 1. Région étudiée.

limite aval assez imprécise, se situe à peu près au milieu de la section L. Il est divisé en deux secteurs qui ont des composantes biotiques et abiotiques assez différentes (Dionne, 1963; Rousseau, 1967; Vincent, 1979). Dans le Haut-Estuaire supérieur (sections F, G, H), l'amplitude de la marée d'eau douce varie, suivant le lieu, de 0,3 à 3,8 m (Canada, 1978) et pendant le flot, les courants s'inversent en profondeur (Dohler, 1961). Dans le Haut-Estuaire inférieur (sections I, J, K), l'inversion du courant est totale pendant le flot et l'amplitude de la marée est comprise entre 3,8 et 5 m (Canada, 1978). Quelques prélèvements ont été faits dans les vasières estuariennes situées à la limite entre le Haut-Estuaire et le Moyen-Estuaire (section L).

#### PARAMÈTRES DU MILIEU

L'analyse granulométrique des sédiments a été faite avec une colonne de 12 tamis dont les vides de mailles sont compris entre  $63 \mu\text{m}$  ( $4\phi$ ) et  $360 \mu\text{m}$  ( $-1,75\phi$ ). Nous avons adopté la classification des textures préconisée par Folk (1968), en réunissant dans une même catégorie les substrats légèrement graveleux et les substrats non graveleux. Pour les sections A à G, la profondeur est exprimée par rapport à un niveau de référence situé à environ 1,8 m au-dessus du zéro des cartes marines, ce qui correspond à la limite entre les groupements végétaux aquatiques et terrestres. Dans les sections H à L, les plus fortes amplitudes de marée sont supérieures à 1 m et la profondeur est alors calculée par rapport au zéro hydrographique. Nous n'avons pas tenu compte des stations des sections H à L dans l'étude de la distribution bathymétrique des espèces, par suite des variations importantes et rapides de la

profondeur sous l'effet des marées. La vitesse du courant a été mesurée entre 0,5 et 0,25 m au-dessus du fond, à l'aide d'un courantmètre de type Ekman-Merz. Toutes les mesures ont été faites en juillet ou en août, alors que l'étiage est généralement atteint en septembre ou octobre. Les variables physico-chimiques ont été déterminées sur des échantillons pris, en surface et au fond, à 52 stations. L'oxygène dissous a été dosé par la méthode de Winkler et l'alcalinité par titrimétrie.

L'influence des composantes abiotiques sur la distribution des espèces a été étudiée en calculant la densité moyenne des populations pour les différentes textures du substrat et dans différentes classes de profondeur et de vitesse de courant. La même méthode n'est pas applicable aux données physico-chimiques (pH,  $\text{O}_2$ , conductivité, alcalinité) en raison de leur grande variabilité à une même station.

La fréquence correspond à l'abondance relative d'un taxon et la constance exprime le pourcentage de présence d'un taxon par rapport au nombre total d'échantillons recueillis ou de stations étudiées (Dajoz, 1970).

#### RÉCOLTE ET DÉTERMINATION DES SANGSUES

Nous avons recueilli un total de 6 881 sangsues, mais nous ne considérerons ici que les 5 987 individus qui ont pu être déterminés à l'espèce. La plupart des spécimens proviennent de la faune macrobenthique qui a été étudiée à 295 stations pendant les années 1976, 1977 et 1978. Les échantillons furent prélevés avec une benne Petersen d'une surface de  $0,1 \text{ m}^2$  et d'un volume de 10 litres. Les sédiments furent immédiatement lavés sur un tamis de  $0,48 \text{ mm}$

de vide de maille, puis les Invertébrés furent triés en laboratoire. Les Hirudinidae ont tous été récoltés le long de quais ou de rives caillouteuses. D'autres spécimens ont été recueillis sur la végétation aquatique pendant les mois de juillet et août 1976. Ces prélèvements ont été faits à l'aide d'un échantillonneur de 0,5 m de côté, muni d'un couteau coulissant à sa base et surmonté d'un filet dont les mailles ont 0,5 mm d'ouverture. Les invertébrés furent ensuite séparés de la végétation par lavage.

Les spécimens furent conservés dans une solution de formaldéhyde à 5%. Plusieurs d'entre eux ont été anesthésiés au préalable afin d'éviter la trop forte contraction des tissus qui rend impossible la détermination de certaines espèces. L'anesthésique était une solution de nicotine ou un liquide saturé en gaz carbonique (Moore, 1959).

Les principales clés de détermination des sangsues d'Amérique du Nord sont celles de Moore (1959), Davies (1971), Sawyer (1972), Klemm (1976) et Sawyer et Shelley (1976). Il n'y a pas de différences importantes entre elles, sauf pour les composantes des complexes *H. triserialis* et *H. fusca*. Ringuet (1943) considère *H. lineata* comme une variété de *triserialis* alors que Moore (1959) distingue *H. fusca*, *H. lineata*, *H. papillata* et *H. punctatolineata*. Les deux premières espèces sont très variables et seraient très souvent confondues (Sawyer, 1972). Nous avons adopté la nomenclature utilisée par Klemm (1977), qui conserve l'espèce *H. fusca*, mais qui tient *H. lineata* pour une variété de *H. triserialis*. Soos (1969) et Davies (1971) considèrent que *H. fusca* et *H. lineata* sont seulement des variétés de *H. triserialis*.

De nombreux spécimens de Glossiphoniidae bien conservés peuvent être déterminés à l'espèce d'après les seuls caractères anatomiques externes. Cependant, cela est difficile pour des espèces très variables telles que *H. fusca* et *H. triserialis*. De plus, certaines malformations, généralement liées à des habitats précis, se traduisent par une modification de la position des yeux qui peuvent parfois se fusionner (*G. heteroclita*, *H. elongata*, *H. triserialis*). La détermination des Erpobdellidae nécessite une dissection afin d'examiner la forme de l'atrium et des canaux éjaculateurs. La meilleure méthode consiste à pratiquer une fenêtre antéro-dorsale, puis à enlever le tube digestif afin de dégager l'appareil génital.

## Résultats

### LES ESPÈCES

Les 18 espèces récoltées apparaissent au tableau I; *M. melanostoma* est signalée pour la première fois au Canada et *T. tessulatum* est une addition à la faune du Québec.

La famille des Glossiphoniidae est la plus diversifiée puisque neuf des 18 espèces lui appartiennent. Par contre, leur fréquence totale (29,2%) est relativement faible par rapport à celle des Erpobdellidae. Dans cette dernière, on trouve sept espèces qui représentent 70,7% des sangsues récoltées. Il n'y a que deux espèces d'Hirudinidae et elles ne forment pas de populations denses aux stations étudiées. Les huit individus de cette famille ont été capturés à la main ou avec un filet sur le bord de l'eau.

Nous distinguerons deux groupes d'espèces en fonction de leur fréquence et de leur constance. Les 13 espèces rares ont une fréquence inférieure ou égale à 1,1% et une constance maximale de 10,6%. Elle ne représentent que 5,2% des sangsues récoltées et l'abondance de leurs populations est généralement inférieure à 10 ind./m<sup>2</sup>.

Les cinq espèces dominantes ont des fréquences supérieures ou égales à 8,4% et leur constance est supérieure à 30%. Elles représentent 94,6% des spécimens récoltés. L'abondance de leurs populations dépasse généralement 20 ind./m<sup>2</sup> et elle peut atteindre 590 ind./m<sup>2</sup>.

La plupart des spécimens qui n'ont pu être déterminés étaient immatures. Les autres ne correspondaient précisément à aucune description d'espèce, ou étaient en mauvais état de conservation. La majorité des spécimens déterminés correspondent exactement aux descriptions des principales clés; il y a, cependant, quelques particularités ou exceptions que nous signalerons ici.

Chez *G. complanata*, nous avons trouvé toutes les variétés de coloration décrites par Sawyer (1972). Néanmoins, elles ne sont pas liées à une population ou à la texture du substrat puisque nous avons souvent rencontré plusieurs de ces variétés à la même station.

Tous nos spécimens de *G. heteroclita* sont caractérisés par la présence, au milieu du dos, d'une bande longitudinale noire qui est généralement interrompue au tiers et aux deux-tiers du corps. Les spécimens décrits par Sawyer (1972) sont entièrement blancs,

TABLEAU I  
 Nombre d'individus, fréquence (%) et constance (%) des espèces de sangsues récoltées  
 dans le benthos et sur la végétation

Espèces	Végétation		Benthos			Total	
	Nombre	Fréquence (%)	Nombre	Fréquence (%)	Constance (%)	Nombre	%
Famille des Glossiphoniidae							
1. <i>Batracobdella phalera</i> (Graf, 1899)	—	—	21	0,4	10,6	21	0,4
2. <i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	10	26,3	499	8,4	42,3	509	8,5
3. <i>Glossiphonia heteroclita</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	25	0,4	4,9	25	0,4
4. <i>Helobdella elongata</i> (Castle, 1900)	1	2,6	497	8,4	30,9	498	8,3
5. <i>Helobdella fusca</i> (Castle, 1900)	12	31,3	64	1,1	10,6	76	1,3
6. <i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	2	5,2	554	9,3	37,8	556	9,3
7. <i>Helobdella triserialis</i> (Ringuélet, 1943)	2	5,2	35	0,6	10,6	37	0,6
8. <i>Placobdella montifera</i> (Moore, 1906)	3	7,9	8	0,1	6,5	11	0,2
9. <i>Theromyzon tessulatum</i> (O. F. Müller, 1774)	4	10,5	9	0,2	5,7	13	0,2
Total	34	89,5	1712	28,8		1746	29,2
Famille des Erphodellidae							
10. <i>Dina dubia</i> (Moore et Meyer, 1951)	—	—	22	0,4	2,4	22	0,4
11. <i>Dina parva</i> (Moore, 1912)	—	—	9	0,2	4,9	9	0,2
12. <i>Erpobdella punctata</i> (Leidy, 1870)	3	7,9	3097	52,1	52,8	3100	51,8
13. <i>Mooreobdella fervida</i> (Verrill, 1874)	—	—	8	0,1	2,4	8	0,1
14. <i>Mooreobdella melanostoma</i> (Sawyer et Shelley, 1976)	—	—	62	1,0	5,7	62	1,0
15. <i>Mooreobdella microstoma</i> (Moore, 1901)	1	2,6	1013	17,0	45,5	1014	16,9
16. <i>Nephelopsis obscura</i> (Verrill, 1872)	1	1	18	0,3	4,9	18	0,3
Total	4	10,5	4229	71,1		4233	70,7
Famille des Hirudinidae							
17. <i>Haemopsis grandis</i> (Verrill, 1874)	—	—	5	<0,1	—	5	<0,1
18. <i>Haemopsis marmorata</i> (Say, 1824) Moore 1901	—	—	3	<0,1	—	3	<0,1
Total	—	—	8	0,1	—	8	0,1
Nombre total	38		5849			5987	

alors que Klemm (1976) signale la présence possible de cette bande, parfois continue. Certains de nos spécimens ressemblent à *Glossiphonia swampina* et il ne s'agit, peut-être, que de deux variétés d'une même espèce (Klemm, comm. pers.). Enfin, les yeux se sont fusionnés chez quelques individus.

La coloration de *H. fusca* est variable, mais 85% des spécimens récoltés appartiennent à la forme typique décrite par Moore (1959) et Sawyer (1972). Les autres sont très peu colorés et ont des papilles plus développées; ils ont donc une morphologie externe assez proche de celle d'*Helobdella papillata* qui n'est, peut-être, qu'une variété d'*H. fusca* (Sawyer, 1972).

*H. triserialis* est une espèce extrêmement variable. Vingt-cinq de nos spécimens sont blancs et leurs papilles sont plus ou moins visibles. Les douze autres sont de couleur grise et ont deux bandes longitudinales blanches sur le dos. Ils sont identiques à des spécimens récoltés dans la rivière Détroit, près du lac Érié (Klemm, comm. pers.).

*M. melanostoma* est une espèce décrite récemment (Sawyer & Shelley, 1976) et encore peu connue. Les spécimens qui ont pu être comparés avec l'holotype lui correspondent exactement (Klemm, comm. pers.). Cependant, la forme de l'atrium et des boucles préatriales varient parfois légère-

ment, comme cela peut arriver aussi chez *M. fervida* et *M. microstoma*. La présence, dans le Saint-Laurent, de *M. fervida*, *M. melanostoma* et de *M. microstoma* montre qu'il n'est pas possible de retenir la suggestion de Sawyer et Shelley (1976), selon laquelle on pourrait différencier les espèces du genre *Mooreobdella* en fonction de leur distribution.

#### DISTRIBUTION

Le tableau II résume la distribution des sangsues dans le Saint-Laurent. Les sections de l'amont (A-G) sont beaucoup plus riches en espèces, en particulier les sections qui comportent de nombreuses baies caractérisées par une végétation abondante. Dans le Haut-Estuaire inférieur, les Hirudinées ne sont bien représentées que dans la section K, où nous avons récolté les cinq espèces dominantes du Saint-Laurent, ainsi que *N. obscura*.

*G. complanata* est la sangsue la plus largement répandue dans la région étudiée. Elle n'est absente que des vasières du Moyen-Estuaire et sa constance est relativement élevée par rapport à sa fréquence. Les autres espèces dominantes (*H. elongata*, *H. stagnalis*, *E. punctata*, *M. microstoma*) sont présentes dans huit à dix des douze sections et elles sont, avec *N. obscura*, les

TABLEAU II  
Distribution des espèces de sangsues

Espèces	Sections												Nombre de sections
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
<i>B. phalera</i>	+			+	+	+	+	+					6
<i>G. complanata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		11
<i>G. heteroclita</i>	+			+			+						3
<i>H. elongata</i>	+			+	+	+	+	+		+	+		8
<i>H. fusca</i>	+			+		+	+	+					5
<i>H. stagnalis</i>	+	+		+	+	+	+	+		+	+		9
<i>H. triserialis</i>	+			+		+	+						4
<i>P. montifera</i>				+		+	+						3
<i>T. tessulatum</i>				+		+							3
<i>D. dubia</i>							+						1
<i>D. parva</i>							+						1
<i>E. punctata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	10
<i>M. fervida</i>						+	+						2
<i>M. melanostoma</i>	+			+	+	+	+						5
<i>M. microstoma</i>	+	+	+	+	+	+	+	+			+		9
<i>M. obscura</i>							+				+		2
<i>H. grandis</i>		+		+		+	+	+					5
<i>H. marmorata</i>						+	+						2
Nombre de stations	8	6	6	12	16	12	28	15	6	4	4	4	

seules sangsues du Haut-Estuaire inférieur. Toutes les autres espèces ne sont présentes que dans 50% ou moins des sections et la plupart d'entre elles proviennent des sections A, D, E, F et G. Cependant, *B. phalera* est une espèce peu fréquente (0,35%) dont la constance dans les sections est élevée (50%). Les Hirudinidae n'ont été trouvées que dans les sections dont nous avons exploré les berges.

#### RÔLE DES FACTEURS ABIOTIQUES

##### Substrat

Les vases sableuses sont les substrats les plus riches en espèces et en individus alors que les graviers sablo-vaseux sont très pauvres (tableau III). L'abondance des sangsues dans les deux classes de substrats graveleux est due uniquement à la présence d'importantes populations des espèces *E. punctata* et *M. microstoma* à deux stations de la section K. Le nombre d'espèces rencontrées sur ces deux types de substrats reste faible.

La plupart des espèces rares (*B. phalera*, *G. heteroclita*, *H. fusca*, *T. tessulatum*, *D. dubia*, *D. parva*, *M. fervida*) ne se trouvent que sur les substrats à granulométrie fine. Par contre, *P. montifera* et *H. triserialis* sont plus abondantes sur les substrats graveleux.

*G. complanata* est la seule sangsue récoltée sur les six types de substrats. Elle est moins abondante sur les graviers sablo-vaseux et sa densité maximale correspond aux vases sableuses, comme pour *H. elongata* et *H. stagnalis*. Par contre, la plus faible densité moyenne se rencontre sur les vases sablo-graveleuses pour *H. elongata* et sur les sables vaseux pour *H. stagnalis*. Les populations de *M. microstoma* et d'*E. punctata* sont moins fortes sur les sables vaseux et sur les sables, mais elles restent importantes dans les cinq premières classes de substrats.

##### Profondeur

Les biotopes les moins profonds ( $h < 1$  m) sont les plus riches en espèces, alors que les biotopes les plus riches en individus sont situés entre 1 et 2 m (tableau III). Les sangsues sont beaucoup plus abondantes lorsque la profondeur est inférieure à 3 m, mais la densité moyenne des peuplements d'Hirudinées reste considérable quelle que soit la profondeur.

*B. phalera*, *H. triserialis* et *M. melanostoma* ont une distribution assez régulière

dans les différentes classes de profondeur (tableau III), alors que *G. heteroclita*, *H. fusca*, *M. fervida* ne se rencontrent qu'à faible profondeur et que les autres espèces rares ont une répartition inégale. La densité moyenne des populations de *G. complanata* diminue lorsque la profondeur augmente. *H. elongata* et *H. stagnalis* sont plus abondantes dans les stations les moins profondes, mais leurs densités sont relativement élevées à des profondeurs supérieures à 3 m. *E. punctata* et *M. microstoma* ont une distribution identique en fonction de la profondeur avec un maximum entre 1 et 2 m et un minimum, peu marqué, dans les stations les plus profondes ( $h > 4$  m).

##### Vitesse du courant

Au-dessous de 0,4 m/s, la densité des peuplements de sangsues augmente lorsque la vitesse du courant diminue (tableau III). Elle est élevée pour des courants forts ( $v \geq 0,4$  m/s), en raison uniquement de l'abondance des Erpobdellidae *E. punctata* et *M. microstoma* à deux stations de la section K. Le nombre d'espèces diminue régulièrement lorsque la vitesse du courant augmente (tableau III).

Les sangsues qui paraissent les moins sensibles à des variations de la vitesse du courant sont *B. phalera*, *H. triserialis*, *E. punctata*, *M. melanostoma* et *M. microstoma*. Plusieurs espèces rares se trouvent uniquement dans les zones où la vitesse du courant est inférieure à 0,1 m/s (*P. montifera*, *M. fervida*) ou sont plus abondantes dans ces zones (*G. heteroclita*, *H. fusca*, *D. parva*, *N. obscura*). Par contre, *T. tessulatum* et *D. dubia* sont plus abondantes dans les stations à courant modéré. Pour *H. elongata* et *H. stagnalis* le nombre moyen d'individus diminue régulièrement lorsque la vitesse du courant augmente. *G. complanata* est abondante lorsque le courant est faible, mais ses populations sont, en moyenne, plus denses sur les substrats soumis à des courants de 0,1 à 0,2 m/s; la densité de ses populations diminue ensuite considérablement quand la vitesse augmente.

##### Physico-chimie de l'eau

Les espèces dominantes, en particulier *H. stagnalis* et *E. punctata*, peuvent se rencontrer dans des eaux de pH très différents (tableau IV). Nous n'avons trouvé les espèces rares que dans des eaux basiques, à l'exception de *P. montifera* et *T. tessulatum* qui

TABLEAU III

Densité moyenne (nombre d'individus/m<sup>2</sup>) des populations de sangsues en fonction de la texture du substrat, de la profondeur (h) et de la vitesse du courant (v)

Espèces	Substrat						Profondeur (m)					Vitesse du courant (v)			
	Vases sableuses	Sables vaseux	Sables graveleux	Vases sablo-graveleux	Sables vaso-graveleux	Graviers sablo-vaseux	h < 1	1 ≤ h < 2	2 ≤ h < 3	3 ≤ h < 4	4 ≤ h	v < 0,1	0,1 ≤ v < 0,2	0,2 ≤ v < 0,4	0,4 ≤ v
<i>B. phalera</i>	0,3	0,1	0,4	—	—	—	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5
<i>G. complanata</i>	6,8	3,5	3,7	2,7	3,5	1,1	7,3	5,9	4,2	3,7	1,0	5,7	7,0	0,2	0,4
<i>G. heteroclita</i>	0,6	0,1	—	—	—	—	0,5	0,1	0,3	—	—	0,4	0,2	—	—
<i>H. elongata</i>	9,4	1,9	1,9	0,7	2,2	—	6,6	1,4	1,2	5,0	4,7	6,2	2,3	1,0	0,6
<i>H. fusca</i>	0,6	0,3	1,0	—	—	—	1,0	—	—	—	—	0,8	0,1	0,2	—
<i>H. stagnalis</i>	8,5	1,7	4,3	3,7	2,6	—	7,1	1,7	3,7	4,9	4,8	6,3	1,6	1,0	0,4
<i>H. triserialis</i>	0,2	0,5	0,5	—	1,3	—	0,7	0,3	0,5	0,1	0,1	0,5	0,1	0,4	0,2
<i>P. montifera</i>	0,1	0,1	—	0,4	0,2	—	0,1	—	0,2	—	—	0,1	—	—	—
<i>T. tessulatum</i>	0,1	<0,1	0,1	—	—	—	0,1	—	—	—	0,1	0,1	—	0,9	—
<i>D. dubia</i>	0,1	<0,1	—	—	—	—	—	—	1,0	0,2	—	0,1	0,2	—	—
<i>D. parva</i>	<0,1	—	—	—	—	—	0,2	—	—	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—
<i>E. punctata</i>	40,4	17,4	17,1	20,0	41,7	—	29,3	56,5	38,3	16,3	15,1	31,1	16,7	15,5	46,0
<i>M. fervida</i>	0,3	<0,1	—	—	—	—	0,1	0,3	—	—	—	0,1	—	—	—
<i>M. melancstoma</i>	0,3	0,5	0,8	—	0,4	—	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	—	0,2
<i>M. microstoma</i>	13,3	4,2	4,4	15,0	9,3	—	8,6	10,1	7,2	9,2	6,1	7,8	7,7	4,0	6,7
<i>N. obscura</i>	0,1	0,1	0,4	—	<0,1	—	0,5	—	0,2	—	—	0,6	0,2	0,1	0,1
TOTAL	81,2	30,7	34,6	42,5	61,3	1,1	62,7	76,6	57,2	39,9	32,8	60,4	36,3	23,5	55,1

TABLEAU IV

Valeurs extrêmes des paramètres physico-chimiques des eaux où ont été récoltées les différentes espèces

Espèces	pH	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Alcalinité (mg/l $\text{CaCO}_3$ )
<i>B. phalera</i>	7,8-9,2	2,8-12,6	42-298	4-111
<i>G. complanata</i>	6,7-9,1	2,6-14,0	42-315	4-120
<i>G. heteroclita</i>	7,1-7,5	3,8-14,1	40-290	18-109
<i>H. elongata</i>	6,8-9,0	5,0-14,0	48-325	30-115
<i>H. fusca</i>	7,0-8,4	5,2-13,8	180-315	49-109
<i>H. stagnalis</i>	6,3-9,4	2,8-14,5	52-315	32-101
<i>H. triserialis</i>	7,8-9,3	4,8-14,0	42-316	38-109
<i>P. montifera</i>	6,8-9,0	5,5-13,5	88-243	29- 88
<i>T. tessulatum</i>	6,7-7,5	2,9-12,6	192-290	42-100
<i>D. dubia</i>	7,3-8,8	7,8-14,8	168-243	42- 88
<i>D. parva</i>	7,8-9,0	9,1-12,2	188-272	62-115
<i>E. punctata</i>	6,3-9,4	2,8-14,0	51-315	4-111
<i>M. fervida</i>	7,9-8,4	5,7-11,7	190-245	18- 93
<i>M. melanostoma</i>	7,2-8,8	4,9-13,8	42-305	28-115
<i>M. microstoma</i>	6,6-9,4	2,6-13,0	42-316	4-115
<i>N. obscura</i>	7,0-8,6	5,2-14,0	102-298	48-109
Valeurs extrêmes	6,2-9,4	2,4-14,8	40-325	4-120

fréquentent aussi des eaux légèrement acides.

*D. dubia* et *D. parva* sont les seules espèces qui n'aient été trouvées que dans des milieux bien oxygénés. Toutes les autres sangsues semblent peu sensibles aux teneurs en oxygène dissous; les concentrations minimales sont particulièrement basses pour *B. phalera*, *G. complanata*, *H. stagnalis*, *T. tessulatum* et *E. punctata*.

Les valeurs de la conductivité restent relativement élevées pour *H. fusca*, *T. tessulatum*, *D. dubia*, *D. parva* et *M. fervida*. Les autres espèces semblent indifférentes à ce facteur.

Pour *B. phalera*, *G. complanata* et *E. punctata*, les valeurs extrêmes de l'alcalinité sont proches de celles enregistrées dans l'ensemble de nos stations, ou égales à celles-ci. *H. fusca*, *T. tessulatum* et *D. parva* proviennent de milieux où l'alcalinité est assez élevée, alors qu'elle reste faible pour *P. montifera* et *D. dubia*.

#### Température et reproduction

*H. elongata* et *H. stagnalis* sont les espèces qui se reproduisent le plus tôt. Nous en avons trouvé des cocons dès la mi-mai, alors que la température de l'eau se situe entre 8 et 14°C (fig. 2). Les jeunes attachés à la face ventrale des adultes se rencontrent jus-

qu'au début de juillet et leur fréquence maximale est plus tardive pour *H. elongata* (fin juin-début juillet) que pour *H. stagnalis* (début juin). Nous n'avons pas trouvé de cocons

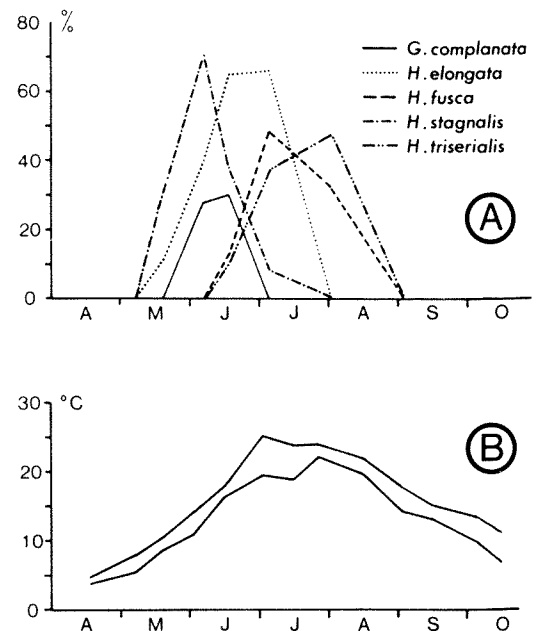


Figure 2. Pourcentages d'individus portant des jeunes ou des cocons (A) et températures minimales et maximales de l'eau du Saint-Laurent (B), d'avril à octobre 1978 (zone littorale, section F).



de l'espèce *G. complanata* en 1978 et les individus porteurs de jeunes ont été récoltés uniquement en juin, alors que la température de l'eau était comprise entre 10,8 et 18,1°C. *H. fusca* et *H. triserialis* se reproduisent aux mêmes périodes de l'année et plus tard que les espèces précédentes. Nous avons trouvé des cocons de ces espèces, de la mi-juin au début de juillet, alors que la température de l'eau était comprise entre 17,2 et 25,1°C. Il y a un pourcentage élevé d'individus porteurs de jeunes jusqu'au début d'août.

La récolte des cocons d'Erpobdellidae étant difficile en raison de la richesse des sédiments en limons et en argiles, la plupart de nos observations n'ont pu être faites que sur des substrats artificiels. Des cocons d'*E. punctata* ont été trouvés en juin et en juillet dans des eaux dont la température était comprise entre 11,5 et 25°C. Pour *M. microstoma*, les cocons ont été observés en juillet et au début d'août, à des températures de 18,8 à 25,2°C.

#### HABITATS PRINCIPAUX

Plusieurs espèces (*B. phalera*, *H. fusca*, *H. triserialis*, *P. montifera*, *T. tessulatum*, *D. dubia*, *D. parva*, *M. fervida*, *M. melanostoma*) sont trop rares ou trop uniformément réparties dans les différentes stations pour qu'il soit possible de discerner leurs habitats principaux dans le Saint-Laurent. Par contre, d'autres espèces sont beaucoup plus abondantes à certaines stations qui représentent vraisemblablement les biotopes les plus favorables à leur développement.

*G. heteroclita* est la seule espèce rare qui soit beaucoup plus abondante à une station. Soixante-douze pour cent des individus proviennent d'une station située dans la section G et caractérisée par une végétation abondante, une profondeur de 0,5 m, un substrat vaso-sableux riche en fibres végétales et une vitesse de courant nulle. La densité moyenne de la population est de 20 ind./m<sup>2</sup> et le maximum observé est de 60 ind./m<sup>2</sup>.

Les plus fortes populations d'*H. elongata* et *H. stagnalis* se retrouvent aux mêmes stations ou dans des biotopes comparables. Leur substrat, toujours vaso-sableux, est soumis à un courant faible ( $v < 0,1$  m/s). La profondeur est de 0,5 à 7,5 m et la densité de la végétation est très variable. Cependant, *H. elongata* n'est jamais abondante sur les substrats riches en fibres végétales, alors

qu'*H. stagnalis* peut l'être. Les habitats principaux d'*H. stagnalis* sont représentés par quatre stations des sections A, D, F, G où son abondance moyenne varie entre 20 et 28 ind./m<sup>2</sup>; la densité maximale observée dans un échantillon est de 60 ind./m<sup>2</sup>. Les biotopes principaux d'*H. elongata* correspondent à quatre stations des secteurs D et G et deux de ceux-ci sont communs avec ceux d'*H. stagnalis*. La densité des populations y est en moyenne de 20 à 67 ind./m<sup>2</sup> et elle atteint un maximum de 90 ind./m<sup>2</sup> dans un échantillon.

Il n'y a que trois stations dans lesquelles *G. complanata* soit relativement abondante. Le substrat y est vaso-sableux; la profondeur, de 0,55 à 2,75 m et la vitesse du courant, de 0 à 0,38 m/s. La densité de la végétation y est très variable. À ces stations, on trouve une moyenne de 25 à 50 ind./m<sup>2</sup> et la densité maximale observée dans un échantillon est de 60 ind./m<sup>2</sup>.

Les plus fortes populations d'*E. punctata* correspondent à deux types de biotopes très différents. Dans le Haut-Estuaire inférieur (section K), nous avons trouvé deux populations ayant des densités moyennes de 135 et de 590 ind./m<sup>2</sup>. Les substrats sont un sable vaso-graveleux et une vase sablo-graveleuse, soumis à un courant supérieur à 0,4 m/s, dépourvus de végétation et situés à 1 et à 2 m de profondeur. Les trois autres stations les plus favorables à cette espèce sont situées dans les sections A, D et G et les densités moyennes sont de 126 et 200 ind./m<sup>2</sup>. Le substrat est vaso-sableux ou sablo-vaseux, la profondeur est de 1,5 à 4,8 m, la vitesse du courant varie entre 0 et 0,36 m/s et la végétation est rare ou abondante.

*M. microstoma* est très commune à quatre stations (sections F, G, K) où sa densité moyenne est comprise entre 66 et 90 ind./m<sup>2</sup> avec un maximum de 126 ind./m<sup>2</sup> dans un échantillon. Les deux stations du Haut-Estuaire inférieur sont les mêmes que pour *E. punctata*. Celles du Haut-Estuaire supérieur ont un substrat sablo-vaseux situé à des profondeurs de 0,5 à 4 m, soumis à un courant de 0 et 0,15 m/s et dépourvu de végétation.

## Discussion

#### DISTRIBUTION

Nous avons dénombré 18 espèces de sangsues dans le Saint-Laurent ce qui, en incluant les données de Davies (1973, 1979),

porte à 24 le nombre d'espèces recensées au Québec.

*M. melanostoma* n'avait été signalée qu'en Caroline du Nord et en Caroline du Sud (Sawyer & Shelley, 1976). Elle est probablement présente dans des secteurs du bassin laurentien autres que ceux étudiés ici, car nous l'avons trouvée dans de nombreuses sections amont (tableau II); sa fréquence et sa constance sont relativement élevées (tableau I).

Ces résultats confirment aussi la présence dans la région étudiée, de sangsues peu abondantes (*P. montifera*, *T. tessulatum*) ou très communes (*H. elongata*, *M. microstoma*) qui n'y ont été signalées que récemment (Vincent & Vaillancourt, 1977). *P. montifera* et *T. tessulatum* ont donc une distribution pan-canadienne, puisque la première avait déjà été trouvée en Ontario et dans les provinces de l'Ouest et la seconde, en Nouvelle-Écosse, en Saskatchewan et en Colombie-Britannique (Davies, 1973). *H. elongata* et *M. microstoma* sont deux espèces abondantes dans le sud des États-Unis (Sawyer, 1974). La présence d'*H. elongata* dans le Saint-Laurent n'est pas étonnante puisqu'elle se rencontre dans plusieurs régions voisines du Québec (Davies, 1973; Klemm, 1977), mais sa fréquence élevée dans nos échantillons montre qu'elle peut trouver des conditions favorables de développement au nord de son aire de distribution. Par contre, Davies (1973) ne signale *M. microstoma* qu'en Ontario. On considère généralement qu'elle n'est commune qu'au sud des Grands Lacs, au nord desquels elle serait remplacée par *M. fervida* (Sawyer, 1972; Klemm, 1977). Cependant, son abondance de Montréal à Québec (tableaux I et III) et la récolte de plusieurs spécimens dans l'Outaouais (Mackie, 1971) indiquent qu'elle peuple une grande partie du bassin laurentien. Sawyer (1967) avait remarqué l'abondance de *M. microstoma* dans la partie sud-ouest du lac Érié. Il l'explique par l'eutrophisation de ce lac, accompagnée d'une augmentation de la température moyenne et d'une diminution des teneurs en oxygène dissous, qui auraient favorisé le remplacement de *M. fervida* par cette espèce (Sawyer, 1974). Les mêmes raisons pourraient être invoquées pour le Saint-Laurent, si l'on admet, comme cet auteur, qu'il y a eu un remplacement de *M. fervida* par *M. microstoma*; elles pourraient peut-être aussi expliquer la présence de fortes populations d'*H. elongata*. Néanmoins, on n'a aucune

preuve qu'un tel remplacement ait eu lieu et on ne peut l'admettre qu'en fonction des données sur la distribution des espèces. Mais ces données sont encore très incomplètes, comme le souligne Davies (1973) et comme le démontre la présence d'*H. elongata*, *M. melanostoma* et *M. microstoma* parmi les sept sangsues les plus fréquentes dans le Saint-Laurent (tableau I).

On retrouve actuellement dans le Fleuve et le Haut-Estuaire des espèces d'eaux froides, telles que *D. dubia*, *M. fervida*, *N. obscura* (Sawyer, 1972, 1974; Davies, 1973; Klemm, 1977) et des espèces typiques des eaux plus chaudes du centre et du sud des États-Unis, telles qu'*H. elongata*, *M. microstoma* (Sawyer, 1972; Klemm, 1977) et *M. melanostoma* (Sawyer & Shelley, 1976). Ce second groupe est beaucoup mieux représenté que le premier en nombre d'individus (tableau I) et il constitue, avec les espèces eurythermes *G. complanata*, *H. stagnalis* et *E. punctata* (Hermann, 1970; Sawyer, 1972; Klemm, 1972), 96,9% de la faune des Hirudinées.

Le Fleuve et le Haut-Estuaire supérieur sont beaucoup plus riches en espèces et en individus que le Haut-Estuaire inférieur. Cet appauvrissement d'amont en aval correspond plus à une raréfaction des biotopes favorables aux différentes espèces qu'à une limite biogéographique, puisque les plus abondantes d'entre elles se rencontrent près du Moyen-Estuaire et que, parmi elles, figurent *H. elongata*, *M. melanostoma* et *M. microstoma* qui sont à la limite nord de leur aire de distribution.

#### COMPOSITION DES PEUPELEMENTS

Dans la zone littorale, la plupart des sangsues font partie du benthos. Leur densité moyenne n'y est que de 1,4 ind./m<sup>2</sup> sur la végétation, alors qu'elle atteint 23,8 ind./m<sup>2</sup> sur le fond. Cet écart, supérieur à celui constaté par Magnin (1970) dans le lac Saint-Louis, est dû en partie à la rareté des Erpobdellidae épiphytiques. Les Chironomides et les Tubificidae, qui constituent, avec la matière organique, l'essentiel de leur alimentation (Sawyer, 1974; Davies et Everett, 1975; Davies et al., 1978; Klemm, 1977) sont en effet très rares (Chironomides) ou absents (Tubificidae) au sein de la faune épiphytique (Vincent et al., 1979). Par contre, celle-ci contient 98,4% de Gastéropodes qui constituent des proies pour de nombreuses espèces de Glossiphoniidae (Klemm, 1972, 1977; Davies & Everett, 1975). Toutefois, cette fa-

mille reste beaucoup mieux représentée en espèces et en individus dans le benthos.

Cinq espèces (*G. complanata*, *H. elongata*, *H. stagnalis*, *E. punctata*, *M. microstoma*) sont nettement dominantes dans le Saint-Laurent puisque la somme de leurs fréquences, qui sont comprises entre 8,3% (*H. elongata*) et 51,8% (*E. punctata*), atteint 94,8%. Cet ensemble, formé de sangsues très communes en Amérique du Nord, a été signalé par Richardson (1928) et par Mackie (1971) dans deux rivières (Illinois et Outaouais) légèrement polluées. Ces espèces sont en effet peu sensibles à une eutrophisation, mais elles ne peuvent en être considérées comme des indicateurs qu'à haute densité de populations. L'augmentation de leurs effectifs est liée directement à celle de leur proies et en particulier des Chironomides et des Tubificidae qui abondent dans les sédiments riches en matière organique (Sawyer, 1974; Brinkhurst & Jamieson, 1971). Ces cinq espèces dominantes ont un rôle important dans l'écosystème, car elles constituent 90% des invertébrés benthiques prédateurs dans le Saint-Laurent.

#### ÉCOLOGIE DES ESPÈCES

Dans le Saint-Laurent, il ne semble pas que la distribution des sangsues soit influencée par l'eau; en effet, la plupart des espèces ont été trouvées dans des biotopes où les valeurs extrêmes des paramètres étudiés sont proches des valeurs extrêmes enregistrées dans l'ensemble des stations, ou égales à celles-ci. D'autre part, nous avons rencontré d'importantes populations des principales espèces le long des deux rives, en général baignées par des eaux de composition chimique différente (Gouin & Malo, 1977). Herrmann (1970) et Klemm (1972) ont trouvé les mêmes espèces à des pH et des alcalinités souvent très différents.

De même, la température de l'eau est trop homogène entre Montréal et Québec (Soucy, 1975) pour induire une succession d'espèces et suffisamment élevée de mai à octobre pour en permettre la reproduction (Sawyer, 1974). Par contre, nos données montrent que la texture du substrat, la profondeur et la vitesse du courant influencent la distribution d'un grand nombre d'espèces, mais ces résultats sont parfois très différents de ceux obtenus dans d'autres milieux.

Muttkowski (1918), Pawlowski (1936) et Sapkarev (1968) trouvent beaucoup plus de sangsues sur les sédiments grossiers, alors

que les vases sableuses sont les substrats les plus riches en Hirudinées dans le Saint-Laurent. *G. complanata* est la seule espèce que nous ayons trouvée sur tous les types de sédiments, mais elle est beaucoup plus abondante sur les vases sableuses. Il en est de même pour *H. elongata* et *H. stagnalis*, alors que de nombreux auteurs considèrent que cette espèce peuple surtout les fonds à texture grossière (Pawlowski, 1936; Carlson, 1968; Herrmann, 1970; Klemm, 1972). *E. punctata* et *M. microstoma* sont abondantes sur plusieurs types de substrats.

En général, la faune d'Hirudinées s'appauvrit lorsque la profondeur augmente (Bennike, 1943; Sapkarev, 1968; Klemm, 1972). La même relation existe dans le Saint-Laurent où cependant l'étendue des densités moyennes reste relativement faible. La distribution de *B. phalera*, *H. triserialis*, *T. tessulatum*, *D. parva* et *M. microstoma* semble dépendre peu de ce facteur. *H. elongata* et *H. stagnalis* présentent la particularité d'être relativement abondantes dans les biotopes les plus profonds, ce qui correspond aux observations faites par Bennike (1943), Sapkarev (1968) et Thut (1969).

Il y a beaucoup plus d'espèces dans les biotopes soumis à un courant faible ( $v < 0,1$  m/s) et leur nombre diminue ensuite rapidement. Il en est de même pour le nombre d'individus, si l'on ne tient pas compte d'*E. punctata* qui est peu sensible à la vitesse du courant (Hermann, 1970) et qui a ici une abondance moyenne plus élevée dans les courants forts ( $v > 0,4$  m/s). La vitesse du courant semble aussi avoir peu d'influence sur la distribution de *B. phalera*, *H. triserialis*, *M. microstoma* et *N. obscura*. On remarque aussi que les principaux biotopes où l'on rencontre *H. elongata* et *H. stagnalis* d'une part et *E. punctata* et *M. microstoma* d'autre part sont identiques ou très peu différents. À l'intérieur de ces deux groupes, les espèces ont donc des exigences écologiques comparables, puisque les densités moyennes de leurs populations sont proches dans les différentes classes de substrat, de profondeur et de courant (*H. elongata* et *H. stagnalis*) ou bien varient de la même façon (*E. punctata* et *M. microstoma*).

L'influence indirecte de la texture du substrat, de la profondeur et de la vitesse du courant peut être très importante puisque ces facteurs conditionnent en grande partie la structure et la distribution des groupements benthiques (Vincent & Vaillancourt, 1978b) et donc la quantité de nourriture

disponible pour les sangsues. C'est particulièrement vrai dans le Saint-Laurent où les Tubificidae, les Mollusques et les Chironomides sont, avec les sangsues, les groupes les mieux représentés (Vincent & Vaillancourt, 1978a; Vincent, 1979) et qu'ils constituent les proies préférées de ces dernières (Klemm, 1972; Davies & Everett, 1975; Davies *et al.*, 1978). L'influence de la quantité de nourriture disponible sur la distribution des Hirudinées est souvent évidente dans la région étudiée; par exemple, *H. elongata* et *H. stagnalis* sont généralement communes dans les groupements à Sphaeriidae et il en est de même pour *E. punctata* et *M. microstoma* dans les groupements à Tubificidae. Cependant, les exceptions sont fréquentes et elles s'expliquent par le fait que certains facteurs abiotiques peuvent devenir limitants pour les prédateurs, alors qu'ils ne le sont pas pour leurs proies. C'est pourquoi les Erpobdellidae sont absents des groupements à Tubificidae situés à plus de 5 m de profondeur ou sur des substrats très mous, où les vers, qui n'ont plus de prédateurs, forment des populations très importantes. De même, *H. elongata* et *H. stagnalis* deviennent rares dans les groupements à Sphaeriidae lorsque le pourcentage de sable augmente. Les facteurs abiotiques peuvent donc, dans certaines limites, n'influencer qu'indirectement la distribution des sangsues en agissant sur la quantité de nourriture disponible, mais ils peuvent aussi l'influencer directement en les éliminant de certains biotopes où les proies sont pourtant abondantes.

### Remerciements

Nous remercions particulièrement M. D. J. Klemm de l'U.S. Environmental Protection Agency (Cincinnati, U.S.A.) qui a accepté d'examiner notre collection de référence et qui nous a conseillés. M. R. W. Davies de l'Université de Calgary (Alberta, Canada) et Mme J. Madill des Musées Nationaux du Canada nous ont aidés pour la détermination de plusieurs spécimens.

Cette étude a été réalisée grâce à l'assistance financière de l'Hydro-Québec, de l'Université du Québec à Trois-Rivières et du Ministère de l'éducation du Québec.

### Références

- BENNIKE, S.A.B., 1943. Contributions to the ecology and biology of the Danish freshwater leeches. — *Folia limnol. scand.*, 2: 1-109.
- BRINKHURST, R. O. & B.G.M. JAMIESON, 1971. Aquatic Oligochaeta of the world. — Univ. Toronto Press, 860 p.
- CANADA, 1978. Table des marées et courants du Canada. Vol. 3. Fleuve Saint-Laurent et rivière Saguenay. — Min. Pêches et Envir., Ottawa, 39 p.
- CARLSON, C. A., 1969. Summer bottom fauna of the Mississippi River, above Dam 19, Keokuk, Iowa. — *Ecology*, 49: 162-169.
- DAJOZ, R. W., 1970. Précis d'écologie. — Dunod éd., Paris, 357 p.
- DAVIES, R. W., 1971. A key to the freshwater Hirudinoidea of Canada. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 28: 543-552.
- DAVIES, R. W., 1973. The geographic distribution of freshwater leeches (Hirudinoidea) of Canada. — *Can. J. Zool.*, 51: 531-545.
- DAVIES, R. W., 1979. Dispersion of freshwater leeches (Hirudinoidea) to Anticosti Island, Quebec. — *Can. Fld Nat.*, 93: 310-313.
- DAVIES, R. W. & R. P. EVERETT, 1975. The feeding of four species of freshwater Hirudinoidea in Southern Alberta. — *Verh. int. Verein. Limnol.*, 19: 2816-2827.
- DAVIES, R. W., F. J. WRONA & R. P. EVERETT, 1978. A serological study of prey selection by *Nepheleopsis obscura* Verrill (Hirudinoidea). — *Can. J. Zool.*, 56: 587-591.
- DIONNE, J. C., 1963. Vers une définition plus adéquate de l'Estuaire du Saint-Laurent. — *Z. Geomorph.*, 7: 36-44.
- DOHLER, G. C., 1961. Current surveys. St. Lawrence River. Montréal-Québec. Canadian Hydrographic Service. — Dep. Mines Tech. Surv., Ottawa, 58 p.
- FOLK, R. L., 1968. Petrology of sedimentary rocks. — Austin, Hemphills Publ. Co., 154 p.
- GOUIN, D. & D. MALO, 1977. Étude de la qualité générale de l'eau. Étude sur le fleuve Saint-Laurent. Service de Protection de l'Environnement du Québec. — *Rapp. tech. n° 11*, 363 p.
- HERRMANN, S. J., 1970. Systematics, distribution and ecology of Colorado Hirudinea. — *Am. Midl. Nat.*, 83: 1-37.
- KLEMM, D. J., 1972. The leeches (Annelida: Hirudinea) of Michigan. — *Mich. Acad.*, 4: 405-444.
- KLEMM, D. J., 1976. Leeches (Annelida: Hirudinea) found in North American Mollusks. — *Malacol. Rev.*, 9: 63-76.
- KLEMM, D. J., 1977. A review of the Leeches (Annelida: Hirudinea) in the Great Lakes Region. — *Mich. Acad.*, 9: 397-418.
- MACKIE, G. L., 1971. Some aspects of the distribution and ecology of macrobenthos in an industrialized portion of the Ottawa River, Canada. — *Thèse M. Sc.*, Univ. Ottawa, 161 p.
- MAGNIN, E., 1970. Faune benthique littorale du lac Saint-Louis près de Montréal (Québec). — *Ann. Hydrobiol.*, 1: 181-195.
- MEYER, M. C. & J. P. MOORE, 1954. Notes on Canadian leeches (Hirudinea) with a descrip-

- tion of a new species. — Wassmann J. Biol., 12: 63-96.
- MOORE, J. P., 1959. Hirudinea in W. T. Edmonston, ed., Freshwater biology. — 2<sup>e</sup> éd., John Wiley, New York, p. 542-557.
- MUTTKOWSKI, R. A., 1918. The fauna of Lake Mendota: a qualitative and quantitative survey with special reference to the insects. — Trans. Wis. Acad., Sci., 19: 374-482.
- OLIVER, D. R., 1958. The leeches (Hirudinea) of Saskatchewan. — Can. Fid Nat., 72: 161-165.
- PAWLOWSKI, L. K., 1936. Zur Okologie der Hirudineen fauna der Wigryseen. — Arch. Hydrobiol. Ryb., 10: 1-47.
- PAWLOWSKI, L. K., 1948. Contribution à la connaissance des Sangsues (Hirudinea) de la Nouvelle-Écosse, de Terre-Neuve et des îles françaises Saint-Pierre et Miquelon. — Frag. Faun. Mus. Zool. Pol., 5: 317-353.
- RICHARDSON, R. E., 1928. The bottom fauna of the middle Illinois River, 1913-1925. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull., 17: 387-475.
- RINGUELET, R., 1943. Sobre la morfología y variabilidad de *Helobdella triserialis* (Hirudinea, Glossiphoniidae). — Notas Mus. la Plata (Zool.), 8: 215-240.
- ROUSSEAU, J., 1967. Pour une esquisse biogéographique du Saint-Laurent. — Cah. Géogr. Québ., 23: 181-241.
- SAPKAREV, J. A., 1968. The taxonomy and ecology of leeches (Hirudinea) of Lake Mendota, Wisconsin. — Trans. Wis. Acad. Sci., 56: 225-253.
- SAWYER, R. T., 1967. The leeches of Louisiana, with notes on some North American species. — Louisiana Acad. Sci. Proc., 30: 32-38.
- SAWYER, R. T., 1972. North American Freshwater leeches, exclusive of Piscicolidae, with a key to all species. — Illinois biol. Monogr., 46: 1-154.
- SAWYER, R. T., 1974. Leeches, in: Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates. — Acad. Press Inc., New York: 81-142.
- SAWYER, R. T. & R. M. SHELLEY, 1976. New records and species of leeches (Annelida: Hirudinea) from North and South Carolina. — J. nat. Hist., 10: 65-97.
- SOOS, A., 1969. Identification key to the leech (Hirudinoidea) genera of the world, with a catalogue of the species. VI. Family: Glossiphoniidae. — Acta zool. Hung., 15: 397-454.
- SOUICY, A., 1975. Implantation de centrales le long du Saint-Laurent. Contraintes et bénéfiques. — Eau du Québec, 8: 11-19.
- THUT, R. N., 1969. A study of the profundal bottom fauna of Lake Washington. — Ecol. Monogr., 39: 79-100.
- VINCENT, B., 1979. Étude du benthos d'eau douce dans le haut-estuaire du Saint-Laurent (Québec). — Can. J. Zool., 57: 2171-2182.
- VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT, 1977. Addition à la faune des Hirudiniées (Annelida: Hirudinoidea) du Québec. — Naturaliste can., 104: 269-271.
- VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT, 1978a. Les groupements benthiques du fleuve Saint-Laurent près des centrales nucléaires de Gentilly (Québec). — Can. J. Zool., 56: 1585-1592.
- VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT, 1978b. Méthode de cartographie écologique du fleuve Saint-Laurent près des installations nucléaires de Gentilly (Québec). — Verh. int. Verein. Limnol., 20: 1307-1316.
- VINCENT, B. G. VAILLANCOURT, S. McMURRAY, N. LAFONTAINE & M. HARVEY, 1979. Étude écologique du Saint-Laurent près du complexe nucléaire de Gentilly (Québec). — Hydro-Québec, Dir. Environ., 107 p.



## OBSERVATIONS ON THE BIOLOGY OF BLACK CRAPPIE, *POMOXIS NIGROMACULATUS* (LESUEUR), IN THE OTTAWA RIVER

J. M. HANSON and S. U. QADRI

Department of biology, University of Ottawa,  
Ottawa, Ontario K1N 6N5

### Résumé

La marigane noire, *Pomoxis nigromaculatus* (Lesueur), atteint une longueur totale de 315 mm, un poids de 507 g, et un âge de 8+ dans la rivière des Outaouais. La relation longueur-poids est  $\log WT = 3,049 \log TL - 4,912$ . Le coefficient moyen de condition de Fulton (TL) est 1,60. Les mariganes noires de la rivière des Outaouais sont déjà matures à l'âge 2+. L'index gonadosomatique est, en moyenne, 3,3% pour les femelles âgées de 5+ à 8+ et 0,52% pour les mâles âgés de 4+ à 8+. Les sources principales de nourriture sont les larves de diptère chez les mariganes noires d'une longueur totale de 61 à 110 mm, et les poissons chez celles plus longues que 110 mm.

### Abstract

Black crappie, *Pomoxis nigromaculatus* (Lesueur), grew to a size of 315 mm in total length, 507 g, and an age of 8+ in the Ottawa River. The length-weight relationship was  $\log WT = 3,049 \log TL - 4,912$ . The average Fulton's condition factor (TL) was 1.60. Ottawa River black crappie matured as early as age 2+. The gonadosomatic index averaged 3.3% for females of ages 5+ to 8+ and 0.52% for males of ages 4+ to 8+. Dipteran larvae were the dominant food eaten by black crappie of 61 to 110 mm in total length and fish larger than 110 mm were piscivorous.

### Introduction

The black crappie, *Pomoxis nigromaculatus* (Lesueur), reaches one of its more northerly distributions in the Ottawa River (Pearse, 1919; Scott & Crossman, 1973). There is little published information on the growth and food of northern populations. The studies of Keast (1968a, b) and Keast and Webb (1966) on the food of certain size groups of black crappie in Lake Opinicon, Ontario, and that of Hanson and Qadri (1979) on the growth and feeding of young-of-the-year black crappie in the Ottawa River are among the few published accounts of Canadian populations. Carlander's review (1977) indicates that most studies of black crappie have been of pond, lake, or reservoir populations in the southern U.S.A.

The purpose of this study was to investigate age, growth, condition, maturation, and food of black crappie at the northern

edge of its distribution and in a large river, the Ottawa River, near Ottawa, Ontario.

Sampling for black crappie was undertaken in Lac Deschênes and in the lower Ottawa River from the Chaudière Falls to Lower Duck Island (Figure 1). Lac Deschênes is a lake-like expansion of the Ottawa River with long, gently sloping shorelines, fairly clear water, and little industrial wastes (Osterberg, 1978). The substrate is sand in Britannia Bay and silt covered gravel and a few rocky shoals elsewhere. Vegetation is generally sparse except in Britannia Bay where it is of moderate density. The sampling area below the Chaudière Falls from Brewery Creek to Lower Duck Island is characterized by 0.33 to 1.03 m/s currents and a steep shoreline (R. G. Warnock, unpublished data). The depth of the main channel varies from 6 to 26 m. The average depth of the bays is 3 m. The lower river receives wastes from the Canadian International Paper mill at

Gatineau, Québec, and treated sewage from the cities of Ottawa and Hull. Raw sewage enters the Ottawa River from Pointe Gatineau and Gatineau. The substrate of the main channel varies from clay to sand with differing amounts of woodchips. The bays typically have a substrate of silt and organic debris. Submerged stumps and sunken logs are common in all bays and along the shorelines of the three large islands (Kettle Island, Upper and Lower Duck Islands). Aquatic plants are found mostly in the bays and in the narrow littoral zone (to 3 m depth) of the three large islands except that this zone may extend out to 50 m from shore around Lower Duck Island and at the upstream tip of Upper Duck Island. Submerged vegetation consists mostly of *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*, *Elodea canadensis*, and *Vallisneria spiralis*. Kettle Island Bay has been described by Hanson and Qadri (1979). A total of 45 species of fish have been caught in the Ottawa River (Rubec, 1975). Yellow perch (*Perca flavescens*), largemouth bass (*Micropterus salmoides*), pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*), rock bass (*Ambloplites rupestris*), brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*), golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*), emerald shiner (*Notropis atherinoides*), silvery minnow (*Hybognathus nuchalis*), and northern pike (*Esox lucius*) were caught

consistently with the black crappie (Hanson & Qadri, 1979). Black crappie are only occasionally caught by anglers in the study area.

### Materials and methods

Extensive gillnetting and seining efforts in Lac Deschênes failed to capture any black crappie during 1976 or 1977. This confirms the earlier distribution given by McAllister and Coad (1974). From May to September, 1977, gangs of gillnets consisting of  $15.3 \times 1.9$  m panels of 38, 50, 75, and 100 mm stretched mesh were set twice weekly for a total of 103 net lifts in lower river sites. Seining was done monthly around Lower Duck Island and every two weeks in Kettle Island Bay from May to October, 1977. The dark green seine measured  $30.5 \times 1.9$  m with a 2.0 m bag and 6.4 mm mesh. One end was fixed on shore as the other was towed out from shore and back by a boat with a 20-HP outboard motor.

Of the 563 black crappie captured, a random sample of 259 fish were sampled for lengths (mm), wet weight (0.1 g), scales, gonads, and stomach contents. Stomach contents were immediately removed and preserved in 10% formalin solution. Gonads were weighed (mg) and the ovaries were

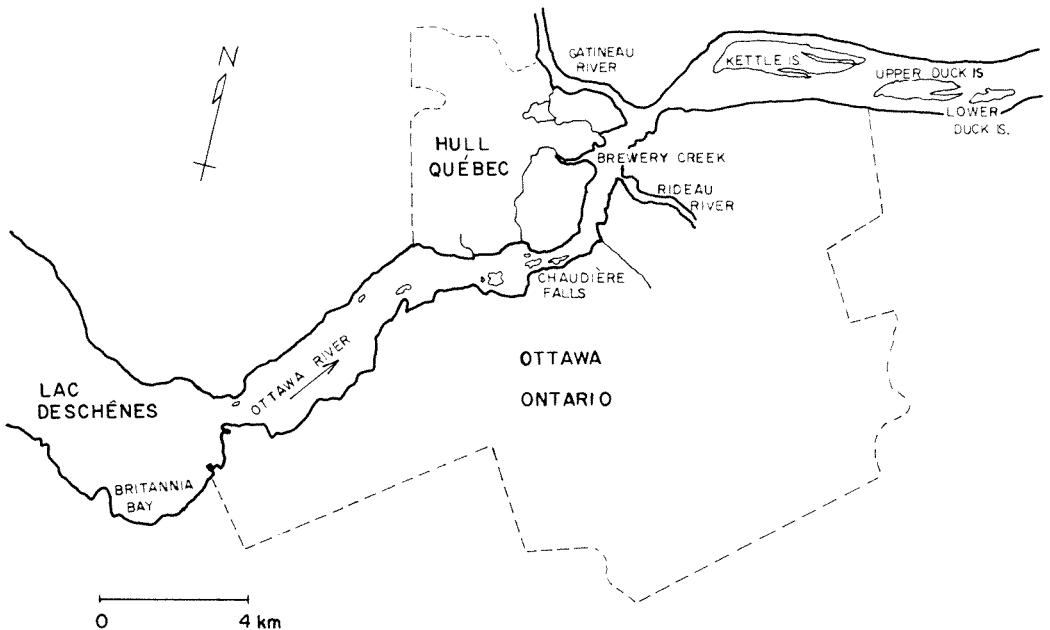


Figure 1. The Ottawa River study site at Ottawa, Ontario.



frozen, to be counted at a later date. Scales were stored in coin envelopes. Otoliths, the left opercular bones, and the second vertebrae of a sample of 50 fish representing all size groups except 0+ were removed and air dried.

Scales were taken from below the lateral line at the posterior end of the left pectoral fin, allowed to dry, and impressions were made onto acetate slides with a jeweller's press. The impressions were projected with a micro-projector (44×) and the distance from the focus to each annulus and the scale edge was measured along the anterior scale radius. These measurements were converted back to actual size (mm) for comparison to body length. The body-scale relationship:

$$TL = 47.03 \text{ Scale Radius} - 34.6; n = 80; \\ r = 0.989$$

was derived from the actual scale radius (mm) and total length (mm) by the least squares method of linear regression. The body-scale relationship was used to calculate the average length at each annulus.

The ages determined from the scales were compared to ages obtained from the opercular bones, otoliths, and vertebrae. There was 98% agreement between scales, vertebrae, and otoliths. In fish older than 4+, secondary thickening of the opercular bone obscured the first two annuli. After this was corrected, 96% agreement was found with ages determined from the scales.

Conversion factors for total length (TL), fork length (FL), and standard length (SL) were computed for all sizes of fish as:

$$FL = 0.958 TL - 1.297; n = 30. \\ SL = 0.821 TL - 1.084; n = 30.$$

Total length was used throughout the study.

Paired *t*-tests showed that the average length and weight of males and females did not differ significantly ( $P < 0.05$ ) for any age class. The data were combined and the length-weight relationship was calculated for length in millimetres and weight in grams. The length-weight relationship was used to calculate the average weight at each annulus.

The average calculated lengths and weights at each annulus were used to determine the relative and instantaneous rates of growth (Ricker, 1975). A Walford curve was used to find the maximum theoretical length ( $L_{\infty}$ ) for black crappie in the Ottawa River (Everhart *et al.*, 1975).

Fulton's condition factor,  $K(TL) = (WT \times 10^5) \times TL^{-3}$  was determined for each fish and the mean and 95% confidence limits were calculated for each age class (Carlander, 1977).

Egg numbers were counted by the method of Power (1966) except that only 1% of the ovary weight was counted due to the small size of the eggs. The gonadosomatic index,  $GS = [\text{Gonad Weight (g)} \times 10^2] \times \text{Body Weight (g)}^{-1}$ , was calculated for each fish. The average value for both sexes at each age class was determined.

Stomach contents were analysed using keys by Needham and Needham (1962) and Borror *et al.* (1976) for invertebrate orders, and Scott and Crossman (1973) for fish species. The percent occurrence, percent volume, and average number of prey organisms per fish were compiled for arbitrarily chosen size groups of 61 to 110, 111 to 160, 161 to 210, 211 to 260, and 261 to 315 mm.

## Results and discussion

About 98% of the black crappie were caught by seining the littoral zone of Kettle Island Bay and Lower Duck Island. The remaining 11 specimens were caught in the lower one third of the 100 mm mesh panel of gillnets in Brewery Creek and Kettle Island Bay. This gives a catch-per-unit-effort of 0.107 black crappie per lift of gillnet. It can only be concluded that black crappie avoid gillnets as suggested by other authors (Stroud, 1948; Jester, 1973, 1977).

The largest black crappie captured was an age 8+ female that weighed 507 g and was 315 mm long. This was well below the theoretical maximum length ( $L_{\infty}$ ) of 429 mm calculated from the Walford curve for Ottawa River black crappie.

Table I summarizes the back calculated total length at each annulus and compares them with other populations. The Ottawa River population grew as well as populations in South Dakota (Vanderpuye & Carlander, 1971) and Lake Eustis, Florida (Huish, 1954); but grew to a smaller size than those of Minnesota (Carlander & Hiner, 1943), Michigan (Beckman, 1949), and Lake Harris, Florida (Huish, 1954). Stroud (1948) stated that black crappie on Norris Reservoir, Tennessee, grew larger but were shorter lived than many populations. Carlander (1977) found that the tendency for slower growth for black crappie in the northern part of its range was

TABLE I  
Calculated total length at each annulus for black crappie from various sources

Location	Annulus									Source
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Ottawa River	72	114	151	190	217	240	263	283	—	Present Study
South Dakota	68	118	148	185	220	239	267	286	314	Vanderpuye & Carlander (1971)
Minnesota	76	133	188	240	278	311	335	354	364	Carlander & Hiner (1943)
Maryland	79	135	170	196	213	229	241	267	284	McCraig & Mullan (1960)
Michigan	—	150	203	229	251	272	287	295	—	Beckman (1949)
Lake Eustis (Florida)	51	112	173	211	239	264	284	297	—	Huish (1954)
Lake Harris (Florida)	48	107	168	216	249	284	310	330	351	"
Montana	28	56	94	122	145	168	178	—	—	Brown & Logan (1960)
Tennessee	81	241	300	323	348	—	—	—	—	Stroud (1948)

not as pronounced as for white crappie (*Pomoxis annularis*). Brown and Logan (1960) found that black crappie showed stunting in Montana ponds and Goodson (1966) states that black crappie frequently overpopulate waters and become stunted. Tucker (1973) shows that young black crappie grew better when their numbers were reduced by largemouth bass predation. Crowding is not a likely factor in the Ottawa River because the density in the littoral zone was estimated by 50 mm stretched mesh trapnets as 80.0 fish/ha or 18.4 kg/ha based on Kettle Island Bay (Rubec, 1975). This is much less than values of up to 51.4 kg/ha in Alanconnie Lake, Pennsylvania (Cooper *et al.*, 1971); 167 fish/ha in Minnesota (Seaburg & Moyle, 1964); 913 fish/ha and 136.7 kg/ha in Oklahoma (Jenkins, 1955). These populations showed equivalent or better growth than the Ottawa River black crappie. Stroud (1948) and Huish (1954) attributed good growth to a good food supply and a long growing season. Jenkins (1955) found that the black crappie in a lake where

they did not compete with gizzard shad (*Dorosoma cepedianum*) grew larger and faster than black crappie from a lake containing gizzard shad. The strong growth shown by Ottawa River black crappie is probably due to an abundant food supply and apparent lack of competition. The apparent lack of black crappie larger than 240 mm in Lake Opinicon, an eutrophic lake in southern Ontario, was not explained by Keast (1968a) but it is possibly a size dependant sampling bias as most of the fish were caught in a gillnet and black crappie generally avoid gillnets.

Table II presents the calculated length and weight at each annulus and the relative and instantaneous growth rates. The rate of growth was greatest in the early ages and decreased with the age of the fish which agrees with the pattern found for black crappie by Huish (1954), Neal (1963), and others.

The length-weight relationship was exponential and the value of the slope does not

TABLE II  
Growth increments, relative rates and instantaneous rates of growth for total length (mm) and weight (g) of black crappie in the Ottawa River in 1977

Annulus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mean TL	72.2	113.5	150.8	190.1	216.4	240.2	263.0	283.0
Length increments		41.3	37.3	39.3	26.3	23.8	22.8	20.0
Relative rate (%)		57.2	32.9	28.1	13.8	11.0	9.5	7.6
Mean WT	5.7	22.6	53.6	108.7	161.4	221.9	292.6	365.8
Weight increments		16.9	31.1	55.1	52.7	60.5	70.7	73.2
Relative rate (%)		297.4	137.8	102.7	48.4	37.5	31.9	25.0
Instantaneous rate		1.38	0.87	0.71	0.39	0.32	0.28	0.22

TABLE III  
Length-weight relationship of black crappie from various sources

Location	Total length (mm)	Relationship	Source
Ottawa River	67-315	$\log WT = 3.049 \log TL - 4.912$	Present Study
South Dakota	68-314	$\log WT = 3.075 \log TL - 5.019$	Vanderpuye & Carlander (1971)
South Carolina	80-280	$\log WT = 3.044 \log TL - 4.906$	Bennet (1972)
Oklahoma	100-280	$\log WT = 3.001 \log TL - 4.862$	Jenkins (1955)
Pennsylvania	30-221	$\log WT = 3.262 \log TL - 5.213$	Cooper <i>et al.</i> (1971)
Ottawa River	13-76	$\log WT = 2.97 \log TL - 4.84$	Hanson & Qadri (1979)

vary much from 3.0 throughout the distribution (Table III). The value of 3.0 means that the growth of Ottawa River black crappie was isometric and it did not differ from that found for young-of-the-year fish (Hanson & Qadri, 1979).

The average condition factor increased from 1.40 at age 1+ to an average of 1.64 for ages 3+ to 8+. Jenkins (1955), Huish (1954), and Bennet (1972) also found that the condition factor of black crappie increased with the size of the fish. There were no differences in the average condition factor between male and female black crappie of the Ottawa River which agrees with the findings of Stroud (1948) and Vanderpuye and Carlander (1971). The overall average value of the condition factor was 1.60 which is higher than any described save for some Minnesota waters (Table IV). The high overall condition of the Ottawa River black crappie implies that food is not limiting the growth of the fish and that the shorter length of the growing season prevents this population from attaining a great maximum size.

Although no nesting activity was seen, observations on the size and colour of ova, colour of testes, and the appearance of spent gonads suggests that Ottawa River

black crappie spawned in the first week of June, 1977, when the water temperature was between 18 and 20°C. The first young-of-the-year were captured on June 20, 1977 and the fish samples were of relatively uniform size throughout the summer (Hanson & Qadri, 1979). This spawning period of approximately one week duration was much shorter than the April to June spawning period of Florida black crappie (Huish, 1954) or the May to July spawning period of Minnesota populations (Burrows & Moyle, 1967). Gonads recovered in condition within a month of spawning and the gonadosomatic index was found to increase with the size of the fish until it averaged 3.30% for females of ages 5- to 8+ and 0.52% for males of ages 4- to 8+. The Ottawa River black crappie matured at as early an age as 2+ which agrees with studies by Huish (1954) and Nelson (1974). A freezer failure resulted in the loss of all but six pairs of ovaries. For these the average number of eggs was 48,866 and the range was 31,796 for a fish of 283 g and 76,110 eggs for a specimen of 357 g. Ulrey *et al.* (1938) gave a range of 20,000 to 65,000 for ages 3 and 4 black crappie. The sex ratio was 1:1 and female black crappie comprised 55% of the catch compared to 48% in Michigan (Beckman, 1949).

TABLE IV  
Condition factor of black crappie from various sources

Location	K(TL)	Range	Total length (mm)	Source
Ottawa River	1.60	1.40-1.68	68-315	Present Study
Oklahoma	—	0.91-1.25	100-230	Jenkins (1955)
Iowa	1.41	1.19-1.52	127-270	Neal (1963)
South Dakota	1.42	1.23-1.72	68-314	Vanderpuye & Carlander (1971)
Florida	1.44	1.33-1.88	175-385	Huish (1954)
Minnesota	< 1.05	poor	—	Carlander (1944, unpublished data,
"	1.22-1.50	average	—	quoted by Carlander 1977)
"	> 1.88	excellent	—	"

Table V summarizes the food items from the stomachs of the black crappie of the Ottawa River. The percentage of empty stomachs ranged from 3.03 to 7.37% which suggests a more regular feeding pattern than many game fishes as was found by Seaburg and Moyle (1964) for Minnesota black crappie. Plankton, amphipods, and trichopterans were only eaten in significant quantities until the fish reached a length of 160 mm. Dipterans (Chaoboridae and Chironomidae) were the dominant food of the smallest size group and were at least 14% of the volume of all size groups. Plecopterans were eaten in significant amounts by the 161 to 210 and the 261 to 315 mm size groups. Black crappie smaller than 110 mm did not eat fish but these were the most important food item for larger black crappie. The size of fish eaten ranged from a 30 mm pumpkinseed to a 109 mm golden shiner. The latter is much larger than the largest fish eaten (a 68 mm pumpkinseed) by black crappie in Lake Opinicon, Ontario, (Keast, 1968a) but the largest size of black crappie was only 240 mm. The commonest prey fish of the Ottawa River crappie were golden shiner, silvery minnow, and emerald shiner. Pumpkinseed, young-of-the-year black crappie, and rainbow smelt (*Osmerus mordax*) were

occasionally eaten. Only a third of the fish eaten could be identified to species. Our study agrees broadly with studies by Pearse (1919), Ewers (1934), Reid (1949), Seaburg and Moyle (1964) and others in that fish became more important than invertebrate food as the fish grew. Differences in species eaten is, of course, due to differences in the availability of prey fish species in the respective study areas. This study disagrees, however, with that of Keast (1968a) in which dipterans were the most important food item of Lake Opinicon black crappie. Additional studies comparing the use of available food are necessary to determine if real differences occur between populations across the range of black crappie.

### Conclusions

Ottawa River black crappie grew to a maximum size of 315 mm total length and 507 g at age 8+. Although the Ottawa River population is at the northern edge of black crappie distribution, growth was comparable to that found in other populations and was isometric. The overall condition factor (1.60) was higher than that described for most other populations. The short length of the growing season was probably the dominant

TABLE V

Percent volume (above), percent occurrence (middle), and average number of prey item per fish (below) of the stomach contents of black crappie in 1977

Total length (mm)	Number of fish	Total volume (ml)	Fish	Amphipods	Dipterans	Trichopterans	Plecopterans	Neuropterans	Ephemeropterans	Hemipterans	Odonatans	Cladocerans	Copepods	Percent empty
61-110	26	1.18	—	13.32	47.67	12.76	5.09	—	1.70	—	0.85	7.71	11.45	3.85
			—	50.00	46.15	28.03	7.69	—	3.85	—	3.85	19.23	23.08	
			—	2.15	9.85	0.65	0.23	—	0.08	—	0.04	—	—	
111-160	66	20.31	38.08	23.30	14.15	14.62	0.74	0.47	1.99	0.69	3.92	2.07	—	3.03
			12.12	66.67	77.27	68.18	3.03	9.09	15.15	18.18	22.73	6.06	—	
			0.15	16.02	20.53	5.48	0.08	0.12	0.55	0.33	0.30	—	—	
161-210	31	27.48	55.39	1.11	21.66	0.46	16.48	2.27	0.84	1.86	trace	—	—	3.23
			38.71	51.61	45.16	32.26	22.58	9.68	16.13	12.90	3.23	—	—	
			0.42	2.03	52.06	0.97	2.55	0.19	0.26	1.39	0.03	—	—	
211-260	68	115.58	72.68	5.67	13.81	3.00	2.54	0.68	0.91	0.37	0.34	—	—	4.41
			41.18	57.35	76.47	47.06	22.06	19.12	26.47	39.71	23.53	—	—	
			0.66	22.57	71.56	4.27	1.07	0.43	0.87	0.90	0.34	—	—	
261-315	68	111.50	67.00	1.84	15.62	1.94	10.87	0.74	0.79	0.80	0.39	—	—	7.37
			39.71	35.29	58.82	26.47	20.59	11.76	17.65	29.41	25.00	—	—	
			0.59	9.91	74.16	1.90	3.60	0.65	1.06	1.90	0.34	—	—	

factor limiting the maximum size attained by Ottawa River black crappie. Sexual maturity was attained at as early an age as 2-. The food habits of Ottawa River black crappie agree broadly with the pattern of feeding found throughout the distribution but differed from the pattern described by Keast (1968a) in Lake Opinicon, Ontario.

### References

- BECKMAN, W. C., 1949. The rate of growth and sex ratio for seven Michigan fishes. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 76: 68-81.
- BENNET, D. H., 1972. Length-weight relationships and condition factor of fishes from a South Carolina reservoir receiving thermal effluent. — *Progve Fish Cult.*, 34: 85-87.
- BORROR, D. J., D. M. DELONG, & C. A. TRIPLEHORN, 1976. An introduction to the study of insects. 4th Edition. — Holt, Rinehart, and Winston, Toronto, 852 p.
- BROWN, C.J.D. & S. M. LOGAN, 1960. Age and growth of four species of warm-water game fish from three Montana ponds. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 89: 379-382.
- BURROWS, C., & J. MOYLE, 1967. Special fishing edition. — *Conserv. Volunteer*, 30: 64.
- CARLANDER, K. D., 1977. Handbook of freshwater fishery biology. Volume 2. — Iowa State University Press, Ames, Iowa, 431 p.
- CARLANDER, K. D. & L. E. HINER, 1943. Fisheries investigations and management report for Lake Vermillion, St. Louis County. — *Investig. Rep. Minnesota Bur. Fish. Res.*, 54: 1-175. [quoted by Carlander, 1977].
- COOPER, E. L., C. C. WAGNER, & G. E. KRANTZ, 1971. Bluegills dominate production in a mixed population of fishes. — *Ecology*, 52: 280-290.
- EVERHART, W. H., A. W. EIPPER & W. D. YOUNG, 1975. Principles of fishery science. — Cornell University Press, Ithaca, New York, 288 p.
- EWERS, L. A., 1934. Summary report of crustaceans used as food by the fishes of the western end of Lake Erie. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 64: 379-390.
- GOODSON, L. F., Jr., 1966. Crappie. — Pages 312-332 in A. Calhoun (ed.). *Inland fisheries management*. Calif. Dept. Fish Game, 546 p.
- HANSON, J. M. & S. U. QADRI, 1979. Seasonal growth, food, and feeding habits of young-of-the-year black crappie in the Ottawa River. — *Can. Field-Nat.*, 93: 232-238.
- HUIISH, M. T., 1954. Life history of the black crappie of Lake Eustis and Harris, Florida. — *Proceedings of the Annual Conference of the South Eastern Association of Game and Fish Commissioners*, 11: 302-312.
- JENKINS, R. M., 1955. The effect of gizzard shad on the fish population of a small Oklahoma lake. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 85: 58-74.
- JESTER, D. B., 1973. Variation in catchability of fishes with color of gill nets. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102: 109-115.
- JESTER, D. B., 1977. Effects of color, mesh size, fishing, seasonal concentrations, and baiting on catch rates of fishes in gillnets. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106: 43-56.
- KEAST, A., 1968a. Feeding biology of the black crappie, *Pomoxis nigromaculatus*. — *J. Fish. Res. Board Can.*, 25: 285-297.
- KEAST, A., 1968b. Feeding of some Great Lakes fishes at low temperatures. — *J. Fish. Res. Board Can.*, 25: 1199-1218.
- KEAST, A. & D. WEBB, 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. — *J. Fish. Res. Board Can.*, 23: 1845-1874.
- McALLISTER, D. E. & B. W. COAD, 1974. Fishes of Canada's national capital region. — Fisheries and Marine Service Miscellaneous Special Publication, no. 24, 200 p.
- McCAIG, R. S. & J. W. MULLAN, 1960. Growth of eight species of fishes in Quabbin Reservoir, Massachusetts, in relation to age of reservoir and introduction of smelt. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 89: 27-31.
- NEAL, R. A., 1963. Black and white crappies in Clear Lake, 1950-1961. — *Iowa St. J. Sci.*, 37: 425-445.
- NEEDHAM, J. G. & P. R. NEEDHAM, 1962. A guide to the study of freshwater biology. — 5th Edition. Holden-Day Inc., San Francisco, 108 p.
- NELSON, W. R., 1974. Age, growth, and maturity of thirteen species of fish from Lake Oahe during the early years of impoundment, 1963-1968. — *U.S. Fish. Wildl. Serv. Tech. Pap.*, 77: 1-29.
- OSTERBERG, D. M., 1978. Food consumption, feeding habits, and growth of walleye (*Stizostedion vitreum*) and sauger (*Stizostedion canadense*) in the Ottawa River near Ottawa-Hull, Canada. — Ph. D. Thesis, Univ. Ottawa, Ottawa, 136 p.
- PEARSE, A. S., 1919. Habits of the black crappie in the lakes of Wisconsin. — *Doc. U.S. Bur. Fish. no. 867*: 5-16.
- POWER, G., 1966. Observations on the speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) in Ungava. — *Naturaliste can.*, 93: 187-198.
- REID, G. R., 1949. Food of the black crappie, *Pomoxis nigromaculatus*, in Orange Lake, Florida. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 79: 145-154.
- RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. — *Bull. Fish. Res. Board Can.*, no. 191, 382 p.
- RUBEC, P. J., 1975. Age, growth, distribution, reproductive behaviour, food habits, and mer-

- cury concentrations of the brown bullhead *Ictalurus nebulosus* in sections of the Ottawa River near Ottawa and Hawkesbury, Canada. — M. Sc. Thesis, Univ. Ottawa, Ottawa, 164 p.
- SCOTT, W. B. & E. J. CROSSMAN, 1973. Fresh-water fishes of Canada. — Bull. Fish. Res. Board Can., no. 184, 966 p.
- SEABURG, K. & J. MOYLE, 1964. Feeding habits, digestive rates, and growth of some Minnesota warmwater fishes. — Trans. Am. Fish. Soc., 93: 269-285.
- STROUD, R. H., 1948. Growth of the basses and black crappie in Norris Reservoir, Tennessee. — J. Tenn. Acad. Sci., 23: 31-99.
- TUCKER, W. H., 1973. Food habits, growth, and length-weight relationships of young-of-the-year black crappie and largemouth bass in ponds. — Proceedings of the Annual Conference of the South Eastern Association of Game and Fish Commissioners, 26: 565-577.
- ULREY, L., C. RISK & W. SCOTT, 1938. The number of eggs produced by some of our common fresh-water fishes. — Invest. Ind. Lakes Streams, 1: 73-77.
- VANDERPUYE, C. J. & K. D. CARLANDER, 1971. Age, growth, and condition of black crappie, *Pomoxis nigromaculatus* (Le Sueur), in Lewis and Clark Lake, South Dakota. — Iowa St. J. Sci., 45: 541-555.

## COMMUNICATIONS BRÈVES

### NOUVELLES DONNÉES SUR LA DISTRIBUTION DE LA GALLINULE POURPRÉE, *PORPHYRULA MARTINICA* (L.), AU QUÉBEC

YVES AUBRY

925, rue Quinn, Longueuil, Québec J4H 2N7

#### Résumé

L'auteur signale la présence de la Gallinule pourprée, *Porphyryla martinica* (L.) dans les Cantons de l'Est, au Québec.

#### Abstract

The purple gallinule, *Porphyryla martinica* (L.) is recorded from Eastern Townships, Québec.

Le 18 octobre 1979, un professeur au Collège de Sherbrooke (J.-C. Thibault) m'apporta un oiseau trouvé mort dans un fossé en bordure de la route 216, près d'un petit marécage au nord du lac Stoke, dans les Cantons de l'Est (45°31'36" N., 71°48'16" O.; U T M: 19T BA 803.5-453.5).

Il s'agissait d'une Gallinule pourprée, *Porphyryla martinica* (L.), en plumage juvénile. La bonne condition du plumage et l'état de conservation du spécimen n'indiquent aucune cause évidente de mortalité. Au moment de la naturalisation, les réserves lipidiques sous-cutanées n'étaient limitées qu'à quelques petits amas de moins de 2,0 mm de diamètre dans la région du cou et des pattes; le poids du spécimen était de 146,8 g. Il s'agit d'un mâle. Le contenu de l'oesophage et du gésier était composé de 15 Acrididae (Orthoptères), d'un Homoptère, de Coléoptères, d'une larve d'Arthropode non identifiée, d'un peu de végétation et de minuscules cailloux. Les intestins étaient remplis de matière organique digérée. Le spécimen a été déposé au Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada à Ottawa (n° 69218).

Les mentions antérieures sont peu nombreuses. Dionne (1909, 1910) relate la capture d'une jeune Gallinule pourprée à Québec vers la mi-septembre 1909, et Déry (1930) mentionne un individu juvénile capturé à Limoilou durant la première semaine d'octobre

1930. Nous avons tenté en vain de retracer ces spécimens. Un spécimen qui aurait autrefois fait partie de la collection ornithologique du Musée du Québec aurait été pris à Cap-Rouge (H. Ouellet, comm. pers.). Une partie de cette collection et son fichier, appelée aujourd'hui Collection ornithologique du Québec (C.O.Q.), sont entreposés au Complexe scientifique, à Québec. Selon la fiche (n° 141), le spécimen (n° 5622), une femelle adulte, a été collectionné le 12 octobre 1954 à Cap-Rouge par C.-A. Doré qui par la suite en a fait don au musée. J'ai vu ce spécimen qui se trouve maintenant dans la collection des oiseaux naturalisés de l'Université Laval qui faisaient autrefois partie de la collection d'exposition du Musée du Québec; il porte bien le numéro 5622 inscrit sous sa base, mais il s'agit d'un individu en plumage juvénile et non d'un adulte.

Je remercie Henri Ouellet qui a lu le manuscrit et qui, le premier, me signala l'existence de la mention inédite de 1954. Claude Bouchard m'a permis de consulter le fichier de la collection ornithologique du Musée du Québec, et Jean-Marie Perron m'a donné accès à la collection ornithologique de l'Université Laval. Normand David m'a fourni de précieux conseils pour la rédaction de cet article; Paul Boily a participé à la recherche des spécimens et m'a aidé dans l'identification.

**Références**

- DERY, D.-A., 1930. Extraordinary occurrences recorded in Quebec district, 1930. — Rapp. ann. Soc. Provancher Hist. nat., 1930, p. 36-39.
- DIONNE, C.-E., 1909. Quelques notes sur la migration de nos oiseaux. — Naturaliste can., 36: 177-179.
- DIONNE, C.-E., 1910. Purple Gallinule, Sabine's Gull, and other rare birds in Quebec. — The Auk, 27: 89.



# NOUVELLE STATION D'*ONOPORDUM ACANTHIUM* L. AU QUÉBEC<sup>1</sup>

André VÉZINA

*Herbier du Québec, Service de recherche en défense des cultures,  
Ministère de l'agriculture et de l'alimentation du Québec,  
Complexe scientifique, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8*

et

Miroslav M. GRANDTNER

*Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, G1K 7P4*

## Résumé

L'*Onopordum acanthium* L. a été récolté en 1979 à Saint-Grégoire (Comté de Nicolet). Le sol et la végétation de la station sont décrits. C'est la troisième localité rapportée pour cette Compositae introduite au Québec, mais c'est la seule où la plante est présente actuellement.

## Abstract

*Onopordum acanthium* L. was collected in 1979 at Saint-Grégoire (Nicolet County). The soil and vegetation of the collecting site are described. This is the third report of this introduced member of the Compositae in Québec, but it appears to be the only one where the plant is present today.

L'*Onopordum acanthium* L. est une plante de la famille des Compositae, qui a été introduite d'Eurasie (Scoggan, 1979). Sa distribution canadienne va du Nouveau-Brunswick à l'Ontario (Boivin, 1966). Cette plante fut aussi récoltée dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique. Au Québec, jusqu'à maintenant, deux spécimens seulement attestent sa présence. L'un d'eux fut récolté en 1927 par Edmond Roy à Outremont et l'autre, en 1941, par Louis-Marie à Oka [Rousseau (1968) et recherches dans les herbiers CAN, DAO, MT, MTJB, MIMG, QEF, QFA, QFB, QUE, RIM, SFS, Station de recherche Lennoxville, ULF, UQAC, UQAM, UQAR, UQTR; pour l'explication des symboles, voir Holmgren et Keuken (1974) et Legault (1979)].

Le but de la présente note est de rapporter une troisième localité pour le Québec, située à Saint-Grégoire, comté de Nicolet, où le taxon a été récolté, dans la même population, à quelques jours d'intervalle, par les au-

teurs. Un exemplaire de ces récoltes sera déposé dans les herbiers QEF et QUE et, en ce qui a trait à la deuxième récolte, aussi dans les herbiers CAN, DAO, MT et QFA.

Comté de Nicolet, Saint-Grégoire, haut de l'emprise de la route 55, près de la jonction de la route 30; 79.06.21; A. Vézina, R. Néron, J. Painchaud et L. Guay 79-299.

Comté de Nicolet, Saint-Grégoire, 2 km au sud du pont de Trois-Rivières, route 155 (55), 46°17'05" N. × 92°31'30" O. (quadrillage de mille mètres transverse universel de Mercator 5 126 500 m N. × 690 800 m E.); 79.07.02; M.M., L. et A.-M. Grandtner G 2387.

La station se trouve à environ 15 m d'altitude, sur une très faible pente (2° à 5°), exposée du S.-O. au S.-E. Le dépôt meuble est profond de plus d'un mètre. Il est formé, dans les 90 premiers centimètres, d'un loam sablo-argileux graveleux, hétérogène, remblayé au cours de la construction de la route. De couleur brun jaunâtre foncé à l'état humide (10 YR 3/4 selon la charte Munsell, 1973), cette première couche repose sur un loam sablo-argileux homogène de couleur brun jaunâtre (10 YR 5/4 h). Le sol, extrêmement jeune, est un régosol à mull frag-

<sup>1</sup> Contribution n° 260 de la Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation du Québec.

mentaire, moyennement acide dans l'ensemble du profil (pH au Hellige-Truog 6,0 le 2 juillet 1979 et 5,6 le 1<sup>er</sup> septembre 1979) et à drainage modéré.

Deux des 12 tiges d'*Onopordum*, d'une hauteur maximale de 2,10 m, commençaient à fleurir le 2 juillet 1979 et toutes étaient en fruits et avaient les extrémités des feuilles séchées le 1<sup>er</sup> septembre 1979. Dispersées isolément ou par groupes (3 fois 2, 1 fois 4) sur une distance d'environ 22 m, ces plants participent à un groupement arbustif bas du manteau forestier en voie de reconstitution entre la route 55 et la lisière de l'érablière sucrière à tilleul américain adjacente (fig. 1). La composition floristique du groupement, notée le 1<sup>er</sup> septembre 1979 dans une place échantillon de 5 m × 5 m, est rapportée ci-dessous. Les coefficients d'abondance-dominance et de sociabilité sont selon Braun-Blanquet (1932). Lorsqu'ils sont placés entre parenthèses, le taxon était à proximité de la place-échantillon et avait été considéré comme un élément de l'ouretlet.

Strate arbustive basse (hauteur 0-2,5 m, recouvrement 25%): *Prunus pensylvanica* 3.3, *Rhus typhina* 3.3, *Rubus allegheniensis* 2.3, *Rubus idaeus* 1.2, *Populus deltoides* 1.1, *Sambucus pubens* +.2, *Taxus canadensis* +.2, *Tilia americana* +.2,

*Acer rubrum* +.1, *Fraxinus americana* +.1, *Spiraea latifolia* +.1.

Strate herbacée haute (hauteur 0,6-2,1 m, recouvrement 25): *Onopordum acanthium* 2.3, *Solidago canadensis* 1.2, *Verbascum thapsus* 1.1, *Poa palustris* +.2, *Solidago rugosa* +.2, *Aster umbellatus* +.1, *Phleum pratense* +.1, *Impatiens capensis* (1.3).

Strate herbacée basse (hauteur 0-0,6 m, recouvrement 10%): *Agrostis scabra* +.2, *Anaphalis margaritacea* +.2, *Carex* sp. +.2, *Fragaria virginiana* +.2, *Hypericum boreale* +.2, *Hypericum perforatum* +.2, *Lysimachia ciliata* +.2, *Muhlenbergia mexicana* +.2, *Oxalis stricta* +.2, *Panicum lanuginosum* +.2, *Polygonum convolvulus* +.2, *Polygonum pensylvanicum* +.2, *Solidago graminifolia* +.2, *Viola septentrionalis* +.2, *Carex arctata* +.1, *Chenopodium album* +.1, *Circaea quadrifida* var. *canadensis* +.1, *Epilobium glandulosum* +.1, *Lobelia inflata* +.1, *Rumex acetosella* +.1, *Agropyron repens* (+.2), *Agrostic stolonifera* (+.2), *Chrysanthemum leucanthemum* (+.2), *Danthonia spicata* (+.2), *Echinochloa crus-galli* (+.2), *Setaria glauca* (+.2), *Erechtites hieracifolia* (+.1).

Strate mycologique (hauteur 0-0,2 m, recouvrement < 1%): *Lacrymaria velutina* +.3, *Drosophila* sp. +.2.

À la suite des recherches vaines effectuées à Oka par Monsieur R. Van den Hende (comm. orale) et des avis exprimés par le



Figure 1. Nouvelle station d'*Onopordum acanthium* située près de la route 55, à Saint-Grégoire, comté de Nicolet. Photo M. M. Grandtner.

Docteur B. Boivin (*in litt.*) et le Frère H. Latendresse (comm. orale transmise par le Père L. Genest) quant à la disparition probable de la plante d'Outremont, la station de Saint-Grégoire semble représenter non seulement une extension vers l'est de plus de 130 km, mais encore la seule station certaine d'*Onopordum* actuellement connue au Québec. Situé au bord de la route et près d'un ancien dépotoir, l'*Onopordon* occupe un site analogue à ceux cités par Moore et Frankton (1974). Cependant, étant en concurrence avec les plantes ligueuses du manteau forestier dont certaines pourront atteindre la strate arborescente, sa persistance, à cet endroit aussi, semble incertaine.

### Remerciements

Nos remerciements les plus sincères s'adressent aux conservateurs des herbiers mentionnés qui ont bien voulu vérifier pour nous la présence d'*Onopordum* dans leurs collections respectives, à Monsieur Roger Van den Hende qui a accepté de rechercher pour nous la station d'Oka, au Père L. Genest pour les renseignements concernant la station d'Outremont et à Monsieur René Cauchon qui a identifié les champignons.

### Références

- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. IV-Herbidées, 2<sup>e</sup> partie: Connatae. — *Naturaliste can.*, 93: 989-1063.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. *Plant sociology*. (English translation of *Pflanzensoziologie* by G. D. FULLER and H. S. CONARD). — McGraw-Hill, New York, 439 p.
- HOLMGREN, P. K. & S. W. KEUKEN, 1974. *Index Herbariorum*. Part 1: The herbaria of the world, sixth edition. — Oosthoek, Scheltenra & Holkema, Utrecht, 397 p.
- LEGAULT, A., 1979. Inventaire des herbiers canadiens, Province de Québec. — *Dép. Biol., Univ. Sherbrooke, Sherbrooke*, 5 p.
- MOORE, R. J. & C. FRANKTON, 1974. The thistles of Canada. — *Monogr., Res. Brch, Can. Dep. Agric.*, no. 10, 111 p.
- MUNSELL, 1973. *Munsell soil color charts*. Munsell color, Baltimore, s.p.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. — *Naturaliste can.*, 95: 49-171.
- SCOGGAN, H. J., 1979. The flora of Canada. Part 4: Dicotyledoneae (Loasaceae to Compositae). — *Mus. nat. Sci. nat. Canada, Publ. bot.*, 7: 1117-1711.



**LEIOPHRON MACULIPENNIS (HYMENOPTERA : BRACONIDAE, EUPHORINAE)  
A PARASITE OF DIAPHNOCORIS CHLORIONIS (HETEROPTERA : MIRIDAE)  
IN EASTERN ONTARIO**

C. C. LOAN

*Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,  
Research Branch, Ottawa K1A 0C6<sup>1</sup>*

**Résumé**

À proximité de Belleville, Ontario, nous avons élevé *Leiophron maculipennis* (Ashmead), à partir de nymphes de l'hémiptère *Diaphnocoris chlorionis* (Say) se nourrissant sur *Gleditsia triacanthos* L. Environ 64% des quatrièmes et cinquièmes nymphes de *D. chlorionis* étaient parasitées.

**Abstract**

*Leiophron maculipennis* (Ashmead) was reared from nymphs of *Diaphnocoris chlorionis* (Say) feeding on *Gleditsia triacanthos* L., near Belleville, Ontario. About 64 percent of fourth and fifth instar nymphs of *D. chlorionis* was parasitized.

In this note more specific information on the association of the parasite *Leiophron maculipennis* (Ashmead) and the plant bug *Diaphnocoris chlorionis* (Say) breeding on honey-locust, *Gleditsia triacanthos* L., first reported by Loan (1974), is presented.

*Gleditsia triacanthos*, a plant native to the Mississippi watershed (Little, 1971) was introduced into southern Ontario as nursery stock from New York State in the mid 1880's and became established as an ornamental and along fence lines as a barrier to livestock (Fox & Soper, 1953). As *D. chlorionis* breeds on *G. triacanthos* (Wheeler & Henry, 1976), it was probably introduced into Canada on nursery stock of *G. triacanthos* as overwintering eggs or nymphs; alternatively, adults could have reached eastern Ontario by natural dispersal between host trees, or by air currents.

*Leiophron maculipennis* was described by Ashmead (1887) from Florida and was unknown in the Canadian fauna until reported by Loan (1974). Most likely, this euphorine reached eastern Ontario by dispersal of parasite adults to new plantings of *G. triacanthos*. Other possibilities are that para-

sitized nymphs were imported on nursery stock, or that colonies of *L. maculipennis* were established by dispersal of parasitized adult hosts.

Seven of 35 third instar nymphs collected on 30 May 1969 from *G. triacanthos* near Belleville, Ontario were parasitized by solitary first instar euphorine larvae. Host nymphs were again collected 5-8 June from which final instar larvae emerged and spun cocoons in soil about mid-June. About 4 weeks afterwards, some cocoons were dissected and these contained parasite adults. No adults emerged until the following year when nine individuals emerged in field cages from 22 May to 3 June, thus indicating that the parasite adults overwinter in cocoons.

From 6-25 June 1970, 155 parasitized third, fourth and fifth instar nymphs, and six parasitized adults of *D. chlorionis* were dissected. Only seven of the parasitized nymphs were superparasitized.

Table I shows that eggs and first instar larvae were recovered from nymphs on each of the four collection dates. The parasite larvae developed to the fourth instar by 18

<sup>1</sup> Present address: Ottawa Research Station, Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa K1A 0C6

TABLE I

Number, stage and instar of hosts (*Diaphnocoris chlorionis*) and parasites (*Leiophron maculipennis*) in field samples near Belleville, Ontario, in 1970. L = parasite larva, N = host nymph, A = host adult

Date	Hosts				Parasites				Percent parasitism
	N <sup>3</sup>	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	A	Egg	L <sup>1</sup>	L <sup>2-3</sup>	L <sup>4</sup>	
June 6	90				18	11	0	0	32.2
12		81			5	35	12	0	64.2
18			75		1	17	10	11	52.0
25			45		2	3	15	15	77.1
				100	0	6	0	0	6.0

June, and some may have emerged because the incidence of parasitism decreased from that of 12 June. Nearly all the parasites completed development in, and emerged from, fifth instar nymphs. The development of parasitized fifth instar nymphs was apparently delayed or prolonged because the majority of non-parasitized nymphs transformed to the adult stage by 25 June. The host is killed by the effects of parasitism and emergence of the parasite larva.

Approximately 64 percent of the nymphs of *D. chlorionis* collected on 12 June were

parasitized (Table I). This is a better estimate of maximum incidence than the value of 77.7 percent recorded on 25 June because on the latter date the development of teneral adults had decreased the numbers of unparasitized nymphs in the population.

### References

- ASHMEAD, W. H., 1887. Studies on the North American Proctotrupidae with descriptions of new species from Florida. — *Entomologica americana*, 3: 73-76.
- FOX, W. S. & J. H. SOPER, 1953. The distribution of some trees and shrubs of the Carolinian Zone of southern Ontario. — Part II. *Trans. R. Can. Inst.*, 30: 3-32.
- LITTLE, E. L. 1971. Atlas of United States Trees. Vol. I. Conifers and important hardwoods. — Misc. Publs, U.S. Dep. Agric. Forest Serv, no. 1146, Washington, D.C.
- LOAN, C. C., 1974. The North American species of *Leiophron* Nees and *Peristenus* Foerster, 1862 (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) including the description of 31 new species. — *Naturaliste can.*, 101: 821-860.
- WHEELER, A. G., Jr. & T. J. HENRY, 1976. Biology of the honeylocust plant bug, *Diaphnocoris chlorionis*, and other mirids associated with ornamental honeylocust. — *Ann. ent. Soc. Am.*, 69: 1095-1104.

## REVUE DES LIVRES

EK, C. et J. GRIMBERIEUX (éditeurs), 1979. **Comptes rendus du Colloque franco-belge de Karstologie appliquée.** Publication de la Société géologique de Belgique, 7, place du Vingt-Août, Liège. 180 p., 89 fig., 9 photographies. 21 × 27 cm. Broché, 400 francs belges.

Les comptes rendus du Colloque franco-belge de Karstologie appliquée (Liège, 24-27 mai 1979) comportent vingt textes, en plus du bref rapport de la réunion et des excursions. Trois sont des exposés introductifs, huit traitent de processus actuels d'hydrologie et de morphologie karstique et neuf sont consacrés à l'aménagement en milieu karstique.

Les exposés introductifs de EK, DERYCKE et MONJOIE permettent de faire le point sur les méthodes de géophysique pour la prospection des cavités à partir de la surface, et sur les processus et les problèmes actuels des phénomènes karstiques dans les roches paléozoïques de la Belgique. Un des problèmes les plus intéressants est celui des puits naturels du Tournaisis: il s'agit d'effondrements de surface de plusieurs milliers de mètres cubes en voie d'évolution accélérée, partiellement en rapport avec le rabattement de la nappe aquifère par les prélèvements trop importants qu'y font la France et la Belgique.

Ces exposés sont suivis d'un premier groupe de communications, portant sur les processus actuels de l'hydrologie et de la morphologie karstiques. Ces textes sont tous très pertinents: courts, précis, ils mettent en relief un problème local, mais qui est généralisable. SWEETING donne quelques résultats d'une campagne d'un an dans le parc de Gunong Mulu (Malaisie): elle signale une dissolution de 180 mm par 1000 ans dans les calcaires. KUPPER expose une méthode pour mesurer expérimentalement l'ablation du calcaire. Le principe est de plonger dans un laps de temps déterminé, dans une eau dont on connaît la qualité, des échantillons de calcaire de poids et de dimensions connus afin de déterminer la vitesse d'ablation dans l'eau et d'en rechercher les principaux agents. EK montre les variations saisonnières des teneurs en CO<sub>2</sub> d'une grotte belge: en hiver, 1 mg/l, en été, 2 mg/l. Les gradients semblent attribuables à la diffusion du CO<sub>2</sub> d'origine biologique à partir des fissures qui mettent en contact les galeries avec le sol. SCHROEDER explique le développement de certaines cavités dans le karst de la Nahanni par une gélivation localisée suivie d'effondrements — selon lui, les formes semblables mais inactives trouvées dans les Karsts tempérés se seraient mises en place suivant le même processus et sous le même climat: froid et humide. NICOD évoque le rôle de la tectonique et des variations de l'hydro-

drologie des poljes karstiques: il met l'accent sur leur bordure dont l'instabilité et la perméabilité compromettent à l'occasion les travaux de génie civil. Enfin, AMBERT démontre que les canyons languedociens sont plus vieux que ce l'on pense généralement; GAMEZ *et al.* citent un exemple de l'influence du Karst sur la géodynamique externe et CALLOT décrit une grotte en calcaire marneux.

Le second groupe de communications, consacré aux rapports entre le karst, l'environnement et l'économie, constitue certainement l'aspect le plus original du colloque franco-belge. FABRE montre quelques résultats d'études ponctuelles et intégrées réalisées en pays calcaire méditerranéen.

DE BROYER indique qu'un inventaire cartographique des sites karstiques de Wallonie a été dressé lors de la révision des projets de Plans de secteur (ou plans d'occupation des sols). Il suggère des règles générales concrètes pour l'aménagement dans les régions karstiques. Celles-ci paraissent effectivement nécessaires ainsi que le montrent les communications de MAIRE et de SOKOLOFF, sur le comportement du karst vis-à-vis des matières polluantes, et de CALEMBERT et MONJOIE sur les effets de cavités souterraines sur les constructions urbaines. À côté de ces présentations dont le sujet s'étend à toute la Belgique, on en trouve qui ne traitent que d'un point particulier: GEWELT: influence de l'autoroute E9 sur l'hydrologie du Vallon des Chantoirs; OZER: phénomènes karstiques dans les poudingues de Malmedy; POPESCU et PEL: ouverture de carrière et protection de grottes; CORRA: caractéristiques géologiques et importance économique de l'ocre jaune qui fossilise le paléokarst de la colline de Vérone-Italie.

Ainsi grâce à leur diversité et à leur qualité, les comptes rendus du Colloque ont leur place dans la bibliothèque de tout chercheur soucieux de se tenir au courant des recherches actuelles en Europe.

Bernard LAURIOL

*Département de géographie  
Université de Montréal*

ERICHSEN-BROWN, C., 1979. **Use of plants for the past 500 years.** Breezy Creeks Press, Box 104, Aurora, Ontario, XXII + 510 p., 360 ill., 15 × 23 cm. Carton souple, \$14,95; cartonné-toile, \$24,00.

Cet ouvrage est un relevé encyclopédique et historique de 550 plantes nord-américaines

comestibles, médicinales ou vénééreuses. Chaque espèce est d'abord identifiée par son nom latin et ses noms communs anglais, puis l'auteur donne par ordre chronologique des extraits des auteurs qui ont écrit sur ses usages par les Indiens et les Occidentaux en Amérique du Nord. Par exemple, on trouvera sous *Podophyllum peltatum* des extraits des auteurs suivants :

1612, J. Smith; 1613, S. Champlain; 1619, S. Champlain; 1628, de Rasières; 1636, J. Bréboëuf; 1708, M. Sarrazin; 1710, Raudot; 1779, Zeisberger; 1795, Simcoe; 1817-20, J. Bigelow; 1830, S. Rafinesque; 1855, Trail; 1859-61, Gunn; 1868, Can. Pharm. Journ.; 1892, Millspaugh; 1916, Waugh; 1928, Parker; 1923-28, H. Smith; 1949, Hobart & Melton; 1955, Mockle; 1970, Bye; 1974, Farnsworth; 1976, T. Robinson.

Au total, il y a environ 3 500 citations différentes tirées de 475 œuvres ou manuscrits différents, soit une moyenne de 7 citations par espèce traitée.

Les citations d'auteurs français sont traduites en anglais; les traductions semblent assez fiables :

1668, Marie-de-l'Incarnation : *We also make jam from gooseberries (Ribes Cynosbati).*

1888, Delamare : *The inhabitants do not use this plant even though its roots and young shoots are edible in salads and the leaves are used in Canada for making beer. (Epilobium angustifolium).*

1945, Rousseau : *When a person has a stoppage of urine, this makes it come. It is the leaves in infusion that are used. (Potentilla Anserina).*

1744, Charlevoix : *The Abenaki drank the sap of the ash. (Fraxinus nigra).*

Pour l'histoire de la botanique, ce livre sera sans doute un outil précieux qui lui permettra de repérer rapidement les principales mentions d'espèces d'intérêt économique. On y voit l'évolution de la connaissance et des usages de certaines plantes. On peut également noter les différences d'usage entre les diverses colonies et tribus indiennes. Et on peut enfin consulter indirectement bon nombre de manuscrits, et sans doute plusieurs volumes, qui ne se trouvent pas dans toutes les bibliothèques.

B. BOIVIN

*Herbier Louis-Marie*  
Université Laval, Québec

VIEIRA DE SILVA, J., 1979. **Introduction à la théorie écologique.** Collection d'écologie, n° 14. Masson, Paris, 112 p. \$28,40.

Voici un condensé de la théorie écologique bien adapté à l'enseignement de niveau supérieur : on y retrouve le squelette de tout bon cours théorique sur le fonctionnement des écosystèmes.

Sur ce schéma viennent se greffer quelque 300 références bibliographiques, classiques et récentes, qui permettront d'approfondir des aspects particuliers.

L'ouvrage est composé de 10 courts chapitres, d'une dizaine de pages chacun, qui touchent les principaux aspects de l'écologie : flux d'énergie et de matière, diversité, relations abondance-espèces, niche, succession, stabilité, dynamique des populations. Quoique chaque sujet soit traité de façon très (trop?) résumée, l'auteur ne s'est pas contenté d'exposer seulement les idées classiques, mais a réussi à couvrir une gamme de nuances et une diversité de concepts qui ont pour but, de l'aveu même de l'auteur, d'introduire le lecteur dans l'abondante littérature traitant de la théorie écologique. Qu'on en juge.

Dans une présentation très cartésienne, un premier chapitre introduit aux principes fondamentaux de l'écologie et montre que les écosystèmes sont des cas particuliers de systèmes à structure dissipative et obéissent donc aux mêmes lois.

Le second chapitre traite des flux d'énergie dans l'écosystème. Après avoir présenté la chaîne alimentaire, l'auteur en vient rapidement aux différents concepts d'efficacité énergétique. La notion d'enthalpie comme mesure de l'énergie libre contenue dans la biomasse n'est malheureusement qu'à peine effleurée en toute fin de chapitre. Le troisième chapitre fait pendant au second et traite des cycles de matières dans l'écosystème.

Après avoir défini le concept de diversité, le chapitre 4 aborde l'ardu problème de sa mesure. La présentation suit ici celle de Pielou et présente d'abord les mesures de diversité basées sur les fonctions d'entropie d'ordre 1 et 2. Comme Pielou, l'auteur insiste aussi sur les différences entre la mesure de Shannon et celle de Brillouin, distinction bien inutile avec des populations naturelles. En fin de chapitre sont définies les types de diversité  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ . Les relations abondance-espèces, qui permettent une étude détaillée des dénombrements d'espèces étudiés de façon globale par les indices de diversité, sont présentées dans un autre chapitre où elles sont divisées en deux types : d'une part, les modèles qui tentent de décrire la façon dont les espèces se partagent les ressources de l'écosystème et qui partent donc d'hypothèses biologiques; d'autre part, les modèles strictement statistiques qui apportent peu d'information quant aux conditions biologiques ayant conduit à la relation abondance-espèces.

Le chapitre 6 assied le concept de niche sur une présentation historique de son évolution. La présentation de la niche fondamentale d'Hutchinson permet d'introduire, à partir de la notion de dimensions de l'écosystème, plusieurs concepts tels l'adaptation, l'exclusion et l'amplitude et, si l'on considère plus d'une espèce, le concept de compétition, qui sera par ailleurs étudié en détail au chapitre 9.

Le chapitre 7 traite de la succession des espèces dans un écosystème. Différents types



de succession sont définis, de même que le concept de climax et ses variantes. Après avoir illustré la succession à l'aide de quelques exemples, l'auteur présente le modèle de Markov pour l'étude de la succession à l'aide d'une matrice de probabilités de transition: l'auteur ne parle cependant que des chaînes ergodiques, qui mènent vers un climax, et omet de mentionner les différentes variantes non-ergodiques du modèle de Markov.

Selon les vues classiques de l'écologie, la stabilité d'un écosystème est proportionnelle à sa complexité. Le chapitre 8 jette un regard critique sur cette vérité généralement admise et en vient à reconnaître sept types de stabilité, qui sont définis et illustrés. Différents modèles sont ensuite étudiés après que l'auteur ait mis le lecteur en garde contre la modélisation de situations particulières, qui ne saurait conduire à des conclusions générales.

Le chapitre sur la dynamique des populations ne prétend pas reprendre la présentation détaillée qu'en a faite Dajoz dans l'ouvrage n° 6 de la même collection. Pour les cas où les générations sont séparées, l'auteur présente l'équation bien connue du modèle sigmoïde (logistique) ainsi que d'autres modèles plus perfectionnés. Lorsque les classes d'âge d'une population sont connues, le modèle de Leslie s'applique, qui décrit l'évolution de la population à l'aide d'une matrice de transition décrivant la fécondité et la probabilité de survie

des femelles. L'équation logistique est aussi l'occasion de présenter différentes stratégies d'adaptation, alors que le chapitre se termine sur une présentation, malheureusement trop succincte, de différents modèles de compétition.

«Une théorie générale des écosystèmes ne pourra exclure l'homme», même si l'écologie humaine, et particulièrement sa synécologie, reste à faire. L'importance écologique d'une population humaine se mesurant par sa capacité d'acquisition et d'utilisation efficace de l'énergie, les notions écologiques devraient donc tenir une place plus importante dans la recherche des solutions à la crise énergétique et aux problèmes de distribution des richesses. C'est sur ces quelques réflexions sur l'homme dans l'écosystème que se clot cet ouvrage. Un ouvrage qui introduit de façon logique et condensée à la théorie écologique et qui n'a que les défauts de ses qualités, puisqu'on le voudrait souvent plus détaillé. Par la logique de sa présentation et par sa bibliographie détaillée, il saura cependant guider efficacement les étudiants gradués qui voudront bien passer outre aux nombreuses coquilles que renferme malheureusement ce texte.

Pierre LEGENDRE

*Centre de recherche en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal.*

## LIVRES REÇUS

- ANONYME, 1980. **Carnets d'histoire naturelle. Série n° 3.** Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, 53 illustr., 216 × 143 mm. Broché, \$2.
- COIFFAIT, H., 1979. **Faune de Madagascar. Fascicule n° 51. Insectes Coléoptères: Staphylinides, Oxytelidae, Osonia.** Centre national de la recherche scientifique, Paris, 136 p. Distribué par les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Québec. Prix: \$27.
- JACKSON, H.A.C., 1979. **Mr. Jackson's mushrooms.** National Gallery of Canada, Ottawa. 164 p., 44 illustr. 290 × 250 mm. Relié, \$35.
- KLEIN, M., 1980. **Regards d'un biologiste. Évolution de l'approche scientifique.** *Collection Histoire de la pensée*, XVIII. Hermann, Paris, 368 p. 210 × 140 mm. Broché, prix non indiqué.
- VANKAT, J. L., 1979. **The natural vegetation of North America. An introduction.** John Wiley, New York. ix-261 p. 16 × 22,5 cm. Broché, U.S. \$8,95.

## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le Naturaliste canadien publie des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, découplant de travaux de recherche en écologie fondamentale et appliquée, en systématique et dans certains domaines apparentés. Tout manuscrit soumis est l'objet d'une évaluation externe par des pairs.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 × 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

### TEXTE

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

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on doit utiliser le SI (système international d'unités).

### RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUES

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

alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant de la présentation suivante :

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105 : 383-415.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon « World List of Scientific Periodicals ».

### ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par manuscrit : tous les clichés additionnels sont à la charge de l'auteur.

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

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage doit être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1,5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12,5 × 20 cm, légende comprise.

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

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL POLICY

Are considered for publication in "*Le naturaliste canadien*" manuscripts in French or in English, based on *original research* in basic and applied ecology, systematics, and related sciences. Every manuscript will be subjected to normal reviewing process by external referees.

### GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in *double* spacing throughout, on one side of bond paper 21.5 × 28 cm, and submitted *in triplicate* to: Le Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada).

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 60 letters and spaces; (3) a French and an English abstract; (4) the manuscript proper; (5) on separate pages, Tables (numbered consecutively in Roman numerals) and Figure captions (numbered consecutively in Arabic numerals).

### MANUSCRIPT DETAILS

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

In preparing copy please take the following remarks into account: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided as far as possible, but if they must be used they should be numbered consecutively; (3) SI units should be used.

### REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed

alphabetically by first author, according to the following examples:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDTRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

**LE NATURALISTE CANADIEN**  
Revue d'écologie et de systématique

Volume 107	1980	Numéro 1
LACROIX, G. Éditorial .....		1-2
ALBRIGHT, L. J., J. CHOCAIR, K. MASUDA & M. VALDÈS. <i>In situ</i> degradation of the kelps <i>Macrocystis integrifolia</i> and <i>Nereocystis luetkeana</i> in British Columbia coastal waters .....		3-10
LOAN, C. C. & M. DOGANLAR. <i>Oedemopsis scabricula</i> in British Columbia (Hymenoptera: Icheumonidae, Tryphonidae) .....		11-14
TREMBLAY, J. & L. N. ELLISON. Le régime alimentaire des jeunes bihoreaux à couronne noire dans l'estuaire du Saint-Laurent .....		15-20
VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT. Les sangsues (Annelida: Hirudinea) benthiques du Saint-Laurent (Québec) .....		21-33
HANSON, J. M. & S. U. QADRI. Observations on the biology of black crappie, <i>Pomoxis nigromaculatus</i> (LeSueur) in the Ottawa River .....		35-42
<b>COMMUNICATIONS BRÈVES</b>		
AUBRY, Y. Nouvelles données sur la distribution de la Gallinule pourprée, <i>Porphyryla martinica</i> (L.), au Québec .....		43-44
VÉZINA, A. & M. M. GRANDTNER. Nouvelle station d' <i>Onopordum acanthium</i> L. au Québec .....		45-47
LOAN, C. C. <i>Leiophron maculipennis</i> (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) a parasite of <i>Diaphonocoris chlorionis</i> (Heteroptera: Miridae) in Eastern Ontario .....		49-50
REVUE DES LIVRES .....		51-54

# LE NATURALISTE CANADIEN

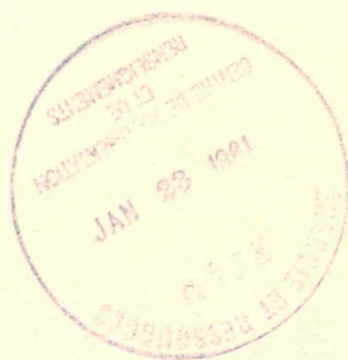
REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

---

VOLUME 107

NUMÉRO 2

1980



# LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique  
CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR  
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION  
PIERRE MORISSET

## COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

BERNARD BERNIER, *Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval*

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Département des sciences biologiques, Université de Montréal*

JEAN-MARC DESCHÊNES, *Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec*

FERNAND M. GAUTHIER, *Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture du Québec*

PIERRE LEGENDRE, *Centre de recherches en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal*

WILLIAM C. LEGGETT, *Département de biologie, Université McGill*

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

BERNARD J. R. PHILOGÈNE, *Département de biologie, Université d'Ottawa*

Publication trimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN (Revue d'écologie et de systématique) publie des articles *inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche en écologie, en systématique et dans certains domaines apparentés. La revue s'intéresse également aux aspects appliqués, notamment dans la perspective des ressources agricoles, forestières et halieutiques du Québec et du Canada oriental et nordique.

LE NATURALISTE CANADIEN est subventionné par le Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et par le Ministère de l'éducation du Québec.

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

Toute correspondance touchant l'administration, les abonnements ou les droits de reproduction doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4. L'abonnement annuel est de \$17 (personnel), \$19 (personnel, étranger) et \$34 (collectif, *multi-user*). Le numéro régulier se vend \$ 5; le numéro spécial, \$ 12.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts, Asher's  
Guide, Botanical Periodicals, RADAR et Périodex

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

# LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 107

1980

Numéro 2

## INFLUENCE DU STADE DE CROISSANCE SUR LE RENDEMENT ET LA COMPOSITION CHIMIQUE DE DEUX CULTIVARS DE LA FLÉOLE DES PRÉS, DU BROME ET DU DACTYLE

J.P.F. DARISSE<sup>1</sup>, Paul GERVAIS et J.C. ST-PIERRE<sup>2</sup>

*Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation  
Université Laval, Québec, G1K 7P4*

### Résumé

On a étudié l'influence de cinq stades de croissance durant trois années sur les rendements et les compositions organique et minérale des fléoles Climax et Drummond, des bromes Saratoga et Canadien et des dactyles Hercules et Rideau. Au 1<sup>er</sup> cycle de végétation, le rendement en matière sèche des six cultivars a augmenté progressivement jusqu'au stade *grenaïson*. La plus haute production annuelle a été atteinte chez la fléole et le brome lorsque la 1<sup>ère</sup> coupe a été prélevée au stade *floraison*. Chez le dactyle, il n'y a pas eu de différence significative dans les rendements totaux du stade *montaison* au stade *grenaïson*. La protéine brute, les matières grasses et les cendres ont baissé et la fibre brute a augmenté graduellement avec l'avancement en âge des plantes. Tous les cultivars, en vieillissant, contenaient de moins en moins de phosphore et de potassium. En règle générale, les variations dans les teneurs en calcium, sodium, fer, cuivre, manganèse et zinc n'étaient pas reliées aux stades de croissance. À l'intérieur de chaque espèce, il n'y a eu que quelques différences significatives entre les cultivars au point de vue rendement et composition chimique.

### Abstract

The effect of five stages of growth on the yield and chemical composition of Climax and Drummond timothy, of Saratoga and Canadian bromegrass and of Hercules and Rideau orchardgrass was studied over a 3-year period. The dry matter yields of the six cultivars increased, in the spring growth, with advance in maturity. Total annual yields of timothy and bromegrass were highest when the first cutting was taken at the bloom stage; with orchardgrass, maximum total yields were reached from jointing to seed maturity. Crude protein, fat and ash decreased and crude fibre increased with advance in maturity in all cultivars. Phosphorus and potassium declined with maturity while, in general, calcium, sodium, iron, copper, manganese and zinc showed no particular tendency. Within a species, few significant differences were found between cultivars in both the yield and the chemical composition.

### Introduction

La fléole des prés (*Phleum pratense* L.) a été durant de nombreuses années pratiquement la seule graminée fourragère pérenne

ensemencée au Québec. Depuis quelques décennies, le brome (*Bromus inermis* Leyss.) a été de plus en plus utilisé dans les prairies et les pâturages et, plus récemment, le dactyle (*Dactylis glomerata* L.) a commencé à

<sup>1</sup> Adresse actuelle: Ferme expérimentale, Agriculture Canada, Normandin, Québec.

<sup>2</sup> Adresse actuelle: Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec.



se tailler une place comme plante à pâturage. Ces graminées ont un potentiel de production élevé et livrent un fourrage de qualité quand elles sont correctement exploitées.

Plusieurs auteurs (Bird, 1943; Fulkerson *et al.*, 1967; Washko *et al.*, 1967; Wright *et al.*, 1967; Brown *et al.*, 1968; Kunelius *et al.*, 1974; Rochat & Gervais, 1975 a et b; Gervais & St-Pierre, 1979) ont décrit l'évolution, dans leur milieu, du rendement et de la composition chimique avec l'âge d'une ou plusieurs graminées fourragères. Ils rapportent un accroissement progressif du rendement et un déclin graduel de la qualité jusqu'au stade *grenaison*.

La teneur en éléments minéraux a tendance aussi à baisser avec le vieillissement du végétal (Pritchard *et al.*, 1964; Reid *et al.*, 1970; Rochat & Gervais, 1975b). Une revue de la littérature sur la composition minérale des herbages (Fleming, 1963) montre des différences appréciables dans la teneur en divers éléments entre les espèces de graminées et entre les cultivars d'une même espèce.

L'utilisation accrue des trois graminées rend nécessaire une connaissance plus complète de leurs aptitudes agronomiques et de leur composition chimique. La présente étude vise donc à établir, sous les mêmes conditions de sol et de climat, la productivité et la teneur détaillée en constituants organiques et minéraux de deux cultivars de fléole des prés, de brome et de dactyle récoltés à cinq stades de développement.

### Méthodologie expérimentale

Cette étude a été réalisée dans le campus de la Cité universitaire à Sainte-Foy, Québec, sur loam schisteux Saint-Nicolas, sol très bien égoutté et de fertilité moyenne.

On a ensemencé, à la volée et sans plant-abri, les fléoles Climax et Drummond, les bromes Saratoga et Canadien et les dactyles Hercules et Rideau aux doses respectives de 9, 18 et 13,5 kg/ha, selon les espèces, le 21 mai 1965. Avant le semis, on a incorporé au sol 6 725 kg/ha de pierre à chaux moulue et procédé à une fertilisation de base de 560 kg/ha de 4-24-20 plus 4% de bore et 4% de magnésium. Une seconde application de 335 kg/ha de 4-24-20, pour stimuler la croissance, a eu lieu à la mi-août. L'implantation des six cultivars a été excellente.

Au cours de chaque année de production (1966, 1967 et 1968), les cultures ont reçu à

l'hectare, 56 kg d'azote au printemps et 168 kg d'azote répartis également entre les cycles durant la saison. À l'automne de 1966 et 1967, on a appliqué 450 kg/ha de 0-15-30.

L'expérience a été effectuée suivant la méthode des blocs casualisés avec quatre répétitions, chaque espèce occupant des blocs séparés. Les parcelles mesuraient 1,5 m sur 6 m et la surface récoltée était 1 m sur 6 m. Toutes les coupes ont été prélevées à 5 cm de hauteur.

Lors du premier cycle de végétation, les six cultivars ont été récoltés à cinq stades de croissance:

- a) *Herbe*: état végétatif, feuilles, peu ou pas d'élongation des tiges
- b) *Montaison*: inflorescence à mi-chemin dans la tige
- c) *Épiaison*: 50 à 75% des inflorescences visibles
- d) *Floraison*: anthères visibles sur toute la longueur de la panicule
- e) *Grenaison*: graines mûres

Au cours du deuxième cycle et des cycles subséquents, les coupes ont été faites lorsque le regain était suffisamment abondant pour permettre un nouveau prélèvement (tableau I), la dernière coupe étant prise au début de septembre.

À chaque récolte, on a déterminé le poids vert du fourrage de chaque parcelle au moment de la coupe. Un échantillon de 500 g a été haché et séché à une température de 90°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant pour établir le pourcentage de matière sèche. Après le séchage, les échantillons ont été regroupés par cultivar et par stade de croissance, moulus et conservés pour l'analyse chimique.

On a utilisé le procédé Kjeldahl pour la détermination de l'azote total. La digestion du végétal a été faite selon la méthode de Ward et Johnston (1962) et le dosage de l'azote par l'analyseur automatique Technicon. La méthode de Weende (A.O.A.C. 1960, n° 22 040) a servi à établir la teneur en fibre brute. On a extrait les matières grasses à l'aide d'éther (A.O.A.C. 1960, n° 22 033). Les cendres totales ont été calculées après calcination à 600°C pendant deux heures (A.O.A.C. 1960, n° 22 020).

La libération des éléments minéraux a été réalisée par calcination pour le potassium et le sodium et par digestion pour le calcium, le magnésium, le fer, le cuivre, le manganèse et le zinc. Ces derniers éléments ont été dé-

TABLEAU I

Hauteurs et rendements en matière sèche, à 5 stades de croissance, de deux cultivars de fléole, de brome et de dactyle

Stades de croissance	Dates moyennes	1 <sup>er</sup> cycle de végétation		Saison de végétation	
		Hauteur (cm)	Rendement (kg/ha)	Rendement total (kg/ha)	Nombre de coupes
<i>Fléole Climax (1966-1968)</i>					
Herbe	7 juin	32,1	2350e	6012d	4-5
Montaison	14 juin	46,8	3000d	5827d	3-4
Épiaison	29 juin	69,3	4457c	6935c	2-3
Floraison	9 juillet	98,7	5586b	8688a	2
Grenaison	6 août	92,9	5979a	7562b	2
Moyenne	—	—	4274	7005	—
<i>Fléole Drummond (1966-1968)</i>					
Herbe	9 juin	24,9	1613e	5068d	4-5
Montaison	16 juin	46,5	3201d	6086c	3-4
Épiaison	5 juillet	71,9	4684c	6858b	2
Floraison	14 juillet	87,5	5419b	7603a	2
Grenaison	13 août	88,8	6412a	7250b	2
Moyenne	—	—	4266	6573	—
<i>Brome Saratoga (1966-1968)</i>					
Herbe	2 juin	28,7	1650e	5599d	4-5
Montaison	7 juin	45,9	3108d	7245c	3-4
Épiaison	18 juin	81,2	4404c	8159b	2-3
Floraison	2 juillet	117,3	5821b	9299a	2
Grenaison	28 juillet	113,0	6438a	8683ab	2
Moyenne	—	—	4284	7797	—
<i>Brome Canadien (1966-1968)</i>					
Herbe	5 juin	29,6	2152e	5968d	4-5
Montaison	9 juin	42,2	2852d	6976c	3-4
Épiaison	18 juin	70,5	3898c	7152c	2-3
Floraison	4 juillet	104,4	6016b	9323a	2
Grenaison	28 juillet	106,1	6647a	8722b	2
Moyenne	—	—	4313	7628	—
<i>Dactyle Hercules (1966-1967)</i>					
Herbe	7 juin	29,8	1464d	6738b	5-6
Montaison	12 juin	48,1	2462c	7949a	4-5
Épiaison	18 juin	63,4	2993b	8424a	2-3
Floraison	26 juin	85,4	3271b	8233a	2
Grenaison	22 juillet	97,0	4476a	8502a	2
Moyenne	—	—	2933	7969	—
<i>Dactyle Rideau (1966-1967)</i>					
Herbe	9 juin	31,6	2053d	7203b	5-6
Montaison	13 juin	45,4	2496c	7670ab	4-5
Épiaison	20 juin	65,2	2885bc	7931a	2-3
Floraison	27 juin	79,2	3100b	8096a	2
Grenaison	24 juillet	88,1	4288a	8210a	2
Moyenne	—	—	2964	7822	—

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P = 0,05

terminés quantitativement par absorption atomique et les premiers par émission atomique. On a déterminé le phosphore à l'aide de l'analyseur automatique de Technicon selon la méthode de Varley (1966).

Les unités nutritives totales ont été calculées d'après la formule rapportée par Horrocks et Washko (1968).

## Résultats et discussion

### CROISSANCE SAISONNIÈRE

Les six cultivars ont atteint les stades correspondants de développement à des dates différentes (tableau I). Ces écarts, cependant, ont varié avec les années selon les conditions saisonnières. Les cultivars Drummond, Saratoga et Hercules ont produit relativement peu tôt en saison (stade *herbe*), mais autant sinon plus que les autres cultivars dès le stade *montaison*.

Le dactyle est une espèce précoce qui habituellement démarre tôt au printemps, mais les gelées de la 1<sup>ère</sup> quinzaine de mai ont perturbé sa croissance. Les feuilles ont jauni et blanchi. Le dactyle a bien récupéré par la suite, mais la 1<sup>ère</sup> récolte a été retardée. La croissance de cette graminée a donc été relativement faible au 1<sup>er</sup> cycle, la durée de la végétation active ayant été écourtée, mais sa remontée au cours des cycles ultérieurs montre bien la vigueur de sa repousse et l'abondance de son regain. Cette espèce, qui manque de rusticité sous les conditions du Québec, n'a pas survécu à l'hiver 1967-1968.

### RENDEMENTS EN MATIÈRE SÈCHE

#### 1<sup>er</sup> cycle de végétation

Les rendements en matière sèche (M.S.) au cours du 1<sup>er</sup> cycle de végétation (tableau I) ont évolué de façon similaire pour les six cultivars, soit un accroissement progressif d'un stade de croissance à un autre jusqu'à la grenaison inclusivement. Ces résultats concordent avec ceux de Bird (1943), de Fulkerson *et al.* (1967) et de Gervais et St-Pierre (1979). La fléole et le brome, qui ont livré des rendements moyens de même ordre, se sont révélés beaucoup plus productifs que le dactyle. À l'intérieur de chacune des espèces, il n'y a eu aucune différence significative dans les rendements des deux cultivars.

#### Saison de végétation

On a atteint la production annuelle la plus haute lorsque la 1<sup>ère</sup> coupe a été prélevée au stade *floraison* chez la fléole et le brome. Rochat et Gervais (1975a) sont arrivés à une conclusion identique. Chez le dactyle, toutefois, il n'y a pas eu de différence significative dans les rendements totaux du stade *montaison* au stade *grenaison*.

Une 1<sup>ère</sup> coupe très tardive (stade *grenaison*) a réduit les rendements annuels de la fléole et du brome, mais n'a pas affecté ceux du dactyle. La fléole a donné un rendement saisonnier moyen plus faible que le brome pour les trois années. Si on compare, cependant, les rendements totaux moyens des trois espèces pour les deux années seulement au cours desquelles le dactyle a été récolté (excluant 1968 qui a été une année sèche à rendements plus bas), le brome (8 832 kg/ha de M.S.) surpasse non seulement la fléole (7 812 kg), mais aussi le dactyle (7 896 kg).

À l'intérieur des espèces, on n'a noté aucune différence significative dans les rendements moyens de M.S. entre les dactyles Hercules et Rideau et entre les bromes Saratoga et Canadien. Toutefois, la fléole Climax a surpassé significativement ( $P = 0,01$ ) la fléole Drummond; cet écart de rendement est attribué au faible regain de Drummond.

### COMPOSITION CHIMIQUE

La protéine brute, les matières grasses et les cendres ont baissé progressivement et la fibre brute a augmenté graduellement avec l'avancement en âge de tous les cultivars (tableau II). Ces résultats rejoignent ceux d'autres auteurs (Phillips *et al.*, 1954; Kerguelen, 1960; Rochat & Gervais, 1975b; Gervais & St-Pierre, 1979). De façon générale, les extractifs non azotés, éléments indosés du fourrage, ont peu varié du stade *herbe* au stade *floraison* pour ensuite augmenter rapidement au stade *grenaison*, surtout chez la fléole et le brome.

Les trois espèces ont montré des teneurs similaires (moyenne des cinq stades) dans tous les constituants, à l'exception du dactyle qui contenait moins d'extractifs non azotés et plus de matières grasses et de cendres que les deux autres graminées; des variations de cette nature ont déjà été notées par Rochat et Gervais (1975b). À l'intérieur de chaque espèce, les seules différences significatives se situent au niveau des matières

TABLEAU II

Composition chimique brute, à cinq stades de croissance, de deux cultivars de fléole, de brome et de dactyle lors du 1<sup>er</sup> cycle de végétation

Stades de croissance	Protéine brute (%)	Fibre brute (%)	Extractifs non azotés (%)	Matières grasses (%)	Cendres (%)
<i>Fléole Climax (1966-1968)</i>					
Herbe	20,16a	20,98d	48,72b	3,23a	6,91a
Montaison	17,70b	24,80c	48,78b	2,78ab	5,94b
Épiaison	12,72c	30,74b	48,92b	2,36bc	5,26b
Floraison	11,21c	33,12a	48,97b	2,18bc	4,52c
Grenaison	7,94d	32,92a	53,77a	1,98c	3,39d
<i>Fléole Drummond (1966-1968)</i>					
Herbe	19,93a	21,30d	48,93b	2,71a	7,13a
Montaison	16,62b	24,99c	49,99ab	2,48ab	5,92b
Épiaison	12,43c	29,75b	50,36ab	2,21abc	5,25bc
Floraison	10,73c	32,80a	49,91ab	2,08bc	4,48cd
Grenaison	7,85d	33,15a	53,53a	1,80c	3,67d
<i>Brome Saratoga (1966-1968)</i>					
Herbe	20,33a	21,50d	48,09c	3,24a	6,84a
Montaison	17,04b	24,29c	49,33bc	2,86ab	6,48ab
Épiaison	13,97c	27,71b	49,89bc	2,55bc	5,88b
Floraison	10,66d	30,76a	51,64b	2,12cd	4,82c
Grenaison	9,07d	30,13a	55,00a	1,74d	4,06c
<i>Brome canadien (1966-1968)</i>					
Herbe	21,32a	21,62c	46,72c	3,34a	7,00a
Montaison	16,83b	23,77c	50,34bc	2,91b	6,15b
Épiaison	13,39c	28,42b	50,03bc	2,52c	5,64bc
Floraison	9,86d	31,44a	51,34b	2,26d	5,10c
Grenaison	8,51d	30,47ab	55,38a	1,62e	4,02d
<i>Dactyle Hercules (1966-1967)</i>					
Herbe	19,29a	22,48c	45,60c	3,73a	8,90a
Montaison	16,10b	26,22b	45,87c	3,33ab	8,48a
Épiaison	12,80c	29,96a	46,53bc	2,84bc	7,87b
Floraison	9,89d	31,60a	49,00ab	2,62c	6,89c
Grenaison	8,08d	32,82a	50,14a	2,24c	6,72c
<i>Dactyle Rideau (1966-1967)</i>					
Herbe	19,27a	22,80d	44,94a	3,79a	9,20a
Montaison	15,92a	26,29c	45,84a	3,43a	8,52ab
Épiaison	12,08b	30,34b	46,06a	3,32ab	8,20ab
Floraison	10,82b	32,35a	46,25a	2,85bc	7,73bc
Grenaison	9,09b	33,61a	47,99a	2,53c	6,78c

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P = 0,05.

grasses: Climax > Drummond et Rideau > Hercules.

#### COMPOSITION MINÉRALE

Les stades de croissance à la récolte n'ont exercé aucune influence sur la teneur du brome et du dactyle en calcium (tableau III). Ces résultats confirment ceux d'une autre

étude avec ces graminées (Rochat & Gervais, 1975b). Chez les deux cultivars de fléole, toutefois, le pourcentage de calcium a baissé avec l'âge, mais de façon significative seulement dans la fléole Drummond. Rochat et Gervais (1975b) et Gervais et St-Pierre (1979) ont déjà rapporté que la teneur de la fléole en calcium régressait avec la maturité.

TABLEAU III

Composition minérale, à 5 stades de croissance, de deux cultivars de fléole, de brome et de dactyle lors du 1<sup>er</sup> cycle de végétation

Stades de croissance	Ca (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
<i>Fléole Climax (1966-1968)</i>									
Herbe	0,33a	0,31a	2,74a	0,12a	83a	117a	13a	81a	29a
Montaison	0,32a	0,29a	2,68a	0,12a	63a	90ab	13a	78ab	31a
Épiaison	0,30a	0,26b	2,32b	0,10b	57a	71bc	14a	71bc	27a
Floraison	0,30a	0,23bc	2,04c	0,10b	60a	57c	14a	66c	27a
Grenaison	0,30a	0,20c	1,53d	0,08c	60a	100ab	14a	73abc	26a
<i>Fléole Drummond (1966-1968)</i>									
Herbe	0,32a	0,31a	2,65a	0,14a	67a	111ab	13a	93a	27a
Montaison	0,30ab	0,30a	2,58ab	0,12a	67a	81bc	13a	78b	28a
Épiaison	0,30ab	0,26b	2,31bc	0,11b	63a	63c	14a	72c	26a
Floraison	0,30ab	0,23c	2,08c	0,10b	60a	74bc	15a	71c	28a
Grenaison	0,28b	0,19d	1,66d	0,08c	57a	125a	14a	78b	28a
<i>Brome Saratoga (1966-1968)</i>									
Herbe	0,30a	0,32a	2,99a	0,12a	77a	114ab	16a	86a	29a
Montaison	0,33a	0,28b	2,74a	0,11a	77a	117a	14a	77a	26a
Épiaison	0,29a	0,26b	2,39ab	0,10b	63a	94bc	15a	74a	25a
Floraison	0,29a	0,21c	2,02b	0,09c	53a	62d	15a	80a	22a
Grenaison	0,31a	0,17d	1,76d	0,09c	60a	83c	13a	93a	20a
<i>Brome Canadien (1966-1968)</i>									
Herbe	0,31a	0,32a	3,05	0,12a	77a	118a	14a	100a	27a
Montaison	0,30a	0,27b	2,84a	0,12a	63a	115a	14a	94a	25a
Épiaison	0,28a	0,26b	2,57ab	0,11ab	67a	91a	15a	102a	23a
Floraison	0,29a	0,20c	2,19bc	0,10b	50a	65b	14a	97a	22a
Grenaison	0,29a	0,17c	1,91c	0,09b	63a	86ab	13a	113a	22a
<i>Dactyle Hercules (1966-1967)</i>									
Herbe	0,31a	0,33a	3,48a	0,15a	—	156a	15a	145a	—
Montaison	0,31a	0,32a	3,42a	0,16a	—	134a	16a	155a	27a
Épiaison	0,31a	0,32a	3,30ab	0,16a	—	103a	16a	150a	27a
Floraison	0,30a	0,31a	2,85bc	0,16a	—	90a	14a	149a	26a
Grenaison	0,32a	0,24a	2,44c	0,16a	—	134a	14a	181a	25a
<i>Dactyle Rideau (1966-1967)</i>									
Herbe	0,32a	0,31a	3,49a	0,15a	—	152a	16a	153a	—
Montaison	0,34a	0,31a	3,49a	0,15a	—	121a	16a	167a	27a
Épiaison	0,33a	0,30a	3,28a	0,15a	—	90a	17a	163a	26a
Floraison	0,32a	0,28a	3,08ab	0,16a	—	91a	14a	158a	25a
Grenaison	0,31a	0,23a	2,65b	0,16a	—	106a	14a	191a	23a

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seul  $P = 0,05$ .

Tous les cultivars, en vieillissant, contenaient de moins en moins de phosphore, ce qui confirme les données de Reid *et al.* (1970). Ce déclin, cependant, n'est pas significatif chez le dactyle; Rochat et Gervais (1975b) n'ont observé aucune tendance du phosphore dans cette espèce. Le potassium a diminué significativement du stade *herbe* au stade *grenaison* chez les six cultivars; ces résultats concordent avec ceux de

Reid *et al.* (1970) et de Rochat et Gervais (1975b). La teneur en magnésium a décliné au cours du 1<sup>er</sup> cycle, mais chez la fléole et le brome seulement, tel que déjà rapporté par Rochat et Gervais (1975b).

Les variations dans les teneurs des trois espèces en sodium, fer, cuivre, manganèse et zinc ne présentent aucune tendance définie et n'apparaissent pas être reliées aux

stades de croissance à la récolte. D'autres chercheurs ont obtenu des résultats similaires ou différents selon les éléments. Ainsi, d'après Pritchard *et al.* (1964), la teneur en sodium change peu, mais Thomas *et al.* (1953) et Gervais et St-Pierre (1979) ont noté une baisse avec l'âge du végétal. Dans la présente étude, la concentration de la fléole et du brome en sodium est faible, ce qui concorde avec les conclusions de Kerguelen (1960) qui classe ces deux graminées comme pauvres en sodium. L'évolution du fer n'offre aucune particularité selon Baker et Reid (1977), mais d'après Fleming et Murphy (1968) et Reid *et al.* (1970), cet élément décroît avec le vieillissement du végétal. Fleming et Murphy (1968) rapportent aussi que le cuivre diminue avec la maturité des plantes alors que Reid *et al.* (1970) et Rochat et Gervais (1975b) n'ont pas enregistré de variations significatives. En ce qui concerne le manganèse, Reid *et al.* (1970) montrent une diminution tandis que Rochat et Gervais (1975b) et Baker et Reid (1977) n'observent pas de fluctuations attribuables aux stades de croissance. Plusieurs auteurs (Reid *et al.*, 1970; Baker & Reid, 1977; Gervais & St-Pierre, 1979) ont obtenu une baisse dans la teneur du fourrage en zinc en cours du 1<sup>er</sup> cycle; ceci est contraire aux données recueillies dans cette étude.

Il y a lieu de souligner qu'il n'y a eu aucune différence significative, à l'intérieur de chaque espèce, dans la teneur des deux cultivars en l'un quelconque des éléments minéraux dosés, à l'exception du

manganèse chez le brome (Saratoga < Canadien). Il faut noter aussi que, chez le dactyle, aucun élément minéral n'a fluctué significativement en regard des stades de croissance, sauf le potassium. De plus, le dactyle contenait plus de potassium, manganèse, fer et magnésium que la fléole et le brome. Cette plus grande abondance du dactyle en potassium, magnésium et manganèse a déjà été notée par Rochat et Gervais (1975b).

Les unités nutritives totales (UNT) calculées se situent aux environs de 70% au stade *herbe* chez les trois espèces et diminuent progressivement jusqu'au stade *grenaison* (tableau IV). Vers la fin du cycle, cependant, les différences dans les UNT entre les derniers stades de végétation ne sont pas significatives. Les six cultivars se sont comportés de façon similaire et leurs teneurs en UNT (moyenne des cinq stades) sont très voisines les unes des autres.

D'après les résultats de cette étude et ceux d'études antérieures (Rochat & Gervais, 1975a et b; Gervais & St-Pierre, 1979), il ressort que les régies comportant une 1<sup>ère</sup> coupe du stade *épiaison* au stade *floraison* autorisent un fort rendement annuel d'un fourrage de qualité chez les trois graminées. Comme, à l'intérieur de chacune des espèces, les cultivars utilisés et recommandés lors de la mise en route de l'expérience (quelques-uns le sont encore) se sont comportés dans l'ensemble de façon similaire et si on les considère représentatifs de ceux qui sont présen-

TABLEAU IV

Unités nutritives totales, à cinq stades de croissance, de deux cultivars de fléole, de brome et de dactyle lors du 1<sup>er</sup> cycle de végétation

Espèces et cultivars	Stades de croissance				
	Herbe (%)	Montaison (%)	Épiaison (%)	Floraison (%)	Grenaison (%)
<i>Fléole (1966-1968)</i>					
Climax	69,9a	67,0b	61,5c	59,8c	56,4c
Drummond	69,7a	66,0b	61,2c	59,3c	56,3c
<i>Brome (1966-1968)</i>					
Saratoga	70,0a	66,4b	63,0c	59,3d	57,7d
Canadien	71,1a	66,2b	62,4c	58,4d	57,1d
<i>Dactyle (1966-1967)</i>					
Hercules	68,9a	65,3b	61,6c	58,5d	56,5d
Rideau	68,8a	65,1b	60,8c	59,4c	57,5c

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P = 0,05

tement recommandés au Québec, l'emploi de l'un ou l'autre de ces derniers peut assurer d'abondantes récoltes.

### Remerciements

Les auteurs remercient le Conseil des recherches et services agricoles du Québec pour l'aide financière apportée à la réalisation de cette étude et M. Jacques Debroux pour sa participation à l'analyse chimique des fourrages.

### Références

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1960. Official methods of analysis. 9<sup>th</sup> ed. — Washington, D.C.
- BAKER, B. S. & R. L. REID, 1977. Mineral concentration of forage species grown in Central West Virginia on various soil series. — *W. Va Agric. Exp. Sta. Bull.*, no. 657, 60 p.
- BROWN, C. S., G. A. JUNG, K. E. VARNEY, R. C. WAKEFIELD & J. B. WASHKO, 1968. Management and productivity of perennial grasses in the Northeast: IV. Timothy. — *W. Va Agric. Exp. Sta. Bull.* 570T, 36 p.
- FLEMING, G. A., 1973. Mineral composition of herbage. — Pages 529-566 in G. W. Butler & R. W. Bailey (eds.). *Chemistry and biochemistry of herbage*. Vol. I. — Academic Press, London.
- FLEMING, G. A. & W. E. MURPHY, 1968. The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by season and stage of maturity. — *J. Brit. Grassl. Soc.*, 23: 174-185.
- FULKERSON, R. S., D. N. MOWATT, W. E. TOSSELL & J. E. WINCH, 1967. Yield of dry matter, *in vitro* — digestible dry matter and crude protein of forages. — *Can. J. Plant Sci.*, 47: 683-690.
- GERVAIS, P. & J. C. ST-PIERRE, 1979. Influence du stade de croissance à la première récolte sur le rendement, la composition chimique et les réserves nutritives de la fléole des prés. — *Can. J. Plant Sci.*, 59: 177-183.
- HORROCKS, R. D. & J. B. WASHKO, 1968. Influence of harvesting forages at three stages of maturity on yield, quality and stand persistence. — *Penn. Agric. Exp. Sta. Bull.*, no. 753, 22 p.
- KERGUELEN, M., 1960. Aspects des variations de la composition de quelques fourrages en fonction des espèces, des stades de végétation, des conditions du sol et de fertilisation. — *Ann. Amél. Plantes*, 10: 177-238.
- KUNELIUS, H. T., L. B. MACLEOD & F. W. CALDER, 1974. Effects of cutting management on yields, digestibility, crude protein and persistence of timothy, bromegrass and orchard grass. — *Can. J. Plant Sci.*, 54: 55-64.
- PHILLIPS, T. G., J. T. SULLIVAN, M. E. LOUGHLIN & V. G. SPRAGUE, 1954. Chemical composition of some forage grasses, 1. Changes with plant maturity. — *Agron. J.*, 46: 361-369.
- PRITCHARD, G. I., W. J. PIGDEN & L. P. FOLKINS, 1964. Distribution of potassium, calcium, magnesium and sodium in grasses at progressive stages of maturity. — *Can. J. Plant Sci.*, 44: 318-324.
- REID, R. L. A. J. POST & G. A. JUNG, 1970. Mineral composition of forages. — *W. Va Agric. Exp. Sta. Bull.*, no. 589T, 35 p.
- ROCHAT, E. & P. GERVAIS, 1975a. Courbes de productivité et influence de la date de la première exploitation sur le rendement en matière sèche et en protéine du brome, de la fléole et du dactyle. — *Naturaliste can.*, 102: 89-97.
- ROCHAT, E. & P. GERVAIS, 1975b. Évolution de la composition chimique du brome, de la fléole et du dactyle au cours du premier cycle de végétation. — *Naturaliste can.*, 102: 825-833.
- THOMAS, B., A. THOMPSON, V. A. OYENUGA & R. H. ARMSTRONG, 1952. The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity. — *Emp. J. Exp. Agric.*, 20: 10-22.
- VARLEY, J. A., 1966. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material. — *Analyst*, 91: 119-126.
- WARD, G. M. & F. B. JOHNSTON, 1962. Chemical methods of plant analysis. — *Min. Agric. Can. Publ.*, no. 1064, 59 p.
- WASHKO, J. B., G. A. JUNG, A. M. DECKER, R. C. WAKEFIELD, D. D. WOLF & M. J. WRIGHT, 1967. Management and productivity of perennial grasses in the Northeast: III. Orchardgrass. — *W. Va Agric. Exp. Sta. Bull.*, no. 557T, 48 p.
- WRIGHT, M. J., G. A. JUNG, C. S. BROWN, A. M. DECKER, K. E. VARNEY & R. C. WAKEFIELD, 1967. Management and productivity of perennial grasses in the Northeast: II. Smooth bromegrass. — *W. Va Agric. Exp. Sta. Bull.*, no. 554T, 40 p.

## LA FLORE ET LA VÉGÉTATION DES ÎLES DORMEUSES (BAIE D'HUDSON, TERRITOIRES DU NORD-OUEST, CANADA)

Pierre MORISSET

Département de biologie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

et

Serge PAYETTE

Département de phytologie et Centre d'études nordiques,  
Université Laval, Québec, G1K 7P4

### Résumé

En août 1970, les auteurs ont effectué un relevé de la flore vasculaire et de la végétation de la partie sud de l'île Kidney (archipel des Dormeuses, 57°32' N., 79°45' O.), située dans la baie d'Hudson à environ 50 km au nord des îles Belcher. La flore vasculaire compte 112 espèces, dont la plupart (81,2%) sont d'affinité arctique et arctique-alpine; quant aux espèces circumhémisphériques, elles forment 74,1% de la flore vasculaire. Des extensions d'aire importantes vers le sud sont signalées pour *Eriophorum triste* et *Draba corymbosa*.

Les communautés végétales des principaux types d'habitats de l'île Kidney sont décrites. Elles sont beaucoup mieux développées dans les vallées (où le substrat, les conditions de drainage et les phénomènes périglaciaires sont plus diversifiés) que sur le plateau exposé. Une chronoséquence littorale reliée au rétablissement isostatique postglaciaire est décrite. En général, la végétation est une toundra arbustive dominée par des espèces eutrophes, surtout calcicoles, héliophiles et pionnières.

### Abstract

The vascular flora and the vegetation of the southern part of Kidney Island (Sleeper Islands, 57°32' N, 79°45' W), about 50 km north of Belcher Islands in Hudson Bay, were surveyed in August 1970. The vascular flora is made up of 112 species, most of which show arctic or arctic-alpine affinities (81,2%); 74,1% of the vascular flora belongs to circumpolar and circumboreal taxa. Southern extensions of range are reported for *Eriophorum triste* and *Draba corymbosa*.

Plant communities are described for the main types of habitats encountered on Kidney Island. They are much better developed in valleys, where substrates, drainage conditions, and periglacial phenomena are more varied, than on the exposed, wind-swept plateau. A littoral chronosequence related to postglacial isostatic uplift is described. On the whole, the vegetation is a shrub tundra dominated by eutrophic — mostly calcicolous, heliophilous, and pioneer — species.

### Introduction

Les îles Dormeuses (*Sleeper Islands*, 57°32' N., 79°45' O.) sont situées dans la baie d'Hudson à environ 50 km au nord des îles Belcher (fig. 1). Administrativement, elles font partie du District de Keewatin (Territoires du Nord-Ouest, Canada). Les auteurs ont eu l'occasion de séjourner une semaine (21-27 août 1970) sur l'île Kidney, la plus grande des îles de cet archipel, pour y étudier la flore, la végétation et les sols.

Les données sur les sols ont été publiées dans un article antérieur (Payette & Morisset, 1974), qui présente une description succincte de la géologie, de la physiographie et du climat des îles Dormeuses. Il suffira de mentionner que ces îles sont situées dans les formations protérozoïques qui reposent vers l'est sur le bouclier précambrien du Nouveau-Québec. La roche en place, qui affleure sur la plus grande superficie de l'île Kidney, est composée en majeure partie de basalte « en coussinets » à grain très fin



(Manning, 1947). Physiographiquement, l'île Kidney a l'apparence d'un bas plateau (alt. moyenne: 25-30 m), disséqué par plusieurs vallées étroites et peu profondes. Au fond des vallées les plus larges, on rencontre des dépôts marins sur des terrasses assez peu individualisées: ces dépôts sont composés surtout de mollusques et les plus récents, près du niveau marin actuel, sont associés à des graviers et des sables ainsi qu'à des blocs glaciaux. Plusieurs phénomènes péri-glaciaires ont pu être observés: gélifractes, paises, polygones de pierre, ostioles, etc.

Les deux principaux groupes de sols sont des régosols lithiques sur basalte ou sur graviers et des régosols calcaires sur dépôts de coquilles (Payette & Morisset, 1974). Le pH de l'horizon organique varie de 4,5 à 6,8 dans les régosols lithiques et de 5,8 à 7,3 dans les régosols calcaires. La teneur élevée en sodium des horizons organiques montre en outre que les embruns marins peuvent être un facteur écologique important dans tout l'archipel.

Comme une grande confusion existe dans les rapports anciens et modernes quant à la position et la nature des îles nommées «Sleeper» (Manning, 1947) et comme Gardner (1973) prétend à tort avoir effectué 75 récoltes de plantes aux Dormeuses, une clarification toponymique s'impose ici. Le nom «Île Sleepe» fut donné en 1631 par Luke Fox à une île de la baie d'Hudson; Manning (1947) croit qu'il s'agit d'une des îles Ottawa, tandis que Cooke et Holland (1973, 1978) semblent plutôt croire qu'il s'agit des îles Dormeuses. Quoiqu'il en soit, ce toponyme a été utilisé assez vaguement, sur diverses cartes anciennes, pour désigner à un moment ou l'autre la majorité des îles de la baie d'Hudson situées au nord des Belchers (Manning, 1947); par exemple, sur la carte officielle du Dominion du Canada de 1882, les îles Ottawa sont nommées «North Sleeper Islands» et les îles Dormeuses, «South Sleeper Island». En 1885, au cours de la *2nd Canadian Hudson Bay Expedition*, A. R. Gordon et R. Bell rebaptisèrent les «North Sleeper» sous le nom de «Ottawa Islands»; ce dernier nom fut vite accepté, mais les Dormeuses ont ensuite gardé la qualification de «South» pendant longtemps.

À notre connaissance, les îles Dormeuses ont été antérieurement visitées seulement deux fois à des fins scientifiques: T. H. Man-

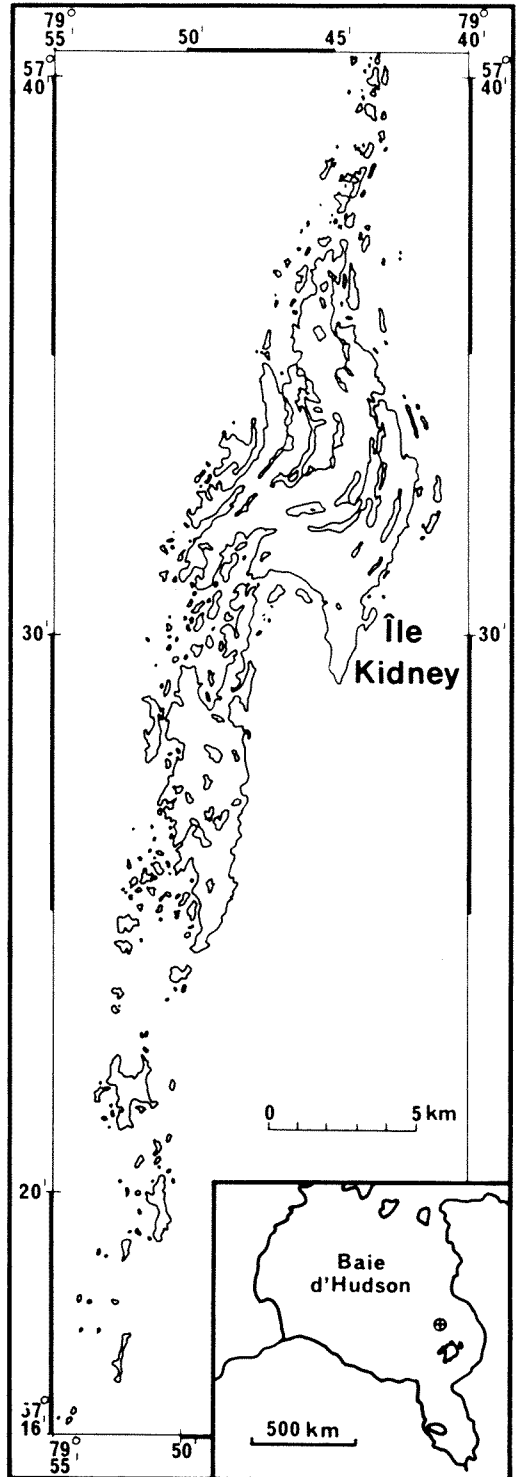


Figure 1. Localisation des îles Dormeuses (+) dans la baie d'Hudson. L'île Kidney, la plus grande de l'archipel, fut nommée par Manning (1947).

ning, accompagné de A.R.A. Taylor, a visité l'île Kidney et la pointe Digit pour le Service géodésique du Canada du 17 au 24 août 1944 (Manning, 1947); B. Margetts, S. Ferguson et A. Mansfield, tous trois membres de l'équipage du *M. V. Calanus*, sont débarqués sur l'île Kidney le 26 août 1960 pour y récolter des plantes à la demande de P. F. Maycock (comm. pers.). Manning (1947) mentionne que A.R.A. Taylor fit une collection de plantes «*during his spare time*» (p. 65), mais nous ignorons s'il a ramené des récoltes des îles Dormeuses. Quant aux 52 récoltes de Margetts *et al.*, que leurs étiquettes d'herbier situent à «*South Sleeper Islands*», elles sont signalées ci-dessous. Contrairement à ce qu'ont écrit Payette et Morisset (1974) et Gardner (1973) lui-même, Dutilly, O'Neill, Duman et Gardner ne sont pas allés aux îles Dormeuses le 2 septembre 1939, mais sur l'une des îles de la partie sud de l'archipel Ottawa, 200 km plus au nord. Cette conclusion s'appuie sur leur itinéraire tel que décrit par Dutilly dans ses journaux de voyage manuscrits (conservés aux Archives provinciales oblates à Montréal, copie à l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval), sur la carte des expéditions de Dutilly qui a été publiée par Louis-Marie (1961) et sur les étiquettes des spécimens récoltés par Dutilly *et al.* qui situent les «*North Sleeper Islands*» par 59°17' N. et 80°40' O. Par conséquent, lorsque Gardner (1973) signale sur une carte qu'il a visité les îles Dormeuses et qu'il décrit ces dernières (p. L), il se trompe d'environ 200 km sur la nature et la position de l'île qu'il a visitée.

Cet article présente nos observations sur la flore et la végétation de l'île Kidney. Avec l'étude de Maycock sur les îles Manitounuk, ce sont là les seules données d'ensemble sur la végétation des îles situées dans la partie orientale de la baie d'Hudson.

### Matériel et méthodes

#### FLORE

Les plantes vasculaires ont été inventoriées systématiquement dans tous les habitats de la partie sud de l'île Kidney. Les récoltes sont conservées dans l'herbier de P. Morisset au Département de biologie de l'Université Laval et les doubles ont été déposés à QFA.

Sauf indications contraires, la nomenclature utilisée pour les plantes vasculaires est celle de Hultén (1968) ou Porsild (1964).

La distribution géographique de chaque espèce est précisée d'après Hultén (1968) ou Porsild (1964), au moyen de symboles identifiés au tableau I; pour les taxons infraspécifiques, la distribution mentionnée est toujours celle de l'espèce. Les termes phytogéographiques caractérisant les aires de distribution sont utilisés suivant les critères définis par Payette et Lepage (1977) pour qui, par exemple, une espèce est qualifiée d'arctique si son aire de distribution est principalement centrée en milieu arctique, au nord de la limite écologique des forêts; ces critères diffèrent de ceux utilisés par d'autres auteurs, (v.g. Grandtner & Rousseau, 1975).

#### VÉGÉTATION

L'étude de la végétation a été entreprise en même temps que celle de la flore. L'emplacement des relevés de végétation a été déterminé en fonction des grandes unités géomorphologiques, des types de substrat (roc basaltique, dépôt coquilliers d'origine marine, graviers et blocs, etc.), des phénomènes périglaciaires, des principales structures de végétation et du gradient écologique associé à l'enneigement-déenneigement, au drainage et au dynamisme de la végétation. Les relevés ont été effectués dans des quadrats de 1 m<sup>2</sup> en utilisant les classes d'abondance-dominance et de sociabilité de Braun-Blanquet (1965). La nomenclature des mousses suit la liste de Crum *et al.* (1973) et celle des lichens, la liste de Hale et Culberson (1970). Des échantillons de sol ont aussi été prélevés dans chaque quadrat et ont déjà fait l'objet d'une publication (Payette & Morisset, 1974). La taille des quadrats n'a jamais dépassé 1 m<sup>2</sup> en raison de la faible dimension de nombreuses stations. En effet, l'étendue de la plupart des milieux inventoriés était rarement supérieure à quelques mètres carrés, encore que leur forme de distribution ne pouvait permettre l'utilisation de grands quadrats. En raison du court laps de temps mis à notre disposition, nous avons retenu l'emploi d'une méthode de surface, bien que celle de l'analyse linéaire aurait été plus satisfaisante. Le présent inventaire de végétation a été entrepris afin de connaître rapidement la diversité et l'importance des principaux milieux écologiques représentés par les espèces végétales et les caractéristiques édaphiques. Il n'a donc pas été question de traiter la végétation de l'archipel des Dormeuses en terme d'unités taxonomiques hiérarchisées; il aurait alors été nécessaire d'effectuer un plus grand

nombre de relevés au sein de chaque communauté et on aurait pu ensuite définir des unités de classification de manière plus systématique, mais le temps disponible ne nous permettait pas une telle approche.

### Flore vasculaire

La flore vasculaire des îles Dormeuses comprend 112 espèces et un hybride, dont la liste annotée est présentée plus loin. On note des extensions d'aire importantes vers le sud pour *Eriophorum triste* et *Draba corymbosa*, deux espèces d'affinité « haut-arctique » qui, d'après les cartes de Porsild (1964) et Hultén (1968), n'avaient pas encore été récoltées au sud des îles Southampton et Mansel. Il s'agit d'une extension d'aire d'environ 750 km pour *E. triste* et de 450 km pour *D. corymbosa*. *Deschampsia pumila*, *Puccinellia vaginata* et *Cerastium beeringianum* atteignent aussi à l'île Kidney leur limite méridionale de distribution dans la région. Par ailleurs,

d'autres taxons atteignent aux îles Dormeuses leur limite nord dans la baie d'Hudson, par exemple *Botrychium lunaria* et *Ranunculus cymbalaria*.

Les affinités phytogéographiques de la flore vasculaire des îles Dormeuses sont compilées au tableau I. Les éléments arctique et arctique-alpin sont les plus importants et regroupent 81,2% de la flore. Notons aussi qu'une majorité des taxons sont circumhémisphériques (74,1%). Le tableau I permet aussi de comparer les affinités phytogéographiques de la flore des îles Dormeuses avec celles de l'île Coats, située 550 km plus au nord; la grande similarité entre ces deux îles est d'autant plus frappante qu'elles n'ont que 75% de leur flore vasculaire en commun. La nature arctique de la flore des îles Dormeuses ressort clairement du tableau II, où est compilée l'importance relative des grands groupes phytogéographiques dans quelques flores vasculaires de la baie d'Hudson et des régions limitrophes.

TABLEAU I

Spectre phytogéographique (%) de la flore vasculaire des îles Dormeuses ( $n = 112$ ) et de l'île Coats ( $n = 115$ )<sup>1</sup>

Types de distribution		Symboles	Îles Dormeuses	Île Coats
Arctique	circumpolaire	A cp	23,2	22,6
	nord-américain et asiatique	A n.am & as	3,6	4,3
	nord-américain et européen	A n.am & eur	0,9	0,9
	amphi-atlantique	A amp.atl	2,7	2,6
	nord-américain	A n.am	1,8	6,1
Arctique-alpin	circumpolaire	Aa cp	34,8	38,3
	nord-américain et asiatique	Aa n.am & as	1,8	—
	nord-américain et européen	Aa n.am & eur	1,8	0,9
	amphi-atlantique	Aa amp.atl	6,3	6,1
	nord-américain	Aa n.am	4,4	3,5
Boréal	circumboréal	B cp	16,1	10,4
	nord-américain et asiatique	B n.am & as	1,8	0,9
	nord-américain	B n.am	0,9	0,9
Cosmopolite		Cosm	—	2,6
Arctique		A	32,1	36,5
Arctique-alpin		Aa	49,1	48,7
Boréal		B	18,8	12,2
Circumhémisphérique		cp + cb	74,1	71,3
Nord-américain et asiatique		n.am & as	7,1	5,2
Nord-américain et européen		n.am & eur	2,7	1,7
Amphi-atlantique		amp.atl	9,0	8,7
Nord-américain		n.am	7,1	10,4

<sup>1</sup> Flore vasculaire de l'île Coats d'après Gillett (1976).

TABLEAU II

Importance (%) des groupes phytogéographiques dans les flores vasculaires de la baie d'Hudson et des secteurs limitrophes

Groupes phytogéographiques	Zone hémiarctique		Zone arctique				
	Poste-de-la-Baleine <sup>1</sup>	Golfe de Richmond <sup>2</sup>	Puvirnituk <sup>3</sup>	Iles Dormeuses	Ile Coats <sup>4</sup>	Ile Southampton <sup>5</sup>	Ile Mansel <sup>6</sup>
Arctique	12,4	14,6	32,0	32,1	34,8	39,0	46,7
Arctique-alpin	18,3	21,2	33,8	49,1	49,6	42,9	43,3
Arctique s. lat.	30,7	35,8	65,8	81,2	84,3	81,9	90,0
Boréal	64,7	62,5	33,3	18,8	12,2	16,9	8,3
Tempéré	4,6	1,1	—	—	—	—	—
Cosmopolite	0,8	0,5	1,1	—	2,6	1,1	1,7

<sup>1</sup> Données compilées d'après Forest et Legault (1977)

<sup>2</sup> Payette et Lepage (1977)

<sup>3</sup> Données compilées d'après Bournérias (1971, 1975b)

<sup>4</sup> Données compilées d'après Gillett (1976)

<sup>5</sup> Flore compilée d'après les cartes de distribution de Porsild (1964)

<sup>6</sup> Données compilées d'après Polunin (1938, 1947)

#### LISTE ANNOTÉE DES PLANTES VASCULAIRES

Cette liste regroupe toutes nos récoltes; les numéros sont du type 70-xxx, mais seuls les trois derniers chiffres sont indiqués. Les 52 récoltes de Margetts, Ferguson et Mansfield (conservées à MTMG) ont été identifiées par P. F. Maycock, qui nous en a aimablement communiqué la liste; elles sont indiquées ci-dessous par la lettre (M). La signification des symboles phytogéographiques est précisée au tableau I.

*Botrychium lunaria* (L.) Sw. — B cb

Dans groupement à *Elymus* sur sable et coquillage, avec *Saxifraga tricuspidata* et *Cetraria nivalis*, 189.

*Equisetum scirpoides* Michx. — B cb

Basse arbustaie sur régosol bien drainé, 282; terrasse graveleuse, 185; (M).

*Equisetum variegatum* Schleich. — B cb

Aux endroits abrités et très humides, 152.

*Lycopodium selago* L. — B cb

Fentes de rochers et régosols bien drainés, au pied de falaises aux endroits abrités, 81; (M).

*Alopecurus alpinus* L. — Aa cp

Régosols mal drainés dans dépressions légères sur sommets rocheux exposés, 60, 91; (M).

*Deschampsia pumila* (Trin.) Ostf. — A cp

Régosol très humide, 222. — Extension vers le sud dans la région de la baie d'Hudson.

*Dupontia psilosantha* Rupr. [= *D. fisheri* R. Br. ssp. *psilosantha* (Rupr.) Hult.] — A cp

Mares peu profondes (5-15 cm) sur terrasse graveleuse et sur sommets rocheux exposés, 109, 178, 218; endroits très humides le long du rivage, 234. — Ces récoltes correspondent précisément à *D. psilosantha* Rupr. (voir Böcher et al., 1968) pour tous les caractères de l'épillet. Cependant, la panicule est étroite et ses ramifications sont dressées, comme chez *D. fisheri* s. str.

*Elymus arenarius* L. ssp. *mollis* (Trin.) Hult. — A cp (aire disjointe en Asie)

Cordons littoraux sur sable et coquillage, 255; (M). — Espèce abondante sur les plages abritées et qui peut se retrouver jusqu'à 1 km à l'intérieur le long d'anciens rivages.

*Festuca baffinensis* Polunin — Aa n. am

Anciennes plages caillouteuses à basse altitude, avec *Elymus arenarius* et *Saxifraga tricuspidata*, 191, 257.

*Festuca brachyphylla* Schultes — Aa cp

Mares peu profondes (5-15 cm) sur terrasse graveleuse, 77; anfractuosités de rochers, 99, 143, 265; grève rocailleuse, 207; anciens rivages, avec *Elymus arenarius* et *Saxifraga tricuspidata*, 191; (M). — *Festuca baffinensis* et *F. brachyphylla* semblent s'hybrider sur l'île Kidney. Une récolte de onze spécimens (N° 191) comprend les 2 espèces et quelques individus plus ou moins intermédiaires.

*Festuca prolifera* (Piper) Fern. var. *lasiolepis* Fern. — B cb

Dans groupement à *Elymus* sur grève graveleuse, 242. — Pour une discussion des différences entre cette espèce et *F. vivipara* (L.) Sm., voir Porsild (1966), qui présente également une carte de distribution des deux espèces.

- Poa alpigena* (Fr.) Lindm. — A cp  
Grève rocailleuse, 208.
- Poa arctica* R. Br. — A cp  
Régosols aux endroits abrités et bien drainés, 87, 229; (M).
- Puccinellia ambigua* Sørensen. — B n. am  
Graviers maritimes très humides, 184. — Cette plante forme de longs stolons comme *P. phryganodes*, mais en diffère par ses anthères beaucoup plus courtes (0,6-0,8 mm) et par la présence de pollen bien formé et de graines (longueur: 2 mm). Cependant, la récolte N° 184 diffère du *P. ambigua* tel que décrit par Sørensen (1953) de la région du golfe du Saint-Laurent par son épiderme foliaire plus fortement papilleux. Porsild (1969) a déjà signalé la présence de cette espèce dans la région de la baie d'Hudson.
- Puccinellia langeana* (Berl.) Sørensen. — A n.am & as  
Anfractuosités de rochers sur régosols très humides, 101; graviers au bord de mares peu profondes sur sommets rocheux, 121; sur régol mésique, à l'intérieur de l'île, 175; le long du rivage aux endroits graveleux et limoneux, 126 183a, 187, 206, 217. — D'après Sørensen (1953), ce nom doit remplacer *P. paupercula* (Holm) Fern & Weath., qui est relégué à la synonymie. Nos récoltes peuvent être rapportées à la sous-espèce typique, ssp. *langeana* (ssp. *typica* Sørensen, 1953; Hultén, 1968). Elles présentent cependant une variation assez forte dans la quantité d'anthocyanine, la taille, la dimension des épillets, ainsi que l'habitat.
- Puccinellia phryganodes* (Trin.) Scribn. & Merr. — A cp  
Graviers maritimes très humides, 183b; (M). — L'épiderme foliaire est identique à la description de Sørensen (1953) pour cette espèce.
- Puccinellia vaginata* (Lge) Fern. & Weath. — A cp  
Graviers au bord de mares peu profondes sur sommets rocheux, 122, 167; graviers maritimes très humides, 186; anfractuosités dans fissure humide et bien abritée, 287. — Extension d'aire vers le sud dans la baie d'Hudson.
- Trisetum spicatum* (L.) Richt. — Aa cp  
Régosols secs dans anfractuosités de rochers, 107; (M).
- Carex bicolor* All. — Aa cp (aire disjointe)  
Mares peu profondes (5-15 cm) sur terrasse graveleuse, 78.
- Carex bigelowii* Torr. — Aa cp  
Bords de petits étangs, drainage mauvais, 80; anfractuosités de rochers, aux endroits bien drainés, 150; (M).
- Carex capillaris* L. — B cb  
Fentes de rochers et régosols xériques, 104, 166, 281b.
- Carex glacialis* Mack. — Aa cp  
Anfractuosités de rochers aux endroits bien drainés, 147; bords humides de petits étangs, 79.
- Carex glareosa* Wahlenb. var. *amphigena* Fern. — A cp (aire disjointe en Asie)  
Fentes de rochers maritimes, 201; régol mésique près du rivage, 180; limon argileux très humide le long de la grève, 125.
- Carex maritima* Gunn. — A cp  
Limon argileux très humide le long de la grève, 124; petites mares sur mince couche de matière organique, 141.
- Carex membranacea* Hook. — A n.am & e.as  
Bords de petites mares sur mince couche de matière organique, 151, 262; bords de petits étangs, drainage mauvais, 105.
- Carex microglochin* Wahlenb. — Aa cp  
Sur mince couche de matière organique très humide, en formation pure compacte, 221, 272.
- Carex misandra* R. Br. — A cp  
Régol lithique sur graviers, avec *Dryas integrifolia*, *Empetrum*, etc., 135; anfractuosités de pentes rocheuses, 108, 111, 254.
- Carex nardina* Fries. var. *atriceps* Kük. — Aa n. am & o. eur  
Anfractuosités de rochers, aux endroits bien drainés, 146; formation ouverte de *Saxifraga tricuspidata* sur sable fixé, mêlé de coquillage, 220.
- Carex norvegica* Retz. — Aa amp. atl.  
Dépressions légères sur sommets rocheux, 72, 90; anfractuosités de rochers, 110, 148, 285; (M).
- Carex rariflora* (Wahlenb.) Sm. — B cb  
Bords de petits étangs, 98; régol bien drainé, 165; thufurs, 273.
- Carex saxatilis* L. — A cp  
Régol bien drainé, 164; mares peu profondes (5-15 cm), 76, 106, 140; (M). — Ces récoltes montrent une grande variation, mais semblent toutes appartenir au var. *rhomalea* Fern.
- Carex subspatheacea* Wormskj. — A cp  
Sur sol organique de tourbière à pales, reposant sur un substrat calcaire de sables, graviers et coquilles, 348.
- Carex vaginata* Tausch. — B cb  
Sur mince couche de matière organique au bord de mares, 114.

- Eriophorum angustifolium* Honck. ssp. *subarcticum* (Vassiljev) Hult. — B cb  
 Dans mares peu profondes et sur les bords de petits étangs, 93, 210; (M).
- Eriophorum triste* (Th. Fr.) Löve & Hadac — A cp  
 Bords de petites mares sur régisol mal drainé, 253, 266. — Fleurit à la fin d'août, donc beaucoup plus tard que l'espèce précédente qui était en fruits à cette époque de l'année. C'est la première mention de cette espèce au sud de l'île Southampton.
- Eriophorum callitrix* Cham. — A n.am & e. as  
 Bords de petites mares sur régisol mal drainé, 263.
- Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe — Aa cp  
 Mares peu profondes et bord humide de petits étangs, 94, 138, 209; (M)
- Kobresia simpliciuscula* (Wahlenb.) Mack. — Aa cp  
 Zone de suintement sur roc basaltique, drainage minérotrophique, 271, 274, 278.
- Scirpus caespitosus* L. ssp. *austriacus* (Pall.) Asch. & Graebn. — B cb  
 Dans groupement à *Rubus chamaemorus*, *Empetrum nigrum* et *Vaccinium uliginosum* sur régisol humide, 264.
- Juncus albescens* (Lge.) Fern. — Aa n.am & e.as  
 Bords de petits étangs, 96.
- Juncus arcticus* Willd. — Aa. amp.atl.  
 Petites mares sur sommets rocheux exposés, 163.
- Juncus castaneus* Sm. — Aa cp  
 Graviers au bord de mares peu profondes sur sommets rocheux, 123.
- Luzula arctica* Blytt [= *L. nivalis* (Laest.) Beurl.] — A cp  
 Basse arbustaie sur régisol bien drainé, 280, 289; (M).
- Luzula confusa* Lindeb. — Aa cp  
 Sur régisols humides dans légères dépressions sur sommets exposés, 95; anfractuosités de rochers, 145, 269; (M).
- Tofieldia pusilla* (Michx.) Pers. — Aa cp  
 Sur régisol humide, 137; (M)
- Salix arctica* Pall. s. lat. — A n.am & as  
 Basse arbustaie aux endroits bien drainés, 142, 179, 225, 226; dépressions légères sur sommets rocheux, 62; régisol xérique à mésique aux endroits abrités, 129, 248, 249; (M).
- Salix arctophila* Cock. ex Heller — Aa n.am  
 Bords de petits étangs, 82a; basse arbustaie sur régisol bien drainé, 196-1, 196-2, 200, 212, 288; pente abritée et bien drainée, 232; anfractuosités sur pentes rocheuses, 252.
- Salix calcicola* Fern. & Wieg. — B cb  
 Sur sol très mince dans fissure humide, 268; basse arbustaie sur régisol mésique, 238.
- Salix glauca* L. ssp. *callicarpaea* (Trautv.) Böcher [= *S. cordifolia* Pursh var. *callicarpaea* (Trautv.) Fern.] — B cb  
 Basse arbustaie sur régisol bien drainé, 197, 199.
- Salix herbacea* L. — Aa amp.atl  
 Basse arbustaie sur sol mince bien drainé et combes à neige, 224; (M).
- Salix reticulata* L. — Aa cp  
 Régisol mince sur graviers, avec *Dryas integrifolia* et *Empetrum nigrum*, 132, 133; (M).
- Polygonum viviparum* L. — Aa cp  
 Régisols mésique à humides, 277; (M). — Abondant partout.
- Arenaria humifusa* Wahlenb. — Aa n.am  
 Milieu littoral maritime humide, 279.
- Cerastium alpinum* L. — Aa amp. atl  
 Dans anfractuosités de rochers aux endroits bien drainés, 154; (M).
- Cerastium beeringianum* Cham. & Schlecht — Aa n.am & as  
 Sur régisol dans légères dépressions sur sommets rocheux, 61.
- Honckenya peploides* (L.) Ehrh (= *Arenaria peploides* L.) — A cp  
 Cordons littoraux, sur sable et coquillage, 258; (M).
- Melandrium apetalum* (L.) Fenzl. ssp. *arcticum* (Fr.) Hult. — A cp  
 Dans groupement à *Elymus* sur sable et coquillage, avec *Saxifraga tricuspidata* et *Cetraria nivalis*, 190; (M).
- Minuartia rubella* (Wahlenb.) Graebner [= *Arenaria rubella* (Wahlenb.) Sm.] — Aa cp  
 Anfractuosités de rochers maritimes, 114; gélifractes humides sur sommets rocheux, très abondant, 64, 70, 134.
- Minuartia biflora* (L.) Schinz & Thell. [= *Arenaria sajanensis* Willd., nec *Arenaria biflora* L.] — Aa cp  
 Régisol dans légères dépressions humides sur sommets rocheux, 73; régisol bien drainé, 176; anfractuosités de rochers maritimes, 237.
- Sagina intermedia* Fenzl. [= *S. nivalis* (Lindbl.) Fries] — Aa cp  
 Anfractuosités de rochers maritimes, 213.

- Sagina caespitosa* (J. Vahl) Lange — A amp.atl  
 Sur régol dans légères dépressions humides sur sommets rocheux, 63; rivages argileux, 139 (?; spécimen immature). — Abondant dans anfractuosités de rochers.
- Silene acaulis* L. — Aa cp  
 Endroits abrités et bien drainés, 68, 349; (M). — Très abondant sur régosols secs.
- Stellaria crassifolia* Ehrh. — A cp  
 Sur limon argileux très humide le long du riva-ge, 117, 233.
- Stellaria humifusa* Rottb. — A cp  
 Sur graviers maritimes très humides, 182.
- Stellaria longipes* Goldie, s. lat. — B n.am & as  
 Pentes graveleuses et graviers au sommet de la zone intertidale, 119, 174; (M). — Nos deux ré-coltes correspondent respectivement à *S. laeta* Richards. et *S. edwardsii* R. Br. tandis que Maycock a identifié la récolte de Margetts et al. à *S. monantha* Hult. Cependant, Chinnappa et Morton (1974, 1976) ont montré que les pa-trons de variation dans ce complexe ne permet-tent pas d'y reconnaître sans ambiguïtés plus d'une espèce.
- Ranunculus confervoides* (E. Fries) E. Fries [= *R. trichophyllus* Chaix var. *eradicatus* (Laest.) W.B. Drew] — Aa cp  
 Récolté seulement par Margetts et al.: (M).
- Ranunculus cymbalaria* Pursh var. *alpinus* Hook. — B n.am & as  
 Rivages sablo-argileux, 136.
- Ranunculus lapponicus* L. — B cb  
 Aux endroits abrités et très humides, 157, 245.
- Ranunculus pedatifidus* Sm. var. *leiocarpus* (Trautv.) Fern. — Aa cp  
 Groupement à *Elymus* sur sable et coquillage, avec *Saxifraga tricuspidata* et *Cetraria nivalis*, 188; endroits abrités et humides au bord d'un ruisseau, 195; pente abritée et bien drainée, 228; (M).
- Ranunculus pygmaeus* Wahlenb. — Aa cp  
 Aux endroits abrités et très humides, 160; combe à neige, 250.
- Arabis alpina* L. — Aa amp. atl  
 Endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, combes à neige, 66a, 86.
- Cardamine bellidifolia* L. — Aa cp  
 Endroits très humides et abrités, 159; anfractuosités de rochers sur sommets exposés, 144.
- Cardamine pratensis* L. ssp. *angustifolia* (Hook.) O. E. Schulz — B cb  
 Endroits très humides et abrités, 158, 193.
- Cochlearia officinalis* L. ssp. *arctica* (Schlecht.) Hult. — A cp  
 Sur graviers maritimes très humides, 171.
- Draba alpina* L. — Aa cp  
 Endroits abrités et humides le long d'un ruisseau, 194; sur gravier le long de la grève, 120; anfractuosités de rochers, 127, 281a; endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, 66b; buttes organiques, 345.
- Draba corymbosa* R. Br. ex DC. [= *D. bellii* Holm; voir Mulligan, 1974] — A cp  
 Fentes de rochers maritimes, aux endroits abrités, 216. — Extension d'aire vers le sud.
- Draba lactea* Adams — Aa cp  
 Anfractuosités de rochers et régosols secs, 103, 102 (forme à feuilles glabres), 149, 156, 170; régol mince et très humide sur corniches bien abritées, 153b; buttes organiques, 347; (M).
- Draba nivalis* Liljebl. — Aa cp  
 Sur anciennes plages caillouteuses à basse altitude, avec *Elymus arenarius*, 260; endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, 83; (M).
- Draba norvegica* Gunn. — A amp. atl  
 Dans dépressions légères sur sommets rocheux, 65, 71; endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, 74a, 74b, 85; régol mince et très humide sur corniches et dans anfractuosités abritées, 153a, 153c, 284, 286; régol bien drainé, 131, 177; anfractuosités de rochers, 168a, 168b (forme à feuilles gla-bres), 169. — Extrêmement variable.
- Eutrema edwardsii* R. Br. — Aa cp  
 Basse arbustaie aux endroits bien drainés, 244.
- Saxifraga aizoides* L. — Aa amp. atl  
 Ancien fond de mare recouvert de matière orga-nique recevant des apports minérotrophiques, 270.
- Saxifraga caespitosa* L. — Aa cp  
 Basse arbustaie sur sol mince bien drainé, 227; anfractuosités de rochers, 84, 161, 215a, 215b; dans groupement à *Elymus* sur sable et coquillage, avec *Saxifraga tricuspidata* et *Cetraria nivalis*, 192; (M).
- Saxifraga cernua* L. — Aa cp  
 Anfractuosités de rochers aux endroits abrités, 112; (M).
- Saxifraga hirculus* L. — Aa cp  
 Bords humides et abrités de ruisseau, 113; (M)
- Saxifraga nivalis* L. — A cp  
 Fractures plus ou moins profondes sur plateau basaltique; aucune récolte.

- Saxifraga oppositifolia* L. — Aa cp  
Pentes graveleuses sèches, 173 ; (M).
- Saxifraga rivularis* L., s. lat. — Aa cp  
Aux endroits très humides et abrités, 97, 155.
- Saxifraga tricuspidata* Rottb. — A n.am  
Sur anciennes plages caillouteuses à basse altitude, avec *Elymus arenarius*, 256 ; (M).
- Dryas integrifolia* M. Vahl — Aa n.am  
Sur régéol calcaire mince et sec, 128 ; (M).
- Potentilla anserina* L. ssp. *egedii* (Wormsk.) Hiit. — A cp  
Endroits très humides et argileux le long du rivage, 118. — Cette collection comprend des spécimens dont la surface inférieure des feuilles est fortement tomenteuse [*P. egedii* Wormsk. var. *groenlandica* (Tratt.) Polunin] et des spécimens à feuilles glabres ou presque. Rousi (1965) ne reconnaît pas l'importance taxonomique de la variété *groenlandica* parce que le caractère sur lequel elle est fondée (pubescence de la surface inférieure des feuilles) est très sensible aux conditions de milieu. Il a aussi montré qu'on ne peut facilement séparer *P. anserina* de *P. egedii* au niveau spécifique, d'où le nom utilisé ici.
- Potentilla hyparctica* Malte var. *elatior* (Abrom.) Fern. — A cp  
Endroits abrités et bien drainés, 67, 231 ; (M).
- Potentilla nivea* L. — Aa cp  
Dans formation ouverte à *Saxifraga tricuspidata* sur sable fixé et coquillage, 219 ; (M).
- Potentilla pulchella* R. Br. — A amp.atl  
Endroits ouverts et bien drainés sur anciennes plages, 251, 261, 295 ; (M).
- Rubus chamaemorus* L. — B cb  
Basse arbustaie sur régéol, 172 ; (M).
- Sibbaldia procumbens* L. — Aa cp  
Endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, avec *Arabis alpina*, 100 ; (M).
- Empetrum nigrum* L., s. lat. — B cb  
Sur régéol mince bien drainé, 211. — Récolte correspondant à *E. hermaphroditum* Hagerup pour tous les caractères morphologiques.
- Epilobium latifolium* L. — Aa cp  
Sur terrasse graveleuse inondée, 88.
- Hippuris vulgaris* L. — B cb  
Dans mares peu profondes, 267 ; (M).
- Pyrola grandiflora* Rad. — Aa cp  
Régéol mince sur graviers avec *Dryas integrifolia*, 130 ; (M).
- Arctostaphylos alpina* (L.) Spreng. — Aa cp  
Régéol calcaire bien drainé sur lit de coquilles (*Hiatella arctica*), 275.
- Arctostaphylos rubra* (Rehd. & Wils.) Fern. — Aa cp  
Sur régéol mésique de pente abritée, 247 ; (M).
- Vaccinium uliginosum* L. s. lat. — Aa cp  
Endroits abrités et bien drainés au pied de falaises, 69 ; (M). — Récolte correspondant à *V. gaultherioides* Bigel. (voir Löve et Boscaiu, 1966).
- Primula egaliksensis* Wormsk. — Aa n.am  
Sur sol argileux et très humide le long de rivage maritime, 115, 236.
- Primula stricta* Horn. — Aa n.am & o.eur  
Sur sol argileux très humide le long de rivage maritime, 290 ; mares peu profondes (5-15 cm) sur terrasse graveleuse, 75.
- Primula* X *morissetii* Lepage — Hybride local  
Endroits très humides le long du rivage, 235-1. — Hybride entre *P. egaliksensis* et *P. stricta* (Lepage, 1974).
- Mertensia maritima* (L.) F. J. Gray — A n.am & eur  
Grève rocailleuse, 204.
- Pedicularis flammea* L. — Aa amp.atl  
Régéol mince sur terrasse graveleuse, 182 ; pente abritée et bien drainée, 230 ; (M).
- Pedicularis lapponica* L. — A cp  
Sur thufurs secs de tourbière, 89.
- Plantago juncooides* Lam. var. *glauca* (Hornem.) Fern. — B cb  
Sur graviers maritimes très humides, 181 ; dans anfractuosités de rochers maritimes, 205.
- Campanula uniflora* L. — Aa cp  
Basse arbustaie sur régéol bien drainé, 223.
- Chrysanthemum arcticum* L. — A cp  
Dans dépressions légères sur sommets rocheux, 59.
- Taraxacum lacerum* Greene — A n.am  
Rochers maritimes, 241.
- Tripleurospermum phaeocephalum* (Rupr.) Pobed. [= *Matricaria ambigua* auct. non Ledeb. ; voir Hultén, 1967] — A cp  
Rochers maritimes, 240 ; cordons littoraux sur sable et coquillage, 259 ; buttes organiques, 346.

### Végétation

Le caractère exploratoire et la très courte durée de séjour aux îles Dormeuses n'ont



pas permis de couvrir tout l'éventail des milieux écologiques et de procéder à un traitement phytosociologique classique des communautés ou groupements végétaux,

notamment en ce qui concerne la taxonomie des unités de végétation. La présente analyse se limite donc aux milieux représentatifs de l'île Kidney.

TABLEAU III

Chronoséquence de végétation dans la section aval des vallées à partir des plages du littoral de l'île Kidney

	Groupement à <i>Honckenya-Elymus</i>		Groupement à <i>Saxifraga tricuspidata</i>		Groupement à <i>Salix glauca-Pyrola grandiflora</i>		
<i>Honckenya peploides</i>	1.2	2.3	.	.	.	.	.
<i>Elymus arenarius</i>	1.2	1.4	1.3	1.3	.	.	.
<i>Botrychium lunaria</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Primula stricta</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga rivularis</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum viviparum</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Cochlearia officinalis</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga tricuspidata</i>	.	+2	2.2	2.2	2.2	+2	1.2
<i>Festuca baffinensis</i>	.	+2	1.2	+2	+2	.	.
<i>Festuca brachyphylla</i>	.	.	.	.	+1	.	.
<i>Cetraria nivalis</i>	.	2.4	2.3	3.4	2.4	1.2	+2
<i>Cetraria islandica</i>	.	+2	1.3	1.2	1.2	+2	+2
<i>Alectoria ochroleuca</i>	.	+1	+1	1.2	1.2	.	+2
<i>Stellaria longipes</i>	+1	+1	1.2	+2	+1	.	+1
<i>Sphaerophorus globosus</i>	.	+2	1.2	+2	+2	1.2	.
<i>Cerastium alpinum</i>	+1	.	+1	1.2	+1	+1	.
<i>Cornicularia divergens</i>	.	.	+1	+2	1.3	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	1.3	+2	+2	+2	1.2	+2
<i>Draba nivalis</i>	.	+2	+1	.	.	.	.
<i>Potentilla pulchella</i>	+1	+1	+1	.	.	.	.
<i>Cladina mitis</i>	.	.	.	+2	+2	+2	.
<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	.	+2	.	+1	.
<i>Poa arctica</i>	.	.	.	1.4	+1	+1	.
<i>Ranunculus pedatifidus</i>	.	.	.	+1	.	.	.
<i>Salix glauca callicarpaes</i>	.	.	.	.	3.4	2.3	4.5
<i>Pyrola grandiflora</i>	.	.	.	.	2.4	2.2	1.2
<i>Cetraria cucullata</i>	.	.	.	.	+2	.	+2
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	.	+2	+2	.
<i>Trisetum spicatum</i>	.	.	.	.	+2	.	.
<i>Peltigera rufescens</i>	.	.	.	.	+1	.	.
<i>Rhacomitrium lanuginosum</i>	.	.	.	.	+2	.	.
<i>Empetrum nigrum</i>	.	.	.	.	.	3.3	.
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	.	.	.	+2
<i>Aulacomnium palustre</i>	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum sp.</i>	+2	+2	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium plumosum</i>	+2	1.2	.	.	.	.	.
<i>Scorpidium turgescens</i>	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia sp.</i>	.	+2	.	+2	+2	.	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	+1	+1	.	+1
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	1.2	1.2	1.2	+2
<i>Dicranum montanum</i>	.	1.2	.	+2	+2	+2	+2
<i>Cephalozia ambigua</i>	.	+2	1.2	+2	+2	.	.
<i>Hypnum revolutum</i>	.	+1	+1	.	.	+1	.
<i>Dicranum bonjeanii</i>	.	.	.	+1	+2	.	.
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Potentilla nivea</i>	.	1.2	+1	+1	.	.	.

## VÉGÉTATION DES VALLÉES : PARTIE AVAL

*Chronoséquence littorale*

Comparée à l'ensemble de l'archipel, la végétation des vallées est de loin la plus diversifiée, à cause des conditions microtopographiques, édaphiques et périglaciaires. Depuis les plages du littoral de la baie d'Hudson jusqu'à une altitude d'environ 20 mètres, on observe une chronoséquence végétale associée au relèvement postglaciaire (tableau III). Les communautés végétales qui s'y développent colonisent un substrat sablo-graveleux bien drainé contenant une importante quantité de coquilles marines (*Mytilus edulis*). Cette mésosère est d'abord amorcée sur les plages de la baie d'Hudson par la formation de coussins d'*Honckenya peploides* auxquels se mêlent graduellement des touffes d'*Elymus arenarius* surplombant de petits plants de *Saxifraga rivularis*, de *Stellaria humifusa*, de *Cerastium alpinum* et de *Polygonum viviparum*. Des espèces caractéristiques du littoral maritime les accompagnent, soit *Mertensia maritima*, *Cochlearia officinalis* et *Botrychium lunaria*. Si le tapis végétal est relativement ouvert, de nombreuses espèces d'affinité arctique peuvent envahir la formation. En progressant en altitude, le long d'anciens niveaux de plage, le substrat nu a tendance à disparaître. Une communauté à *Saxifraga tricuspidata* se développe; elle se caractérise par la présence du *Festuca baffinensis* (accompagné du *F. brachyphylla* et probablement quelques hybrides) et de nombreux lichens (les *Cetraria*, *Alectoria*, *Cornicularia*, *Sphaerophorus*, *Ochrolechia*, *Cladonia* et *Cladina*). Sur les quelques plaques de substrat nu, *Potentilla pulchella* forme de petites touffes, mais *P. nivea* devient éventuellement plus abondant. L'importance de *S. tricuspidata* diminue le long de la chronoséquence, avec l'envahissement par de nombreuses mousses, dont *Dicranum elongatum*, *D. montanum* et *D. bonjeanii*. La transgression des mousses sur les coussins compacts de *S. tricuspidata* est suivie, à terme, par l'envahissement de nombreux lichens. *Ochrolechia frigida* recouvre progressivement le tapis de *Dicranum* et crée une physionomie tout à fait particulière à ce stade de l'évolution de la végétation. *Cetraria nivalis* peut pousser directement sur les touffes du *S. tricuspidata* et contribuer aussi au changement écologique. *Alectoria ochroleuca* adopte le même comportement en recouvrant les thalles de *Cetraria*. Au stade de l'envahissement des vasculaires par les mousses et les

lichens correspond déjà une différenciation du sol sous forme de brunisols eutriques minces où s'observe un début d'accumulation de  $\text{CaCO}_3$  sous la face inférieure de quelques cailloux. Ces changements écologiques sont peut-être favorables à l'installation du *Salix glauca*, formant éventuellement une communauté assez bien différenciée sur le plan écologique. Cette espèce couvre de plus en plus de surface et contribue à la disparition ou à la diminution significative de plusieurs espèces dont *S. tricuspidata*. On note la présence de nouvelles espèces: *Empetrum nigrum*, *Cetraria cucullata*, *Pyrola grandiflora*, etc. Les sols du groupement à *Salix glauca*-*Pyrola grandiflora* sont plus développés que les précédents. On observe la présence d'un horizon Ae, ainsi qu'une accumulation de  $\text{CaCO}_3$  sous presque tous les cailloux à partir de 10cm de la surface. Bien que lente, la podzolisation s'opère malgré l'importance des conditions alcalines. C'est cependant au sein de cette seule chronoséquence que l'on a pu noter sur l'île Kidney une évolution pédogénétique évidente. L'importance des affleurements, des conditions périglaciaires et de la jeunesse de certains dépôts, au sein d'une ambiance climatique défavorable, explique dans une large mesure la faible incidence des processus pédogénétiques. Cette situation ressemble à celle de nombreuses régions arctiques situées à plusieurs centaines de kilomètres au nord de l'archipel des Dormeuses (Tedrow, 1977). Cette chronoséquence littorale diffère sensiblement de celles rapportées par Bournérias et Forest (1971) pour la côte orientale de la baie d'Hudson au Nouveau-Québec.

*Champs de blocs glaciels*

L'aridité des champs de blocs d'origine glacielle (anciennes crêtes de plage) situés en altitude favorise une végétation plus ouverte. Les plantes se présentent en petites colonies où *Epilobium latifolium* possède une haute fréquence d'apparition. Un groupement à *E. latifolium* a été recensé:

<i>Epilobium latifolium</i>	2.2
<i>Saxifraga caespitosa</i>	2.2
<i>Alectoria ochroleuca</i>	2.2
<i>Cetraria nivalis</i>	2.2
<i>Alopecurus alpinus</i>	1.3
<i>Stellaria longipes</i>	1.2
<i>Bryum</i> sp.	1.2
<i>Cetraria islandica</i>	+ .2
<i>Cerastium alpinum</i>	+ .2
<i>Sphaerophorus globosus</i>	+ .2

<i>Sphaerophorus fragilis</i>	+ .2
<i>Polytrichum piliferum</i>	+ .2
<i>Cladonia squamosa</i>	+ .2

D'autres colonies d'*E. latifolium* sont dominées soit par *Saxifraga tricuspidata*, soit par *Honckenya peploides*. La présence de cette dernière espèce en altitude souligne l'influence des embruns sur la végétation, à une distance relativement grande des stations littorales où elle est dans la plupart des cas restreinte. Les groupements de la chronoséquence littorale et des champs de blocs glaciels sont situés de façon générale dans les milieux exposés et peu enneigés.

#### Littoral humide

On n'a pas effectué de relevés en milieu maritime humide, mais on y retrouve plusieurs espèces signalées par Bournérias (1975) dans l'estuaire du Puvirnituk (Nouveau-Québec), comme *Puccinellia phryganodes*, *Tripleurospermum phaeocephalum*, *Primula egaliksensis*, *Stellaria humifusa*, *Plantago juncooides*, *Carex subspathacea*, *Chrysanthemum arcticum*, *Carex glareosa* var. *amphigena* et *Ranunculus cymbalaria*. Sur les champs de blocs glaciels humides, on note aussi *Potentilla anserina* ssp. *egedii*, localement en grande abondance.

#### Milieux ripariens

Le long des quelques ruisseaux d'importance de l'île Kidney, une végétation relativement diversifiée et dominée par des espèces vasculaires met en évidence l'influence des facteurs écologiques liés à la microtopographie et au drainage minérotophique (fig. 2). Dans le lit majeur du ruisseau, saisonnièrement inondé, un groupement à *Saxifraga-Philonotis* domine et possède quelques bryophytes minérotophiques :

<i>Saxifraga hirculus</i>	1.4
<i>Saxifraga cernua</i>	1.4
<i>Philonotis fontana</i>	3.4
<i>Brachythecium turgidum</i>	2.3
<i>Elymus arenarius</i>	1.3
<i>Conocephalum conicum</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	+ .2
<i>Campylium stellatum</i>	+ .2
<i>Mnium cinclidioides</i>	+ .2
<i>Ranunculus pedatifidus</i>	+ .1
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	+ .1
<i>Cerastium alpinum</i>	+ .1
<i>Poa arctica</i>	+ .1
<i>Mnium rostratum</i>	+ .1

Cette communauté reçoit les eaux froides et calcaires, drainées à partir des formations de



Figure 2. Une des larges vallées de l'île Kidney. Entre les ruisseaux et les anciens chenaux, la végétation est dominée par *Salix glauca* ssp. *callicarpaea*.

coquillage marin situées à l'amont. Au-delà du lit majeur, *Elymus arenarius* devient l'espèce dominante de la communauté ceinturant les berges de ruisseau; il est accompagné de nombreuses vasculaires, dont *Salix glauca*, *S. reticulata*, quelques saxifrages, etc. Voici un relevé dans ce groupement à *Elymus-Salix glauca* :

<i>Elymus arenarius</i>	4.5
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	2.3
<i>Saxifraga tricuspidata</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	+2
<i>Salix reticulata</i>	+2
<i>Poa arctica</i>	+2
<i>Pyrola grandiflora</i>	+2
<i>Cerastium alpinum</i>	+1
<i>Saxifraga cernua</i>	+1
<i>Alopecurus alpinus</i>	+1

Cette communauté voisine le groupement à *Salix glauca-Pyrola grandiflora* (tableau III), stade spatialement dominant de la chronoséquence mésique littorale (voir plus haut).

Sur des banquettes alluviales plus élevées, ainsi que le long d'anciens chenaux, *Salix glauca* remplace *Elymus*; ce type de station est sans doute inondé de façon épisodique, bien que le drainage favorisé par une microtopographie en bosses et en creux soit meilleur que dans les stations précédentes. Cette condition peut sans doute permettre l'installation de plusieurs espèces de lichens dans le groupement à *Salix glauca* :

<i>Salix glauca callicarpaea</i>	4.5
<i>Elymus arenarius</i>	1.3
<i>Poa arctica</i>	1.4
<i>Brachythecium turgidum</i>	1.2
<i>Aulacomnium palustre</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	1.1
<i>Equisetum scirpoides</i>	+2
<i>Carex maritima</i>	+2
<i>Alopecurus alpinus</i>	+2
<i>Pedicularis flammea</i>	+1
<i>Peltigera rufescens</i>	+1
<i>Saxifraga hirculus</i>	+1
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Cetraria cucullata</i>	+1
<i>Pyrola grandiflora</i>	+1

Sur une topographie plane et à une altitude légèrement supérieure, *Salix glauca* et *S. reticulata* forment une communauté arbustive, où ils dépassent facilement 95% de recouvrement. Les arbustes contribuent à former une basse arbustaie continue (peu nombreuses dans la région), mais tous les individus sont à ras de sol et n'atteignent pas 5 cm de hauteur. La forte exposition

aux vents et l'absence de couverture nivale importante expliquent la structure de cette formation :

<i>Salix glauca callicarpaea</i>	5.5
<i>Salix reticulata</i>	2.2
<i>Polygonum viviparum</i>	+3
<i>Carex maritima</i>	+3
<i>Stellaria longipes</i>	+2
<i>Aulacomnium palustre</i>	+2
<i>Dicranum montanum</i>	+2
<i>Draba alpina</i>	+1
<i>Cetraria cucullata</i>	+1
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Alectoria ochroleuca</i>	+1
<i>Poa arctica</i>	+1
<i>Cerastium alpinum</i>	+1
<i>Pyrola grandiflora</i>	+1
<i>Cornicularia divergens</i>	+1
<i>Cetraria islandica</i>	+1

Les sols de ces groupements sont des régosols orthiques gleyifiés et calcaires. Le substrat est constitué d'une alternance de sables, de coquilles et de graviers, surmontés d'un horizon de matières organiques peu décomposées. On observe une accumulation de  $\text{CaCO}_3$  sous les cailloux de la partie superficielle du sol du groupement à *Salix glauca-Salix reticulata*.

#### VÉGÉTATION DES VALLÉES : PARTIE AMONT

##### Milieux ripariens

Malgré des conditions topographiques similaires, les groupements de la partie amont sont différents. Dans les anciens chenaux, *Elymus* est absent et est remplacé par *Carex saxatilis* formant avec *Salix reticulata* une basse herbaçaie arbustive, où se retrouve toujours *Cardamine pratensis* ssp. *angustifolia* :

<i>Carex saxatilis</i>	4.5
<i>Salix reticulata</i>	2.3
<i>Polygonum viviparum</i>	1.3
<i>Renunculus pedatifidus</i>	+2
<i>Carex bicolor</i>	+1
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	+1

Le groupement à *Salix glauca-Salix reticulata* (voir plus haut) réapparaît lorsque le sol est mieux drainé, notamment à la faveur d'un relief plus élevé. Il coexiste sous forme de mosaïque avec un groupement à *Salix glauca-S. reticulata-Dryas integrifolia* qui correspond à des conditions de sol plus humides et occupe de petites dépressions :

<i>Salix reticulata</i>	3.3
<i>Hylocomium splendens</i>	2.3
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	2.2
<i>Dryas integrifolia</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	1.2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	1.2
<i>Pyrola grandiflora</i>	+2
<i>Dicranum elongatum</i>	+2
<i>Dicranum dicranella</i>	+2
<i>Dicranum spurium</i>	+2
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Carex norvegica</i>	+1

Les sols de ces différentes communautés ressemblent à ceux de la partie aval, mise à part la faible importance du drainage minérotrophique le long des ruisseaux. Ce sont des régosols orthiques gleyifiés et calcaires situés sur des substrats de sables, de graviers et de coquilles d'origine marine.

#### Dépôts coquilliers

Dans les rares sections de l'île Kidney où les vallées sont relativement larges, on note des étendues appréciables de dépôts purs ou mixtes (graviers et cailloux) de coquillage marin dominés essentiellement par *Hiatella arctica*. Ces dépôts coquilliers sup-

portent une végétation nettement calcicole. Ils sont soumis, selon les conditions de drainage et la profondeur du pergélisol, aux processus périglaciaires telle la géliturbation (fig. 3). Dans les milieux secs parcourus de vastes cellules de polygones de toundra, où affleurent plus ou moins régulièrement les dépôts coquillers, la végétation est caractérisée par un groupement à *Dryas-Salix reticulata*-lichens :

<i>Alectoria sarmentosa</i>	
ssp. <i>vexillifera</i>	2.4
<i>Cetraria nivalis</i>	2.4
<i>Salix reticulata</i>	2.3
<i>Cornicularia divergens</i>	1.3
<i>Alectoria ochroleuca</i>	1.3
<i>Dryas integrifolia</i>	1.2
<i>Cladina mitis</i>	1.2
<i>Sphaerophorus globosus</i>	1.2
<i>Cetraria cucullata</i>	+2
<i>Sphaerophorus fragilis</i>	+2
<i>Ochrolechia frigida</i>	+2
<i>Cetraria islandica</i>	+1
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	+1
<i>Draba alpina</i>	+1
<i>Tofieldia pusilla</i>	+1



Figure 3. Dépôts coquilliers de *Hiatella arctica* affectés de polygones de toundra et d'ostioles. La végétation est dominée par des groupements à *Dryas integrifolia* et *Salix reticulata*.

Dans ce groupement, l'épaisseur de la couche dégelée au-dessus du pergélisol était de 48 cm à la fin du mois d'août.

Les dépressions polygonales ceinturant les cellules sont occupées par un groupement plus diversifié, en raison d'une meilleure disponibilité en eau et d'une très grande quantité d'éléments minéraux. Ces dépressions sont comblées par une quantité importante de matières organiques bien humifiées dont l'épaisseur peut dépasser 30 cm. Le pergélisol est situé à environ 40 cm de la surface du sol. La matière organique des sols des fentes de gel est de loin la plus riche de celles analysées dans l'ensemble de la région (Payette & Morisset, 1974). La végétation est représentée par un groupement à *Dryas-Salix reticulata*-Bryophytes minérotophes :

<i>Salix reticulata</i>	2.5
<i>Aulacomnium palustre</i>	2.3
<i>Alectoria ochroleuca</i>	1.3
<i>Cetraria nivalis</i>	1.3
<i>Saxifraga hirculus</i>	1.3
<i>Dryas integrifolia</i>	1.2
<i>Alectoria sarmentosa</i> ssp. <i>vexillifera</i>	1.2
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	1.2
<i>Campylium stellatum</i>	1.2
<i>Distichium capillaceum</i>	1.2
<i>Ceratodon purpureus</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	+2
<i>Cornicularia divergens</i>	+2
<i>Luzula arctica</i>	+2
<i>Tofieldia pusilla</i>	+2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+2
<i>Cetraria islandica</i>	+2
<i>Cetraria cucullata</i>	+2
<i>Carex capillaris</i>	+2
<i>Bryum</i> sp.	+2
<i>Draba alpina</i>	+1
<i>Poa arctica</i>	+1
<i>Pedicularis flammea</i>	+1
<i>Stellaria longipes</i>	+1

La forme prostrée de l'*Alectoria sarmentosa* ssp. *vexillifera* (voir Brodo & Hawksworth, 1977) n'a été trouvée que sur ces affleurements calcaires. Un groupement à *Dryas integrifolia*-*Arctostaphylos alpina* a été décrit à proximité des deux groupements précédents :

<i>Arctostaphylos alpina</i>	3.4
<i>Dryas integrifolia</i>	2.2
<i>Hypnum revolutum</i>	2.2
<i>Salix reticulata</i>	1.3
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1.2
<i>Carex nardina</i>	+3

<i>Silene acaulis</i>	+2
<i>Aulacomnium turgidum</i>	+2
<i>Tofieldia pusilla</i>	+2
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Pedicularis flammea</i>	+1

La présence d'*Arctostaphylos alpina*, espèce acidophile (identification révisée de l'*A. rubra* cité par Payette & Morisset, 1974), paraît inusitée parmi les nombreuses espèces calcicoles de cette station de plaine. Ce groupement croît sur un régosol orthique gleyifié et calcaire dont le substrat est composé d'une couche de loam sablo-graveleux surmontant un dépôt coquillier d'*Hiatella arctica*. C'est la seule station dans l'archipel où *Arctostaphylos alpina* a été observé ; il se présente sous forme de grands clones circulaires.

Dans les stations où le substrat calcaire renferme de plus en plus de cailloux, la surface est marquée de nombreux polygones de pierres. Leur végétation est aussi diversifiée, bien que la proportion d'espèces calcicoles soit moindre que dans les groupements précédents. Les sols non soumis à la géliturbation depuis un certain temps sont caractérisés par un groupement à *Dryas integrifolia*-*Cladina mitis* :

<i>Dryas integrifolia</i>	3.4
<i>Cladina mitis</i>	2.2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.5
<i>Cetraria nivalis</i>	2.5
<i>Carex nardina</i>	1.4
<i>Sphaerophorus globosus</i>	1.3
<i>Ochrolechia frigida</i>	1.2
<i>Tofieldia pusilla</i>	+2
<i>Carex misandra</i>	+2
<i>Polytrichum</i> sp.	+2
<i>Sphaerophorus fragilis</i>	+2
<i>Cornicularia divergens</i>	+2
<i>Tetraplodon mnioides</i>	+2
<i>Empetrum nigrum</i>	+1
<i>Cetraria islandica</i>	+1
<i>Salix reticulata</i>	+1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+1
<i>Alectoria ochroleuca</i>	+1

Ce groupement occupe une grande superficie dans l'aire des polygones de pierres et forme une mosaïque avec des cellules polygonales actives, dénudées, ou en voie de colonisation. Ces cellules sont bordées d'auroles végétales de forme ovale, circulaire ou elliptique selon la configuration des ostioles. La composition des auroles de végétation entourant les ostioles (ou cellules polygonales dénudées) varie énormément ;

elle est sans doute reliée à la végétation qui existait à proximité avant la formation des ostioles. Cette végétation constitue une variante de celle retrouvée sur les cellules actuellement stabilisées. Le recouvrement de plusieurs espèces ne fait que changer :

<i>Dryas integrifolia</i>	1.2	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	2.3	1.2
<i>Pyrola grandiflora</i>	+1	1.3
<i>Cetraria islandica</i>	1.3	1.3
<i>Salix reticulata</i>	3.4	2.3
<i>Cetraria nivalis</i>	1.3	3.4
<i>Cladina mitis</i>	+2	2.3
<i>Lycopodium selago</i>	+1	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	1.2	+1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1.2	.
<i>Tofieldia pusilla</i>	+2	.
<i>Carex capillaris</i>	+2	.
<i>Equisetum scirpoides</i>	+1	+2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2.3	.
<i>Distichium capillaceum</i>	+2	.
<i>Orthothecium strictum</i>	+2	.
<i>Vaccinium uliginosum</i>	.	2.3
<i>Carex norvegica</i>	.	+2
<i>Cladina stellaris</i>	.	+2
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	+1
<i>Sphaerophorus fragilis</i>	.	+2
<i>Sphaerophorus globosus</i>	.	+2
<i>Polytrichum</i> sp.	.	+2

Les stations où *Dryas* est présent et occupe un certain espace se caractérisent généralement par l'importance des processus périglaciaires. Les sols peu perturbés ou stables sont soumis à une plus forte acidification, comme ceux du groupement à *Salix glauca* décrit plus haut.

#### Tourbières

Il existe peu de tourbières dans l'archipel des Dormeuses. La faible étendue des vallées favorables à leur développement, ainsi que la production végétale limitée sont en grande partie responsables de cette situation. Une seule formation tourbeuse a été observée et sa physionomie diffère sensiblement de celles des tourbières des régions boréales et hémiarctiques. L'épaisseur de tourbe n'exécède pas 50 cm d'épaisseur. Parmi les principales unités géomorphologiques de ce milieu, les thufurs ou petites buttes organiques créent une microtopographie en bosses et en creux. Ces thufurs sont colonisés par un tapis très dense de *Salix glauca*, accompagné de quelques espèces calcicoles :

<i>Salix glauca callicarpaea</i>	4.5
- <i>Salix reticulata</i>	1.2

<i>Poa arctica</i>	1.3
<i>Saxifraga cernua</i>	+3
<i>Equisetum scirpoides</i>	+2
<i>Cerastium alpinum</i>	+1
<i>Carex rariflora</i>	+3
<i>Carex maritima</i>	+2
<i>Saxifraga hirculus</i>	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	+2
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	+1
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	+2

*Carex rariflora* est la seule espèce vasculaire acidophile dans ce groupement.

À côté des thufurs, des buttes organiques de plus grande dimension sont présentes. Elles ressemblent à de petites pales dont la formation paraît récente, à en juger par l'état du tapis végétal. Le parterre de mousses est desséché et la surface est craquelée. Ces buttes de tourbe constituent une manifestation évidente du dynamisme végétal associé directement à l'activité périglaciaire. Les conditions de drainage ont été modifiées depuis la formation des buttes, passant d'un régime humide à un régime mésométrique. La végétation ressemble à celle des thufurs; quelques individus stériles de *Saxifraga hirculus* sur les pales semblent être un vestige de conditions plus humides :

<i>Salix glauca callicarpaea</i>	1.2
<i>Salix reticulata</i>	1.3
<i>Brachythecium turgidum</i>	1.2
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Equisetum scirpoides</i>	+2
<i>Saxifraga hirculus</i>	+1
<i>Cetraria islandica</i>	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Carex maritima</i>	+2
<i>Draba alpina</i>	+2
<i>Empetrum nigrum</i>	+1
<i>Carex subspathacea</i>	+2
<i>Campylium stellatum</i>	+2
<i>Aulacomnium palustre</i>	+2
<i>Calliargon megalophyllum</i>	+2
<i>Tripleurospermum</i> <i>phaeocephalum</i>	+2
<i>Draba lactea</i>	+2

Le pergélisol est situé à 38 cm de la surface et l'épaisseur de la matière organique ne dépasse pas 25 cm. Les thufurs et les petites pales ne sont pas colonisés par les lichens; cette absence tranche avec la situation rencontrée dans les tourbières à pales du Nouveau-Québec (Samson, 1975; Payette et al., 1976).



### Mares

Les mares des petites tourbières de l'île Kidney possèdent une végétation aquatique peu diversifiée et peu importante. Un groupement comprenant seulement *Hippuris vulgaris* et *Scorpidium scorpioides* envahit les mares peu profondes. Sur les bords de mares, *Hippuris* et *Scorpidium* s'associent à *Cardamine pratensis* ssp. *angustifolia* et *Drepanocladus uncinatus*.

### Combes à neige

Une végétation particulière apparaît dans les zones de contact entre les vallées et le plateau, selon l'importance de la dénivellation entre les deux unités topographiques et leur situation vis-à-vis des conditions reliées à l'enneigement et au déneigement. Ces zones de contact bien différenciées sur le plan de la végétation renferment les principales combes à neige de la région et sont généralement exposées au nord, au nord-est et à l'est. Le groupement à *Salix herbacea-Sibbaldia procumbens* caractérise ces milieux. Il peut être subdivisé en deux sous-groupements, l'un associé au substrat

rocheux où apparaît *Polygonum viviparum*, l'autre sur substrat meuble où le couvert lichénique est un peu plus important (tableau IV). On note fréquemment que les combes à neige sur dépôt meuble, juste au contact du roc, présentent une topographie concave, sous forme de petites cuvettes linéaires (fig. 4), dont l'origine peut être reliée à l'influence du couvert nival sur le pergélisol. Cette morphologie a déjà été observée ailleurs dans certaines combes à neige de l'Arctique québécois (Payette, non publié).

### VÉGÉTATION DU PLATEAU BASALTIQUE

Sur le plateau basaltique, le couvert végétal est généralement très clairsemé et se concentre principalement dans des dépressions de taille variable. Seuls des lichens crustacés et quelques espèces de lichens foliacés colonisent les affleurements basaltiques polis. Ailleurs, selon la nature de la surface du basalte «en coussinets», on observe deux types de colonisation végétale. La présence de coussinets à surface bombée crée, dans les auréoles qui les sépa-



Figure 4. Contact entre paroi rocheuse et dépôts meubles de vallée. Des groupements de combe à neige se rencontrent dans les dépressions linéaires au pied des parois rocheuses.



TABLEAU IV

Composition du groupement à *Salix herbacea* — *Sibbaldia procumbens*  
dans les combes à neige de l'île Kidney

	Sur roc basaltique		Sur dépôt meuble	
<i>Salix herbacea</i>	5.5	2.3	2.3	1.2
<i>Sibbaldia procumbens</i>	1.2	2.3	1.2	2.3
<i>Polygonum viviparum</i>	1.3	1.2	.	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	+1	+2	+2
<i>Cladina mitis</i>	.	1.2	3.4	1.2
<i>Stereocaulon paschale</i>	.	.	+2	+2
<i>Equisetum scirpoides</i>	+2	+2	+2	.
<i>Carex bigelowii</i>	+1	1.3	+1	.
<i>Silene acaulis</i>	.	+2	.	+2
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	.	+1	+1	.
<i>Brachythecium turgidum</i>	1.2	.	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1.2	1.2	+1	2.2
<i>Sagina</i> sp.	.	+1	.	.
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	1.3	.	.	.
<i>Arabis alpina</i>	.	.	.	1.3
<i>Draba norvegica</i>	.	.	.	+2
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	+2
<i>Potentilla hyparctica</i>	.	.	.	+2

rent, un micromilieu relativement humide où la gélifraction peut être importante et, dans une moindre mesure, la dissolution du calcaire (forte effervescence au HCl). La végétation pionnière de ces micromilieus humides et calcaires varie; on y retrouve des individus très dispersés de *Juncus albescens*, de *Scirpus caespitosus*, parfois de *Puccinellia* et de *Chrysanthemum arcticum*, associés à de nombreuses bryophytes. La colonisation végétale est beaucoup moins importante dans les auréoles des surfaces planes, bien que celles-ci soient soumises à une gélifraction moins intense. Les auréoles présentent un faciès xérique en raison de l'absence de différences microtopographiques; des individus stériles de *Sagina* et de *Carex* et de petites touffes de *Festuca brachyphylla* s'y retrouvent avec quelques saxifrages et autres espèces rupicoles. Les mini-dépressions humides sont généralement colonisées par diverses espèces vasculaires, autant arbustives (*Salix arctica*, *S. glauca*, *S. arctophila*, *Empetrum*, *Vaccinium*) qu'herbacées (*Festuca brachyphylla*, *Puccinellia*, etc.). La colonisation de ces dépressions ne semble pas suivre un patron de succession écologique défini et pourrait plutôt dépendre de la disponibilité des diaspores.

#### Rebords des mares

À une autre échelle, les irrégularités du relief, soit d'origine structurale (plis proté-

rozoïques) ou glaciaires (formations en dos de baleine et profils en dents de scie: polissage, arrachage et évidement), permettent l'établissement de communautés végétales dans des dépressions de dimension et de drainage variables; toutes ces communautés sont associées à des régosols lithiques ou à des sols aquatiques ou semi-aquatiques. Sur les rebords humides des marelles du plateau basaltique, on retrouve les espèces colonisant les auréoles humides des coussinets de basalte, dont *Gymnitrium corallioides*, *Juncus albescens*, *Polygonum viviparum*, etc. En situation mieux drainée, la végétation est plus diversifiée, malgré que le substrat gélifracté ne soit pas complètement recouvert. La composition du tapis végétal peut varier d'une station à l'autre; le groupement à *Juncus albescens* et *Carex capillaris* comprend les espèces suivantes:

<i>Juncus albescens</i>	1.3
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	1.3
<i>Carex capillaris</i>	1.2
<i>Carex nardina</i>	1.3
<i>Saxifraga nivalis</i>	+4
<i>Polygonum viviparum</i>	+2
<i>Carex misandra</i>	+2
<i>Salix reticulata</i>	+2
<i>Scirpus caespitosus</i>	+2
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	+1

Cette situation de rebord de marelle ressemble morphologiquement à celle de certaines

mares complètement desséchées; cependant, dans ce cas, le substrat est coiffé d'un horizon organique continu et relativement riche, recevant un apport d'eaux calcaires. La végétation de ces anciennes cuvettes lacustres est calcicole et est représentée par un groupement à *Carex capillaris*-*Saxifraga aizoides*-*Saxifraga oppositifolia*, dont les caractéristiques floristiques sont les suivantes:

<i>Carex capillaris</i>	1.2
<i>Saxifraga aizoides</i>	1.2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1.2
<i>Silene acaulis</i>	1.2
<i>Carex bicolor</i>	1.3
<i>Dryas integrifolia</i>	1.2
<i>Salix arctophila</i>	1.2
<i>Epilobium latifolium</i>	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	+4
<i>Salix calcicola</i>	+1
<i>Pyrola grandiflora</i>	+2
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	+2
<i>Salix reticulata</i>	+1

Les mares et marelles du plateau basaltique sont parfois envahies par une végétation très ouverte représentée par des populations pures d'*Hippuris vulgaris*, de *Carex saxatilis*, de *DuPontia psilosantha* ou d'*Eriophorum angustifolium*. Sur leurs rebords, on observe une toposéquence associée aux conditions de drainage et à l'épaisseur de l'horizon organique. Si l'on retrouve parfois de petits polygones de pierres le long des plans d'eau, la végétation colmate dans la plupart des cas le substrat et fait partie du segment bien drainé de la toposéquence périlacustre; elle est cependant dominée par plusieurs espèces calcicoles. Le groupement à *Dryas-Cladina mitis-Vaccinium uliginosum* la caractérise:

<i>Dryas integrifolia</i>	3.4
<i>Cladina mitis</i>	2.2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.5
<i>Cetraria nivalis</i>	2.5
<i>Sphaerophorus globosus</i>	1.3
<i>Carex maritima</i>	1.4
<i>Ochrolechia frigida</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	+1
<i>Carex misandra</i>	+1
<i>Tofieldia pusilla</i>	+2
<i>Cetraria islandica</i>	+1
<i>Salix reticulata</i>	+1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+1
<i>Alectoria ochroleuca</i>	+1
<i>Cornicularia divergens</i>	+2
<i>Tetraplodon mnioides</i>	+2
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+2

Des segments humides aux mieux drainés, la végétation est cependant, et de façon générale, moins calcicole. Dans les milieux humides, le groupement à *Carex membranacea* est un des plus fréquents:

<i>Carex membranacea</i>	3.5
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.4
<i>Empetrum nigrum</i>	2.4
<i>Salix reticulata</i>	2.4
<i>Salix arctophila</i>	2.2
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1.2
<i>Aulacomnium palustre</i>	1.2
<i>Hylocomium splendens</i>	1.2
<i>Dicranum bonjeanii</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	+2
<i>Cetraria islandica</i>	+2
<i>Pyrola grandiflora</i>	+2

En milieu mésique, le groupement à *C. membranacea* est remplacé par un groupement à *Empetrum-Carex bigelowii* où l'importance des espèces arbustives varie beaucoup:

<i>Empetrum nigrum</i>	4.5	2.3
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+2	2.2
<i>Salix reticulata</i>	1.2	2.2
<i>Salix glauca</i>	1.2	+2
<i>Carex bigelowii</i>	1.2	3.5
<i>Pyrola grandiflora</i>	+2	.
<i>Luzula confusa</i>	+2	.
<i>Cetraria islandica</i>	1.2	+2
<i>Cetraria nivalis</i>	1.2	+2
<i>Cetraria cucullata</i>	1.2	+2
<i>Cladina mitis</i>	1.2	+2
<i>Poa arctica</i>	+1	.
<i>Peltigera rufescens</i>	+1	.
<i>Dicranum montanum</i>	1.2	1.2

Le groupement à *Empetrum-Carex bigelowii* caractérise de plus les stations peu enneigées pendant la saison hivernale; un type de végétation semblable se retrouve dans les milieux exposés des régions arctiques et hémiarctiques du Nouveau-Québec.

Dans les stations xéro-mésiques, apparemment peu fréquentes sur l'île Kidney, la végétation est de tendance acidophile et est dominée par le groupement à *Vaccinium uliginosum-Cetraria nivalis-Cladina mitis*. Il possède les caractéristiques suivantes:

<i>Vaccinium uliginosum</i>	3.4
<i>Cetraria nivalis</i>	3.3
<i>Cladina mitis</i>	2.3
<i>Empetrum nigrum</i>	2.3
<i>Dicranum montanum</i>	1.2
<i>Ptilidium ciliare</i>	+2
<i>Cladonia gracilis</i>	+2
<i>Alectoria ochroleuca</i>	+2

<i>Cetraria islandica</i>	+2
<i>Carex norvegica</i>	+1

L'importance du couvert lichénique est à signaler dans ce groupement, mais le nombre d'espèces est faible.

La végétation change graduellement au contact d'une paroi abrupte; d'une situation xéro-mésique, on passe à des conditions mésiques et de drainage minérotrophique causées par les différences topographiques. La présence de *Polygonum viviparum* souligne le changement de conditions; ce groupement à *Carex misandra* renferme les espèces suivantes:

<i>Carex misandra</i>	2.2
<i>Carex norvegica</i>	2.2
<i>Empetrum nigrum</i>	2.2
<i>Dicranum bonjeanii</i>	2.2
<i>Lycopodium selago</i>	1.1
<i>Cetraria nivalis</i>	1.1
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Cetraria islandica</i>	+1

La présence du *Lycopodium selago* semble être reliée à un déneigement relativement tardif, mais non comparable à celui des combes à neige.

#### Fractures de la roche en place

Quelques groupements végétaux colonisent des fractures de la roche en place. On retrouve un groupement à *Festuca brachyphylla-Rhacomitrium lanuginosum* dans les fractures peu profondes, toujours ensoleillées, et à drainage moyen. On n'a pu évaluer le recouvrement de chaque espèce, mais les taxons suivants sont particulièrement abondants: *F. brachyphylla*, *R. lanuginosum*, *Cladonia squamosa*, *Gladina mitis*, *Cetraria nivalis*, *C. islandica*, *Sphaerophorus fragilis*, *S. globosus*, *Ochrolechia frigida*, *Silene acaulis*, *Lycopodium selago*, *Andreaea rupestris*, *Pohlia* sp. Les espèces ne recouvrent pas entièrement la dépression linéaire et on n'observe pas de drainage minérotrophe. Dans les fractures profondes, où les conditions d'ensoleillement sont moindres que dans les fractures de surface, la végétation est relativement différente et diversifiée; elle est représentée par un groupement à *Saxifraga cernua*:

<i>Saxifraga cernua</i>	2.2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2.2
<i>Festuca brachyphylla</i>	2.3
<i>Polytrichum juniperinum</i>	2.2
<i>Saxifraga rivularis</i>	1.2
<i>Saxifraga aizoides</i>	1.2

<i>Cerastium alpinum</i>	1.2
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1.2
<i>Saxifraga nivalis</i>	+2
<i>Saxifraga caespitosa</i>	+2
<i>Alopecurus alpinus</i>	+1
<i>Salix</i> sp.	+1
<i>Silene acaulis</i>	+1
<i>Lycopodium selago</i>	+2
<i>Cardamine pratensis</i> spp.	
<i>angustifolia</i>	+1
<i>Cladonia squamosa</i>	+1
<i>Cinclidium arcticum</i>	+2
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+1
<i>Pohlia</i> sp.	+2

Ce groupement est situé à l'ombre près d'une marelle où les conditions d'humidité ont favorisé une intense gélifraction de la roche en place. Dans une grande fracture de la roche en place, à la tête d'une petite vallée structurale, on a observé sous des conditions très humides la présence d'un groupement à *Rubus chamaemorus* accompagné de quelques espèces minérotrophes:

<i>Rubus chamaemorus</i>	4.5
<i>Tomenthypnum nitens</i>	4.5
<i>Salix reticulata</i>	2.4
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	1.2
<i>Polygonum viviparum</i>	1.2
<i>Pleurozium schreberi</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	+2
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+2
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Cladina mitis</i>	+1
<i>Pyrola grandiflora</i>	+1
<i>Saxifraga cernua</i>	+1
<i>Cardamine pratensis</i> ssp.	
<i>angustifolia</i>	+1

La distribution du *Rubus chamaemorus* est ponctuelle et possède peu de possibilités d'expansion en raison des conditions édaphiques relativement minérotrophes sur l'ensemble de l'île Kidney. On a pu le retrouver sur une petite touffe de *Sphagnum teres* en bordure d'un laquet; ce groupement à *S. teres* est du reste le seul groupement de sphaigne retracé dans la région:

<i>Sphagnum teres</i>	5.5
<i>Carex rariflora</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	1.1
<i>Rubus chamaemorus</i>	+1
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Scorpidium scorpioides</i>	+2
<i>Aulacomnium turgidum</i>	+1
<i>Dicranum</i> sp.	+2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+1
<i>Cladonia</i> sp.	+1

Il est un des rares petits groupements où l'on décèle sur une base floristique une affinité édaphique oxycole. *Rubus chamaemorus* a aussi été relevé dans un milieu mésique sur pente forte (30-35%) soumise au suintement. La flore de caractère acidophile est cependant marquée par la présence de *Saxifraga oppositifolia* et *Tomenthypnum nitens*, espèces minérotophes :

<i>Rubus chamaemorus</i>	1.3
<i>Empetrum nigrum</i>	1.2
<i>Luzula confusa</i>	1.2
<i>Cladina mitis</i>	2.3
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1.3
<i>Dicranum spurium</i>	1.2
<i>Cetraria nivalis</i>	+2
<i>Cetraria cucullata</i>	+2
<i>Ptilidium ciliare</i>	+2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	+2
<i>Cladonia uncialis</i>	+2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+1
<i>Ranunculus lapponicus</i>	+2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+2
<i>Alectoria ochroleuca</i>	+2
<i>Dicranum fragilifolium</i>	+2
<i>Anastrophyllum saxicolus</i>	+2
<i>Aulacomnium turgidum</i>	+1
<i>Ditrichum flexicaule</i>	+2
<i>Lophasia attenuata</i>	+2

Lorsque les dépressions structurales sont relativement profondes et protégées, elles peuvent favoriser un enneigement important et un déneigement tardif, simulant les conditions de combes à neige. Un groupement minérotophe à *Salix reticulata*-*Salix herbacea* y a été observé :

<i>Salix reticulata</i>	3.4
<i>Carex bigelowii</i>	2.4
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.3
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2.3
<i>Salix herbacea</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	1.2
<i>Juncus biglumis</i>	1.3
<i>Salix glauca callicarpaea</i>	+1
<i>Ranunculus lapponicus</i>	+2
<i>Polygonum viviparum</i>	+1
<i>Cetraria islandica</i>	+2
<i>Cladina mitis</i>	+2
<i>Dicranum scoparium</i>	+2
<i>Aulacomnium turgidum</i>	+2
<i>Brachythecium plumosum</i>	+2
<i>Bryum</i> sp.	+1
<i>Scorpidium turgescens</i>	+2

#### Zones de ruissellement

Finalement, en aval des zones de ruissellement du plateau basaltique, la végéta-

tion est nettement de caractère minérotophe. Le long de ruisseaux intermittents, coulant en minces filets sur le roc, le talweg est occupé par un groupement à *Carex microglochin* et les versants par un groupement à *Salix reticulata*-*Pedicularis flammea*. La composition du groupement à *C. microglochin* est la suivante :

<i>Carex microglochin</i>	1.3
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1.2
<i>Campylium stellatum</i>	1.2
<i>Salix reticulata</i>	+1
<i>Epilobium latifolium</i>	+1
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	+2
<i>Carex capillaris</i>	+2
<i>Polygonum viviparum</i>	+1

Des algues vertes parcourent aussi le talweg sous forme de longs filaments; le roc nu affleure en de nombreux endroits. Chez le groupement à *Salix reticulata*-*Pedicularis flammea*, le parterre végétal est plus important :

<i>Salix reticulata</i>	3.5
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.3
<i>Cetraria islandica</i>	2.4
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1.2
<i>Empetrum nigrum</i>	1.3
<i>Polygonum viviparum</i>	1.1
<i>Pedicularis flammea</i>	+1
<i>Pyrola grandiflora</i>	+1
<i>Carex norvegica</i>	+2
<i>Epilobium latifolium</i>	+1
<i>Tofieldia pusilla</i>	+1
<i>Cetraria nivalis</i>	+1
<i>Brachythecium turgidum</i>	+2
<i>Campothecium</i> sp.	+2

#### Discussion

La flore et la végétation de l'archipel des Dormeuses confèrent à cette région méridionale de la baie d'Hudson un caractère nettement arctique. Le paysage des îles est celui de la toundra arbustive.

Avec ses 112 espèces, la flore vasculaire des Dormeuses est relativement pauvre si on la compare à celle de Poste-de-la-Baleine (424 espèces d'après Forest & Legault, 1977) ou à celle du golfe de Richmond (389 espèces d'après Payette & Lepage, 1977). Par le nombre de taxons, elle se rapproche beaucoup plus de celle des îles situées au nord de la baie d'Hudson, par exemple l'île Coats, où Gillett (1976) a relevé 115 espèces. Cette pauvreté semble dépendre surtout des facteurs suivants: faibles variations topographi-

ques, basse altitude, climat rigoureux, faible diversité édaphique, colonisation postglaciaire récente et éloignement des sources de diaspores.

Les conditions rigoureuses peuvent expliquer la présence sur l'île Kidney de plusieurs taxons d'affinité « haut-arctique » : *Alopecurus alpinus*, *Festuca baffinensis*, *Carex misandra*, *Eriophorum triste*, *Luzula arctica*, *Melandrium apetalum arcticum*, *Draba alpina*, *D. lactea*, *D. corymbosa* et *Potentilla pulchella*.

L'examen du tableau II révèle que les îles Dormeuses se rapprochent le plus, phyto-géographiquement, des îles Southampton, Coats et Mansel, situées beaucoup plus au nord. Du point de vue floristique, on peut affirmer que les Dormeuses représentent une extension méridionale de la zone biologique du Bas-Arctique (ou toundra arbustive en terme de végétation); ce fait souligne la grande influence de la baie d'Hudson sur la flore et la végétation de l'archipel.

La végétation de l'archipel se caractérise par la dominance d'espèces eutrophes, notamment calcicoles, héliophiles et pionnières. Les conditions de toundra arctique exposée et peu enneigée, la nature physico-chimique des substrats et des sols, ainsi que l'activité périglaciaire contribuent au maintien d'une telle situation. Le petit nombre d'espèces acidophiles est sans doute relié aux conditions édaphiques nettement basiques. L'absence d'espèces aussi communes à ces latitudes sur le continent que *Hierochloe alpina*, *Ledum decumbens*, *Betula glandulosa*, *Agrostis borealis*, *Loiseleuria procumbens*, *Diapensia lapponica*, *Vaccinium vitis-idaea* var. *minus* et autres espèces oxycoles est particulièrement remarquable. Par ailleurs, la présence de *Rubus chamaemorus*, d'*Arctostaphylos alpina* et de quelques autres espèces acidophiles semblent souligner l'influence de la dispersion aléatoire des diaspores. Comment aussi expliquer l'absence d'espèces basiphiles comme *Rhododendron lapponicum* dans cette région? Les taxons qui ont atteint l'archipel et réussi à s'y implanter ont été transportés sur de longues distances. On ne peut cependant préciser l'importance relative des facteurs de dispersion comme les glaces flottantes, le vent, autant dans l'air que sur les glaces de la baie d'Hudson ainsi que le suggère Savile (1972) pour certaines espèces de l'Arctique canadien, les oiseaux, l'homme (une ancienne présence inuit a pu être noté sur l'île Kidney actuellement inhabitée), etc.

En tenant compte de la faible altitude des plus hauts sommets de l'archipel des Dormeuses, l'émersion des terres est relativement récente, probablement plus jeune que 3000 ans A.A. selon la courbe de relèvement postglaciaire établie par Andrews (1970) et celle publiée par Hillaire-Marcel (1976) dans la région du golfe de Richmond (à moins d'une centaine de kilomètres des Dormeuses). La colonisation végétale s'est donc faite tardivement au cours de l'Holocène, soit pendant le Néoglaaciaire. Cet épisode froid du présent Interglaciaire n'a certes pas favorisé l'établissement de plantes tempérées et boréales dans l'archipel. Les Dormeuses ont probablement toujours connu un climat arctique depuis la période d'émersion. La toundra arbustive des îles Dormeuses diffère nettement de la toundra arbustive du Nouveau-Québec où l'on observe de nombreux taxons forestiers (*Cornus canadensis*, *Linnaea borealis*, etc.), maintenant au-delà de la limite des forêts néoglaciales.

La présence, loin du rivage, de certaines plantes halophiles illustre l'importance des embruns aux îles Dormeuses, dont les sols contiennent une grande quantité de sodium (Payette & Morisset, 1974). C'est ainsi que s'expliqueraient la présence de *Puccinellia langeana* autour des mares sur les sommets rocheux et celle de *Chrysanthemum arcticum* sur le plus haut sommet (environ 30 m) de l'île Kidney. La présence ponctuelle de taxons caractéristiques des littoraux salins ou saumâtres tels que *Carex maritima*, *C. subspathacea*, *Tripleurospermum phaeocephalum*, *Honckenya peploides* et *Dupontia psilosantha* à l'intérieur de l'île corroborent aussi cette affirmation.

Dans les milieux jeunes des chronoséquences littorales, des toposéquences périlacustres et des stations fortement affectées par les perturbations périglaciaires, la végétation présente un couvert discontinu; le couvert végétal est continu cependant dans les milieux plus âgés et stables (au point de vue périglaciaire) et les espèces arbustives tendent à occuper le terrain disponible. Toutefois, dans l'ensemble des îles Dormeuses, l'importance spatiale des milieux ouverts favorise l'introduction et le maintien de nombreuses espèces pionnières caractéristiques des régions arctiques. Cette situation écologique peut expliquer la faible articulation phytosociologique des nombreux groupements végétaux étudiés et permettre, au hasard de la dispersion, la venue de nouvelles espèces d'origine arctique ou même boréales des régions continentales périphériques.

### Remerciements

Nous remercions tous ceux qui ont aimablement accepté d'identifier certains taxons litigieux : MM. I. M. Brodo (lichens), P. Masson (bryophytes), G. A. Mulligan (*Draba*), G. Argus (*Salix*), J. McNeill (Caryophyllaceae) et E. Lepage (*Carex*). Le Ministère des richesses naturelles du Québec a mis son bateau, le « Baie du Nord », à notre disposition au cours de cette période. M. J. Litinski nous a accompagnés sur le terrain et M. Paul F. Maycock nous a communiqué la liste des espèces récoltées aux îles Dormeuses par Margetts, Ferguson et Mansfield. La carte a été dessinée par M. Dubé. Ce travail a été réalisé dans le cadre des inventaires du Programme biologique international (PBI/ct, section arctique), avec l'aide logistique du Centre d'études nordiques de l'Université Laval.

### Références

- ANDREWS, J. T., 1970. A geomorphological study of post-glacial uplift, with particular reference to Arctic Canada. — London, Inst. Br. Geographers, 156 p.
- BÖCHER, T. W., K. HOLMEN & K. JAKOBSEN, 1968. The flora of Greenland. — P. Haase & Son, Copenhagen, 312 p.
- BOURNÉRIAS, M., 1971. Observations sur la flore et la végétation des environs de Puvirnituq (Nouveau-Québec). — *Naturaliste can.*, 98 : 261-318.
- BOURNÉRIAS, M., 1975a. La série de végétation des vases d'estran dans l'estuaire de la rivière Puvirnituq (Nouveau-Québec, Canada). — *Colloques Phytosociologiques*, IV. Les Vases salées, Lille, p. 157-170.
- BOURNÉRIAS, D. M., 1975b. Flore arctique (Lichens, Bryophytes, Spermaphytes) aux environs de Puvirnituq (Nouveau-Québec). — *Naturaliste can.*, 102 : 803-824.
- BOURNÉRIAS, M. & P. FOREST, 1971. Les grands traits de la végétation des sables maritimes dans quelques stations de la côte occidentale du Nouveau-Québec. — *Colloques Phytosociologiques*, I. Dunes, Paris, p. 31-52.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1965. Plant sociology, the study of plant communities. — *Hafner Publ. Co.*, 439 p.
- BRODO, I. M. & D. L. HAWKSWORTH, 1977. *Alectoria* and allied genera in North America. — *Op. bot. Soc. bot. Lund.*, 42 : 1-164.
- CHINNAPPA, C. C. & J. K. MORTON, 1974. The cytology of *Stellaria longipes*. — *Can. J. Genet. Cytol.*, 16 : 499-514.
- CHINNAPPA, C. C. & J. K. MORTON, 1976. Studies on the *Stellaria longipes* Goldie complex: Variation in wild populations. — *Rhodora*, 78 : 488-502.
- COOKE, A. & C. HOLLAND, 1973. Chronological list of expeditions and historical events in Northern Canada. IX. 1881-96. — *Polar Rec.*, 19 : 559-577.
- COOKE, A. & C. HOLLAND, 1978. The exploration of Northern Canada, 500 to 1920. A chronology. — Toronto, Arctic History Press, 550 + 25 p.
- CRUM, H., W. C. STEERE & L. E. ANDERSON, 1973. A new list of mosses of North America north of Mexico. — *Bryologist*, 76 : 85-130.
- FOREST, P. & A. LEGAULT, 1977. Analyse de la flore vasculaire de Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec. — *Naturaliste can.*, 104 : 543-566.
- GARDNER, G., 1973. Catalogue analytique des espèces végétales du Québec arctique et subarctique et quelques autres régions du Canada. — Montréal, miméogr., lxii + 142 p., cartes et ill., relié avec éd. anglaise.
- GILLETT, J. M., 1976. Plants of Coats Island, Hudson Bay, Keewatin District, Northwest Territories. — *Can. Fid-Nat.*, 90 : 390-396.
- GRANDTNER, M. M. & C. ROUSSEAU, 1975. Analyse de la flore vasculaire du Parc national Forillon. — *Naturaliste can.*, 102 : 235-264.
- HALE, M. E., Jr. & W. L. CULBERSON, 1970. A fourth checklist of the lichens of the continental United States and Canada. — *Bryologist*, 73 : 499-543.
- HILLAIRE-MARCEL, G., 1976. La déglaciation et le relèvement isostatique sur la côte est de la baie d'Hudson. — *Cah. Géogr. Qué.*, 20 : 185-220.
- HULTÉN, E., 1967. Comments on the flora of Alaska and Yukon. — *Ark. Bot.*, Ser. 2, 7(1) : 1-147.
- HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and neighbouring territories. — Stanford Univ. Press, Stanford, Calif., 1008 p.
- LEPAGE, E., 1974. Additions et extensions d'aire dans la flore du Québec, la nature de l'*Eriocaulon rollandii* Rousseau et description d'un nouvel hybride de *Primula*. — *Naturaliste can.*, 101 : 925-929.
- LOUIS-MARIE, Père, 1961. Dutiliana I-IV. Graminées-Cypéracées. Saules et Composées de la flore américaine arctico-boréale. — *Contr. Inst. Oka (Univ. Montréal)*, n° 14, 46 p.
- LÖVE, D. & N. BOSCAIU, 1966. *Vaccinium gaultherioides* Bigel., an arctic-alpine species. — *Revue roum. Biol.*, sér. Bot., 11 : 295-305.
- MANNING, T. H., 1947. Explorations on the east coast of Hudson Bay. — *Geogr. J.*, 109 : 58-75.
- MAYCOCK, P. F., 1968. The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region. — *Naturaliste can.*, 95 : 423-468.
- MULLIGAN, G. A., 1974. Confusion in the names of three *Draba* species of the arctic: *D. adamsii*,

- D. oblongata*, and *D. corymbosa*. — Can. J. Bot., 52: 791-793.
- PAYETTE, S. & E. LEPAGE, 1977. La flore vasculaire du golfe de Richmond, baie d'Hudson, Nouveau-Québec. — *Provancheria* (Univ. Laval), n° 7, 68 p.
- PAYETTE, S. & P. MORISSET, 1974. The soils of Sleeper Islands, Hudson Bay, N.W.T., Canada. — *Soil Sci.*, 116: 352-368.
- PAYETTE, S., H. SAMSON & D. LAGAREC, 1976. The evolution of permafrost in the taiga and in the forest-tundra, Western Quebec-Labrador Peninsula. — *Can. J. For. Res.*, 6: 203-220.
- POLUNIN, N., 1938. Vascular plants from Mansel (Mansfield) Island, N.W.T. — *Can. Fid-Nat.*, 52: 5-9.
- POLUNIN, N., 1947. Addition to the floras of Southampton and Mansel Islands, Hudson Bay. — *Contr. Gray Herb. Harvard Univ.*, no. 165, p. 94-105.
- PORSILD, A. E., 1964. Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. — *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 146, 218 p.
- PORSILD, A. E., 1966. Contributions to the flora of Southwestern Yukon Territory. — *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 216, 86 p.
- PORSILD, A. E., 1969. *Puccinellia ambigua* Th. Sør., new to the Hudson Bay region. — *Can. Fid-Nat.*, 83: 163-164.
- ROUSI, A., 1965. Biosystematic studies on the species aggregate *Potentilla anserina* L. — *Ann. bot. fenn.*, 2: 47-112.
- SAMSON, H., 1975. Évolution du pergélisol en milieu tourbeux en relation avec le dynamisme de la végétation, golfe de Richmond, Nouveau-Québec. — Thèse M. Sc., Univ. Laval, Québec.
- SAVILE, D.B.O., 1972. Arctic adaptations in plants. — *Can. Dept. Agric., Res. Br., Monogr.*, no. 6, 81 p.
- SØRENSEN, T., 1953. A revision of the Greenland species of *Puccinellia* Parl. — *Meddr Grønland*, 136(3): 1-179.
- TEDROW, J.C.F., 1977. Soils of the polar landscapes. — *Rutgers Univ. Press, New Jersey*, 638 p.

**PLANT BUG HOSTS (HETEROPTERA: MIRIDAE) OF SOME EUPHORINE  
PARASITES (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) NEAR BELLEVILLE,  
ONTARIO, CANADA**

C. C. LOAN

*Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,  
Research Branch, Ottawa K1A 0C6*

**Résumé**

Nous avons élevé des Euphorines parasites (14 espèces de *Peristenus* et 4 de *Leiophron*) à partir de 28 espèces de Mirides, récoltés près de Belleville, Ontario. Nous avons, en plus, obtenu plusieurs immatures d'Euphorines indéterminées chez 24 autres espèces d'hôtes. Les parasites de chaque espèce se rencontrent dans les nymphes d'une ou plusieurs espèces de mirides. La majorité des hôtes et tous les parasites n'ont qu'une seule génération annuelle. L'attaque des parasites ne se produit que durant la période nymphale de l'hôte. Les adultes hivernent en diapause, dans les cocons. Le taux de parasitisme est de 16 à 64%.

**Abstract**

Euphorine parasites, comprising 14 species of *Peristenus* and four of *Leiophron*, were reared from 28 plant bug species collected near Belleville, Ontario. Immature, unidentifiable euphorines were found in 24 other host species. Each of the parasite species attacked nymphs of one or more plant bugs. Most of the hosts, and all the parasites have one generation per year. Parasitism was limited to the portion of the season when the host(s) was in the nymphal stage. The overwintered parasites were inactive as diapausing adults in cocoons until the growing season of the following year. From 16-64 per cent of host nymphs were parasitized.

**Introduction**

Species of the euphorine genera *Peristenus* Foerster and *Leiophron* Nees parasitize nymphs of plant bugs (Miridae). The various parasite species ovoposit in the haemocoel of second and third instar nymphs. One mature parasite larva emerges from each parasitized nymph or teneral adult, spins a cocoon in soil, and develops to an adult which overwinters inside the cocoon. Parasite adults emerge the following year. Occurrence, hosts, and specificity of these parasites is poorly known except for species that parasitize important pests such as lygus bugs on alfalfa (Clancy & Pierce, 1966). Near Belleville, Ontario, euphorine parasitism was found in plant bugs from a wide range of host plants in 1963-1970. The parasites are listed in this paper with observations on their hosts, specificity and seasonality.

**Materials and methods**

Plant bugs were collected during May-August in representative habitats immediately north of Belleville, using a sweep net for low plants and a beating frame for higher vegetation. Samples of plant bugs were maintained on foliage in ice-cream cartons in the field and later were dissected to determine euphorine parasitism. If parasites were found, a sample of fifth instar host nymphs was collected and these were reared to the adult stage. Parasite larvae that emerged were reared and cocoons were stored outdoors in potted soil for the balance of the summer and over winter. The pots containing the cocoons were lifted from the ground in late April and held until parasite adults had emerged. All indoor rearings of plant bugs and cocoons were at 21°C.



TABLE I  
Feeding habitats for the various parasitized  
subfamilies

Plant growth-forms	Mirinae	Orthotylinae	Phylinae	Deraeocorinae	Dicyphinae	Bryocorinae
Trees	8	2	1	3	0	0
Shrubs-vines	8	5	7	0	2	0
Grasses-herbs	8	5	2	0	0	0
Ferns	0	0	0	0	0	1
Total species parasitized	24	12	10	3	2	1

## Results

### PARASITES AND HOSTS

Fourteen species of *Peristenus* and four of *Leiophron* were reared from 28 plant bug species. Immature euphorine parasites were found in 24 other hosts species. Six families of Miridae were parasitized including a species of Bryocorinae, *Monalocoris americanus*. Euphorine parasitism of this subfamily previously was known only from Africa (Leston, 1959). The subfamily Mirinae contained 48 per cent of the parasitized species. All of the parasitized hosts are phytophagous except one species of *Pilophorus* and three of *Deraeocoris*, which are predaceous.

Feeding habitats for the various parasitized mirid subfamilies are listed in Table I.

### SPECIFICITY OF PLANT BUGS

The host plants of parasitized plant bugs are listed in Tables II-V. Some plant bug species were found on only one species of host plant, e.g. *Diaphnocoris chlorionis* on *Gleditsia triacanthos*. Other species occurred on closely related plants, e.g. *Dicyphus similis* on *Rubus odoratus* and *R. ideaus*, while still others had nymphal populations limited to a type of vegetation, e.g. *Lygus lineolaris* on forage crop legumes. The plant bugs' specificity probably ensured that the parasite adults emerged in proximity of host nymphs. Hence, the level of parasitism by euphorines may depend on the distribution of the host plants of the plant bug as well as the availability of an appropriate host.

### SPECIFICITY OF EUPHORINES

Seven of the euphorine species parasitized plant bug species that occurred alone on host plants. Other euphorines parasitized one or more of a complex of host species (Tables II-V). On forage crops in May and June, *Leiophron trigonotyldis* parasitized only *Trigonotylus coelestialium* from among a complex of mirid nymphs while *Peristenus pallipes* parasitized six species of plant bugs but not *T. coelestialium* or species of *Collaria*, *Irbisia*, *Litomeris*, *Stenodema* or *Stenotus*. Each of the major residents on *Solidago canadensis* was parasitized by one or two species of euphorines: in June and July *Slaterocoris* spp. and *Polymerus venaticus* by *Peristenus solidaginis*, *Slaterocoris* spp. by *P. bicolor*; and *Plagiognathus* spp. by *P. reidi*; in late summer *Lygus vanduzeei* by *P. pseudopallipes* and *L. lineolaris* by *P. pseudopallipes* and *Leiophron lygivora*.

### SEASONALITY

The hosts and parasites found in May and early June, in late June and early July, and in August are listed in Tables II-V, respectively. *Lygus lineolaris* and *Adelphocoris lineolatus* were the only host species with nymphs occurring in early and again in late summer (Loan, 1965). Nymphs of all others occurred only once on host plants, and developed from overwintered eggs whose hatch date depended on the winter dormant period and developmental rates of the species (Reid et al., 1975). The adult parasites were active only when the host was in the nymphal stage.

TABLE II

Hosts, host plants, occurrence and percent parasitism of immature euphorine parasites of mirids in May and early June.  
N = host nymph; A = host adult

Hosts				Parasites					
Species	Date collected	Host plant	No. dissected	Species	Percent parasitism	Egg	Larval instar		
							1	2 + 3	4
<i>Halticus bracteatus</i> (Say)	9 June 1967	<i>Clematis virginiana</i> L.	100	<i>Peristenus clematidis</i> Loan	35.0	0	18(9 N3; 9 N4)	7(N4)	10(3 N4; 7 N5)
<i>Dicyphus similis</i> Kelton	13 June 1963	<i>Rubus odoratus</i> L.	76	<i>Peristenus dicyphovora</i> Loan	52.6	2(1 N2; 1 N3)	22(2 N3; 12 N4; 8 N5)	12(2 N4; 10 N5)	8(N5)
<i>Dichroscytus tinctipennis</i> Knight	20 May 1968	<i>Juniperus virginiana</i> L.	75	<i>Peristenus juniperinus</i> Loan	29.3	0	8(N4)	4(1 N4; 3 N5)	10(N5)
<i>Bolteria luteifrons</i> Knight	9 June 1966	<i>Juniperus communis</i> L.	100	<i>Peristenus juniperoides</i> Loan	42.0	0	32(27 N4; 5 N5)	7(N4)	3(N5)
<i>Tropidosteptus canadensis</i> Van Duzee	7 June 1970	<i>Fraxinus americana</i> L.	38	<i>Peristenus nixonii</i> Loan	57.9	0	0	3(N4)	19(N5)
<i>Macrotylus sexguttatus</i> (Provancher)	8 June 1966	<i>Asarum canadense</i> L.	85	<i>Peristenus zingiberis</i> Loan	23.5	0	20(3 N3; 5 N4; 12 N5)	0	0
<i>Adelphocoris lineolatus</i> (Goeze)	11 June 1963	Forage legumes and grasses	100	<i>Peristenus pallipes</i> (Curtis)	49.0	0	42(N5)	7(N4)	
<i>rapidus</i> (Say)	8 June 1963	Forage legumes and grasses	100	<i>Peristenus pallipes</i> (Curtis)	42.0	0	40(N4)	2(N4)	
<i>Capsus ater</i> L.	28 May 1963	Forage legumes and grasses	84	<i>Peristenus pallipes</i> (Curtis)	30.9	0	12(7 N4; 5 N5)	8(5 N4; 3 N5)	6(N5)
<i>Labops hirtus</i> Knight	30 May 1963	Forage legumes and grasses	98	<i>Peristenus pallipes</i> (Curtis)	21.4	0			21(A)
<i>Leptopterna dolobrata</i> (L.)	7 June 1963	Forage legumes and grasses	100	<i>Peristenus pallipes</i> (Curtis)	42.0	0	38(6 N3; 32 N4)	4(N4)	
<i>Trigonotylus coelestialium</i> (Kirkaldy)	31 May 1970	Forage legumes and grasses	100	<i>Leiophron trigonotylidis</i> (Loan)	43.0	0	14(6 N4; 8 N5)	26(11 N4; 15 N5)	4(N5)
<i>Diaphnocoris chlorionis</i> (Say)	12 June 1970	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	81	<i>Leiophron maculipennis</i> (Ashmead)	64.2	5(N5)	35(N5)	12(N5)	

TABLE III

Hosts, host plants, occurrence and percent parasitism of immature euphorinae parasites of mirids in late June and early July.  
N = host nymph; A = host adult

Hosts				Parasites					
Species	Date collected	Host plant	No. dissected	Species	Percent parasitism	Egg	Larval instar		
							1	2 + 3	4
<i>Plagiognathus albonotatus</i> Knight	26 June 1963	<i>Spiraea latifolia</i> L.		<i>Peristenus plagiognathi</i> (Loan)	66.0	2(1 N2; 1 N4)	64(14 N3)	0	0
<i>Plagiognathus cornicola</i> Knight	26 June 1963	<i>Spiraea latifolia</i> L.	100						
<i>Lopidea marginalis</i> (Reuter)	14 July 1966	<i>Spiraea latifolia</i> L.	112	<i>Leiophron mueesebecki</i> (Loan)	25.0	0	26(11 N3; 12 N4; 3 N5)	1(N4)	1(N5)
<i>Phytocoris lasiomerus</i> Reuter	10 July 1967	<i>Cornus racemosa</i> Lam.	105	<i>Peristenus dumestris</i> Loan	36.2	0	20(11 N3; 9 N4)	10(N4)	8(N5)
<i>Plagiognathus cornicola</i> Knight	28 June 1967		77	<i>Peristenus reidi</i> Loan	45.5	2(1 N3; 1 N4)	38(17 N4; 21 N5)	8(6 N4; 2 N5)	7(1 N4; 6 N5)
<i>Slaterocoris breviatus</i> (Knight)	28 June 1968	<i>Solidago canadensis</i> L.	100	<i>Peristenus solidaginis</i> Loan	41.0	0	21(11 N4; 5 N5; 5 A)	4(2 N5; 2A)	16A
<i>Slaterocoris atritibialis</i> (Knight)									
<i>Polymerus venaticus</i> (Uhler)	24 June 1968	<i>Solidago canadensis</i> L.	100	<i>Peristenus solidaginis</i>	31.0	0	4(3 N4; 1 N5)	4(N4)	23(N5)
<i>Plagiognathus nigronitens</i> Knight	27 June 1967	<i>Solidago canadensis</i> L.	77	<i>Peristenus reidi</i> Loan	35.0	0	12(6 N4)	9(N4)	6(N5)
<i>Plagiognathus cuneatus</i> Knight									
<i>Plagiognathus politus</i> Knight									
<i>Lygocoris inconspicuus</i> (Knight)	27 June 1967	<i>Vitis Labrusca</i> L.	98	<i>Peristenus vitidis</i> (Loan)	35.6	0	18(9 N4; 9 N5)	12(3 N4; 9 N5)	5(N5)
<i>Taedia scrupeus</i> (Say)									
<i>Lygus lineolaris</i> (Palisot de Beauvois)	30 June 1963	Forage legumes	100	<i>Peristenus pallipes</i>	62.0	0	47(8 N4; 16 N5; 23A)	13(A)	0

TABLE IV  
Hosts, host plants, occurrence and percent parasitism of immature euphorine parasitoids of mirids in August.  
N = host nymph

Hosts			Parasites						
Species	Date collected	Host plant	No. dissected	Species	Percent parasitism	Egg	Larval instar		
							1	2 + 3	4
<i>Lygus lineolaris vanduzeei</i> Knight	22 August 1969	<i>Solidago canadensis</i>	100	<i>Peristenus pseudopallipes</i> (Loan) <i>Leiophron lygivora</i> (Loan)	8.0	0	6(2N3); 4 N4)	2(N4)	0

Waloff (1967) in England found that adults of the euphorines on plant bugs of broom emerged from overwintered cocoons when host nymphs were beginning to develop. Adults of *Peristenus pseudopallipes* remained in cocoons from July and August of 1970 to July of the following year and parasitized *Lygus vanduzeei* and second generation *Lygus lineolaris* on *Solidago canadensis* in late summer (Loan, 1970a).

FIELD DEVELOPMENT

The occurrence of parasite eggs and larvae is shown in Tables II-V. Most were found in May and June with fewer as the season advanced. Larvae of most parasite species completed development in, and emerged from, fifth instar nymphs. A few species, however, matured in, and emerged from, teneral adults of *Labops hirtus*, *Lygus lineolaris* (first generation), *Plagiognathus albonotatus* and *P. cornicola* (Loan, 1965, 1966). Unidentified euphorines were found in teneral adults of *Dereacoriscus alnicola*, *Lygocoris communis*, *Macrotylus sexguttatus* and *Monalocoris americanus*. Emergence from adults hosts appeared to follow arrested development of first instar parasite larvae in host nymphs. In a few cases, parasite larvae emerged from nymphs and adults of a host species: for example, from adult *Diaphnocoris chlorionis* in 1970 and from adult *Slaterocoris* in 1968. Parasitism of these adult hosts may have resulted from egg deposition in late instar nymphs with eggs and first instar larvae carried over to the teneral adult plant bugs. The period from egg deposition to emergence of the final instar larva ranged from four weeks for species emerging from nymphal hosts to seven weeks for species in adult hosts.

The euphorine larvae formed cocoons in the soil after emerging from their hosts. Larvae of *Leiophron maculipennis* that emerged late in June 1969 had developed into adults by late July; and larvae of *Peristenus pallipes* that emerged early in July 1967 were adults early in August. However, the adults did not emerge from cocoons until the following year.

Discussion

Near Belleville, Ontario, euphorine parasitism was found in 52 species of plant bugs on a wide range of plant hosts from late spring to late summer. The 18 reared eu-

TABLE V

Plant bugs parasitized by unidentified euphorines near Belleville, Ontario

<i>Agnocoris rubicundus</i> Fallén	<i>Macrolophus tenuicornis</i> Blatchley
<i>Ceratocapsus modestus</i> (Uhler)	<i>Monalocoris americanus</i> Wagner and Slater
<i>humilis</i> (Uhler)	<i>Neurocolpus jessiae</i> Knight
<i>Coccobaphes sanguinarius</i> Uhler	<i>Orthotylus dorsalis</i> (Provancher)
<i>Deraeocoris alnicola</i> Knight	<i>Phytocoris tibialis</i> Reuter
<i>laricicola</i> Knight	<i>Phytocoris</i> sp.
<i>nitenatus</i> Knight	<i>Pilophorus uhleri</i> Knight
<i>Lepidopsallus rubidus</i> (Uhler)	<i>Plagiognatus suffusipennis</i> Knight
<i>Lygocoris communis</i> (Knight)	<i>Psallus drakei</i> Knight
<i>ostryae</i> (Knight)	<i>parshleyi</i> Knight
<i>tiliae</i> (Knight)	<i>Rhinocapsus vanduzeei</i> Uhler
<i>Lygocoris</i> sp.	<i>Tropidosteptes cardinalis</i> Uhler

phorines parasitized 17-64 per cent of host nymphs in 1963-1970. They may be important mortality factors of plant bug populations, though Waloff (1967) found a density-dependent relationship for only one of the three euphorines on broom.

Some species of euphorine larvae emerge from adult hosts as well as nymphs. This was first observed in England by Leston (1961) who found that adult hosts were arboreal and, usually, species that appear early in the season. In the Belleville area, parasitized adults utilize a wide range of plants, especially in midsummer.

Ten of the 18 euphorines are apparently monophages and are, therefore, components of simple food chains with population levels probably fluctuating with the density of host species. Others attack two or more hosts and are part of complex food webs. *Peristenus pallipes* is the most polyphagous species with six known hosts. It appears that nearly all the euphorines have a certain degree of host, or host habitat, specificity and seldom attack two or more species unless the hosts are on the same host plant or same type of vegetation. My findings thus agree with those of Taylor (1945) in Africa, whereas Waloff (1967) concluded that none of the three species parasitizing five hosts on broom was strictly specific. However, her field rearings showed that the parasite species preferred some hosts over others.

The 52 species of plant bugs parasitized by euphorines represent only about ten per cent of the plant bug species in the Belleville area. Since the parasite species appear to be highly host specific, and many died and could not be identified, it is probable that there are many unknown species of *Peristenus* and *Leiophron*. Difficulties in

rearing parasite larvae need to be overcome and more extensive research made on other potential hosts. Knowledge of the parasite species and their specificity and seasonal occurrence will enable a sounder selection of candidate agents for biocontrol of economic plant bugs.

#### Acknowledgements

I wish to thank Naida Waloff, Imperial College, London and the following of Agriculture Canada for taking time to read the typescript and offer suggestions: T. Burnett, Ottawa Research Station; Anthony Downes, Biosystematics Research Institute, Ottawa; J. S. Kelleher, Research Program Service, Ottawa; and G. Wylie, Winnipeg Research Station. Don Brown of the Biosystematics Research Institute corrected errors in the plant bug names.

#### References

- CLANCY, D. W. & H. D. PIERCE, 1966. Natural enemies of some lygus bugs. — *J. econ. Ent.*, 59: 853-858.
- LESTON, D., 1959. The Mirid (Hem.) hosts of Braconidae (Hym.) in Britain. — *Entomologist's mon. Mag.*, 95: 97-100.
- LESTON, D., 1961. Observations on the Mirid (Hem.) hosts of Braconidae (Hym.) in Britain. — *Entomologist's mon. Mag.*, 97: 65-71.
- LOAN, C. C., 1965. Life cycle and development of *Leiophron pallipes* Curtis (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) in five mirid hosts in the Belleville district. — *Proc. ent. Soc. Ont.*, 95: 115-121.
- LOAN, C. C., 1966. A new species of *Leiophron* Nees (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) with observations of its biology and that of its host *Plagiognathus* sp. (Heteroptera: Miridae). — *Ohio J. Sci.*, 66: 89-94.

- LOAN, C. C., 1970a. Two new parasites of the tarnished plant bug in Ontario: *Leiophron pseudopallipes* and *Euphoriana lygivora* (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae). — Proc. ent. Soc. Ont., 100: 188-195.
- REID, D. G., C. C. LOAN & R. HARMSSEN, 1975. The mirid (Hemiptera) fauna of *Solidago canadensis* (Asteraceae) in south-eastern Ontario. — Can. Ent., 108: 561-567.
- TAYLOR, T.H.C., 1945. *Lygus simonyi* Reut. as a cotton pest in Uganda. — Bull. ent. Res., 36: 121-148.
- WALOFF, N., 1967. Biology of three species of *Leiophron* (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) parasitic on Miridae on broom. — Trans. R. ent. Soc. Lond., 119: 187-213.



## ACTIVITÉ DES TAUPINS (COLEOPTERA: ELATERIDAE) DE BIOTOPES FORESTIERS DÉCIDUS DES LAURENTIDES (QUÉBEC)

Claire LEVESQUE<sup>1</sup>

Département des sciences biologiques, Université de Montréal,  
Case postale 6128, Succursale «A», Montréal, Québec, H3C 3J7

et

Gilles-Y. LEVESQUE<sup>2</sup>

Centre de recherche sur la croissance humaine,  
Université de Montréal, 2801 Édouard-Montpetit,  
Montréal, Québec, H3T 1J6

### Résumé

L'activité des taupins à la surface du sol, dans quatre peuplements forestiers décidus de la région des basses Laurentides au nord de Montréal, a été étudiée en 1969 et en 1970. L'utilisation de pièges à fosse a permis la capture de 1344 individus appartenant à 20 espèces. Les deux espèces dominantes dans les quatre milieux étaient *Negastrius tumescens* et *Ctenicera pulchra*. L'activité saisonnière des huit espèces les plus abondantes est discutée, en particulier celle de *N. tumescens*; très généralement, l'activité maximale des taupins est observée en juin.

### Abstract

Activity of click beetles on soil surface was studied in four deciduous forested habitats of the lower Laurentides north of Montréal in 1969 and 1970. Using pitfall traps, 1344 beetles belonging to 20 species were captured. The two dominant species in the four habitats were *Negastrius tumescens* and *Ctenicera pulchra*. Seasonal activity of the eight abundant species is discussed, particularly for *N. tumescens*; generally, maximum activity of click beetles is observed in June.

### Introduction

Les Elateridae ont été étudiés en Pennsylvanie (Thomas, 1941), dans l'État de New York (Dietrich, 1945), en Georgie (Fattig, 1951), ainsi que dans les Prairies canadiennes (Brooks, 1960). Ces travaux, bien qu'axés sur la distribution ou la taxonomie, ont apporté des informations fragmentaires sur l'habitat et l'activité saisonnière de plusieurs taupins. Au Québec, les travaux de Lafrance (1963, 1967, 1968, 1970), de Lafrance et Car-

tier (1964) et de Tostowaryk (1972) ont porté sur l'écologie d'Elateridae d'importance économique. À notre connaissance, aucune étude portant spécifiquement sur l'activité des taupins de forêts, tant au Québec que dans d'autres régions de l'Amérique du Nord, n'a été publiée à ce jour.

Nous avons étudié les taupins actifs à la surface du sol dans quatre peuplements forestiers décidus de la région des basses Laurentides, au nord de Montréal (Québec), au cours des années 1969 et 1970. Nous traitons de l'importance relative des espèces dans chacun des biotopes et de l'activité saisonnière des espèces les plus abondantes.

<sup>1</sup> Adresse actuelle: 4635 Bourret, app. 68, Montréal, Québec, H3W 1K9.

<sup>2</sup> À qui doivent être adressées les demandes de tirés-à-part.



## Matériel et méthodes

Les taupins proviennent de la Station de biologie de l'Université de Montréal, près de Saint-Hippolyte (46° N., 74° O.), au Québec. Les biotopes échantillonnés sont un peuplement à dominance de bouleau à papier (B) (87% de *Betula papyrifera*), un peuplement décidu mélangé (E) (18% d'*Acer* spp. et 81% de *Betula* spp.) et deux érablières à sucre (C et D) (97% et 95% d'*Acer saccharum*). Une description de la région d'étude et de ces quatre biotopes a déjà été présentée par Levesque *et al.* (1976) dans le cadre d'une étude biocénétique des Coléoptères Carabidae de neuf biotopes des Laurentides.

Cent pièges à fosse, constitués de contenants cylindriques en plastique transparent d'une profondeur de 6,5 cm et d'un diamètre de 10 cm, furent répartis uniformément sur une surface de 625 m<sup>2</sup> dans chacun des milieux étudiés. Les spécimens capturés furent recueillis tous les deux jours, du 22 mai au 5 septembre 1969 (milieux B et C) et du 9 mai au 24 septembre 1970 (milieux D et E); par la suite, jusqu'en novembre, les pièges furent relevés généralement chaque semaine.

Selon Doane (1961), l'utilisation des pièges à fosse permet de préciser la période d'activité et d'obtenir une estimation quantitative de la population des taupins se déplaçant à la surface du sol. Nous considérons que les données obtenues à l'aide des pièges à fosse doivent être qualifiées de semi-quantitatives lors de comparaisons de biocénoses, et de quantitatives pour l'étude des variations du taux d'activité d'une espèce au cours d'une année.

## Résultats et discussion

### IMPORTANCE RELATIVE DES ESPÈCES

Dans les quatre peuplements, nous avons capturé 1344 individus appartenant à 10 genres et 20 espèces, dont neuf espèces de *Ctenicera*. Le nombre d'espèces par milieu varie très peu, soit de 11 à 13 (tableau I).

Dans le peuplement à dominance de bouleau à papier (B) et dans le peuplement décidu mélangé (E), environ 90% des captures sont des *Negastrius tumescens*; cette espèce constitue près de 60% des captures dans les érablières à sucre (C et D) (tableau I). D'après Brooks (1960), les *N. tumescens*

occupent généralement les endroits ombragés dans des bosquets ou à la périphérie de forêts dans les Prairies canadiennes. Dans son étude des Elateridae de peuplements de pin gris de la Mauricie et de la région du lac St-Jean (Québec), Tostowaryk (1972) ne mentionne pas la présence de cette espèce.

Dans les quatre biotopes, la deuxième espèce la plus souvent capturée est *Ctenicera pulchra*. Cette espèce représente près de 20% des spécimens recueillis dans les érablières à sucre (C et D) et environ 3% des captures dans les milieux B et E (tableau I).

*Agriotes stabilis* représente 3 à 5% des captures dans le peuplement décidu mélangé (E) et dans une des érablières à sucre (C) (tableau I). D'après les observations de Becker (1956) dans la région d'Ottawa et celles de Brooks (1960) au Manitoba et en Saskatchewan, cette espèce se rencontre surtout dans les forêts décidues, particulièrement dans les peuplements de bouleaux et de peupliers, sous des fougères et divers arbustes. Parmi les dix-sept autres espèces, aucune ne représente plus de 3% des captures dans un milieu sauf *Ctenicera cylindriciformis* et *C. spinosa* dans l'érablière «C» et *Dalopius fuscipes* dans l'érablière «D» (tableau I).

### ACTIVITÉ SAISONNIÈRE DE HUIT ESPÈCES

Nous avons mesuré l'activité saisonnière des huit espèces les plus abondantes parmi les vingt espèces d'Elateridae recueillies dans les quatre biotopes, et particulièrement celle de *Negastrius tumescens*.

Les adultes de *Negastrius tumescens* [= *Hypolithus tumescens* LeC., = *Hypnoidus tumescens* (LeC.)] sont actifs de la mi-mai jusqu'au début d'août (fig. 1). Les imagos de cette espèce ont été capturés en juin et en juillet par Thomas (1941) en Pennsylvanie, et en mai et en juin par Dietrich (1945) dans l'État de New York. Le point culminant de l'activité de cette espèce a été observé vers le premier juin en 1969, soit environ dix jours plus tôt qu'en 1970 (fig. 1); par la suite, l'activité demeure relativement importante en 1969, tandis qu'en 1970 cette activité décroît rapidement et on n'observe pas de nouvelles périodes d'intense activité. La majorité des *N. tumescens* capturés sont des mâles; les femelles sont pratiquement inactives en mai, elles constituent au moins 20% des captures de cette espèce pendant la dernière quinzaine de juin et plus de 30% des

TABLEAU I

Répartition des captures de 20 espèces d'Elateridae pour chacun des quatre peuplements décidus [en nombre absolu (N) et en pourcentage (%)]

Espèces	Peuplement à dominance de bouleau à papier (B)		Peuplement décidéu mélangé (E)		Jeune érablière à sucre (C)		Vieille érablière à sucre (D)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Agriotes collaris</i> (LeC.)	5	0,7	8	1,7	1	1,3	2	2,1
<i>Agriotes stabilis</i> (LeC.)	3	0,4	15	3,3	4	5,1	0	—
<i>Ampedus melsheimeri</i> (Leng)	1	0,1	0	—	0	—	0	—
<i>Athous acanthus</i> (Say)	0	—	2	0,4	1	1,3	2	2,1
<i>Athous brightwelli</i> (Kby.)	0	—	1	0,2	0	—	0	—
<i>Ctenicera appropinquans</i> (Rand.)	7	1,0	2	0,4	0	—	0	—
<i>Ctenicera cylindriformis</i> (Hbst.)	0	—	0	—	4	5,1	0	—
<i>Ctenicera fulvipes</i> (Bland)	0	—	0	—	1	1,3	1	1,0
<i>Ctenicera hieroglyphica</i> (Say)	4	0,6	7	1,5	1	1,3	2	2,1
<i>Ctenicera mediana</i> (Germ.)	1	0,1	1	0,2	0	—	0	—
<i>Ctenicera pulchra</i> (LeC.)	23	3,2	16	3,5	14	17,9	20	20,6
<i>Ctenicera respiciens aearia</i> (Rand.)	1	0,1	0	—	1	1,3	1	1,0
<i>Ctenicera spinosa</i> (LeC.)	5	0,7	4	0,9	3	3,8	0	—
<i>Ctenicera triundulata</i> (Rand.)	1	0,1	1	0,2	0	—	0	—
<i>Dalopius fuscipes</i> Brown	0	—	0	—	0	—	7	7,2
<i>Hypolithus grandicollis</i> LeC.	0	—	0	—	0	—	1	1,0
<i>Limonius confusus</i> LeC.	0	—	1	0,2	1	1,3	2	2,1
<i>Melanotus castanipes</i> (Payk.)	0	—	1	0,2	0	—	1	1,0
<i>Negastrius tumescens</i> (LeC.)	657	92,8	402	87,2	46	59,0	58	59,8
<i>Oxygonus montanus</i> Sch.	0	—	0	—	1	1,3	0	—
TOTAL	708	99,8	461	99,9	78	100,0	97	100,0
NOMBRE D'ESPÈCES		11		13		12		11

captures en juillet 1969 (tableau II). Doane (1961) avait déjà observé un phénomène similaire chez les *Ctenicera destructor* capturés à l'aide de pièges à fosse en Saskatchewan; cet auteur suggère que l'activité des mâles à la surface du sol est surtout

en relation avec l'accouplement, tandis que celle des femelles est principalement due à la ponte et à la recherche de nourriture. Cette hypothèse de Doane pourrait possiblement s'appliquer aussi à la situation observée chez *N. tumescens*.

TABLEAU II

Répartition des sexes chez *Negastrius tumescens* en 1969 et en 1970

Période	en 1969			en 1970		
	Nombre de mâles	Nombre de femelles	% de femelles	Nombre de mâles	Nombre de femelles	% de femelles
Mai	31	0	0	88	1	1,1
Début juin	247	11	4,3	217	17	7,3
Fin juin	73	18	19,8	31	12	27,9
Juillet	35	17	32,7	15	2	11,8

Note: le sexe a été déterminé pour 61,5% des spécimens en 1969 et pour 83,5% des spécimens en 1970.

*Agriotes collaris*, *A. stabilis*, *Ctenicera appropinquans*, *C. pulchra*, *C. spinosa* et *Dalopius fuscipes* seraient des espèces actives surtout au mois de juin, tandis que les imagos de *C. hieroglyphica* seraient actifs tout au long de l'été (tableau III).

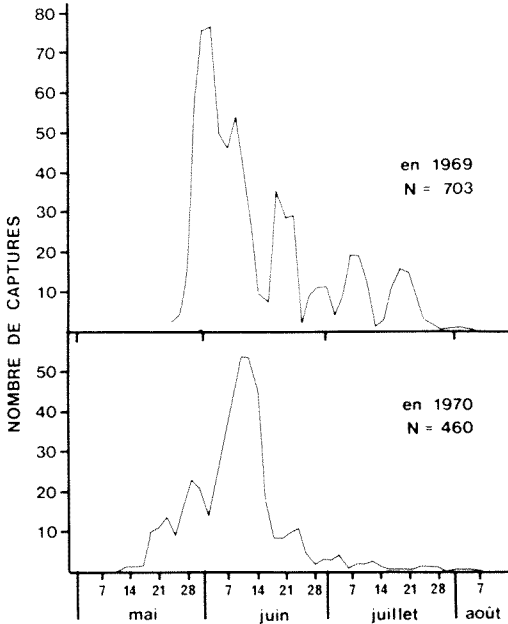


Figure 1. Répartition du nombre d'individus capturés de *Negastrius tumescens* en 1969 et en 1970. La moyenne mobile du nombre de captures de trois échantillons successifs (6 jours) est représentée.

Dans l'État de New York, les adultes de *A. collaris* sont recueillis d'avril à juillet (Dietrich, 1945); Becker (1956) mentionne que cette espèce est capturée surtout en mai et en juin. Les imagos de *A. stabilis* sont recueillis de mai à août en Pennsylvanie (Thomas, 1941) et d'avril jusqu'en juillet dans l'État de New York (Dietrich, 1945); selon Becker (1956), cette espèce peut être capturée du début de mai au début de septembre, principalement en juin. Pour ces deux espèces de *Agriotes*, la période d'activité au Québec serait plus courte que dans le nord-est des États-Unis.

Thomas (1941) note qu'en Pennsylvanie *C. hieroglyphica* est capturé en juin, juillet et août. Dans l'État de New York, *C. appropinquans* est capturé en juin, *C. pulchra* (= *C. cruciata pulcher* LeC.) en mai et en juin, et *C. spinosa* en juin et en juillet (Dietrich, 1945). Tostowaryk (1972) mentionne que les adultes du genre *Ctenicera* sont capturés de la fin de mai au début de juillet en Mauricie et dans la région du lac St-Jean (Québec). Dans l'ensemble, nos observations sur l'activité saisonnière de quatre espèces de *Ctenicera* confirment celles de Thomas (1941) et de Dietrich (1945).

**Remerciements**

Nous remercions vivement le Dr Jean-Guy Pilon, directeur du Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal, pour ses encouragements constants et pour avoir mis à notre disposition les ressources de son laboratoire. Nous exprimons notre gratitude au Dr E. C.

TABLEAU III  
Répartition mensuelle du nombre d'individus capturés de sept espèces de taupins en 1969 et en 1970

Espèces	Année	Mois de capture			
		Mai	Juin	Juillet	Août
<i>Agriotes collaris</i>	1969	0	3	3	0
<i>Agriotes collaris</i>	1970	4	6	0	0
<i>Agriotes stabilis</i>	1969	3	4	0	0
<i>Agriotes stabilis</i>	1970	2	13	0	0
<i>Ctenicera appropinquans</i>	1969	0	6	1	0
<i>Ctenicera appropinquans</i>	1970	0	1	1	0
<i>Ctenicera hieroglyphica</i>	1969	0	2	3	0
<i>Ctenicera hieroglyphica</i>	1970	1	2	2	4
<i>Ctenicera pulchra</i>	1969	1	30	6	0
<i>Ctenicera pulchra</i>	1970	5	31	0	0
<i>Ctenicera spinosa</i>	1969	1	7	0	0
<i>Ctenicera spinosa</i>	1970	0	4	0	0
<i>Dalopius fuscipes</i>	1970	0	7	0	0

Becker, de l'Institut de recherche biosystématique du Ministère de l'agriculture du Canada, pour la vérification de l'identification de spécimens représentatifs de nos Elateridae. Nous remercions aussi Mme M. Boies pour la préparation de la figure.

### Références

- BECKER, E. C., 1956. Revision of the nearctic species of *Agriotes* (Coleoptera: Elateridae). — Can. Ent., 88, suppl. no. 1, 101 p.
- BROOKS, A. R., 1960. Adult Elateridae of southern Alberta, Saskatchewan and Manitoba (Coleoptera). — Can. Ent., 92, suppl. no. 20, 63 p.
- DIETRICH, H., 1945. The Elateridae of New York State. — Mem. Cornell Univ. agric. exp. Stn, no. 269, 79 p.
- DOANE, J. F., 1961. Movement on the soil surface of adult *Ctenicera aeripennis destructor* (Brown) and *Hypolithus bicolor* Esch. (Coleoptera: Elateridae), as indicated by funnel pitfall traps, with notes on captures of other Arthropods. — Can. Ent., 93: 636-644.
- FATTIG, P. W., 1951. The Elateridae or click beetles of Georgia. — Bull. Emory Univ. Mus., no. 10, 25 p.
- LAFRANCE, J., 1963. Emergence and flight of click beetles (Coleoptera: Elateridae) in organic soils of southwestern Quebec. — Can. Ent., 95: 873-878.
- LAFRANCE, J., 1967. The life history of *Agriotes mancus* (Say) (Coleoptera: Elateridae) in the organic soils in southwestern Quebec. — Phytoprotection, 48: 53-57.
- LAFRANCE, J., 1968. The seasonal movements of wireworms (Coleoptera: Elateridae) in relation to soil moisture and temperature in the organic soils of southwestern Quebec. — Can. Ent., 100: 801-807.
- LAFRANCE, J., 1970. Méthodes de capture des taupins (Coléoptères: Elateridae) dans les sols organiques, au sud-ouest du Québec. — Annls Soc. ent. Qué., 15: 66-70.
- LAFRANCE, J. & J. J. CARTIER, 1964. Distribution of wireworms population (Coleoptera: Elateridae) in unfrozen and frozen organic soils of southwestern Quebec. — Phytoprotection, 45: 83-87.
- LEVESQUE, C., J. DUBÉ & J.-G. PILON, 1976. Inventaire et étude biocénétique des Coléoptères Carabidae de biotopes forestiers des Laurentides (Québec). — Naturaliste can., 103: 569-582.
- THOMAS, C. A., 1941. The Elateridae of Pennsylvania. — J. N.Y. ent. Soc., 49: 233-263.
- TOSTOWARYK, W., 1972. Coleopterous predators of the Swaine jack-pine sawfly, *Neodiprion swainei* Middleton (Hymenoptera: Diprionidae). — Can. J. Zool., 50: 1139-1146.



## AN EXPERIMENT TO INDUCE ANADROMY IN WILD BROOK TROUT IN A QUÉBEC RIVER ON THE NORTH SHORE OF THE GULF OF ST. LAWRENCE<sup>1</sup>

R. John GIBSON<sup>2</sup>

*MacLaren Marex Inc., St. John's, Newfoundland, A1A 2Y4*

and

Frederick G. WHORISKEY, Jr.

*Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole,  
Massachusetts 02543, U.S.A.*

### Résumé

À cause d'une chute infranchissable située à 0,7 km de la mer, il n'y a pas de migrations d'omble de fontaine anadrome dans la rivière Matamec (côte nord du golfe du Saint-Laurent, Québec). Des individus capturés entre le 29 mai et le 29 juillet 1978 en haut et en bas de cette chute furent relâchés en aval, dans l'estuaire de la rivière. Des 931 poissons libérés, 284 (30,5%) furent recapturés entre le 15 août et le 29 septembre 1978. Les recaptures furent plus faibles pour les poissons de 1 et 3 ans (respectivement 5,3 et 16,5%) que pour ceux de 2 et 4 ans (30,8 et 55,4%). Une proportion plus grande des poissons relâchés en mai et juin ont vu leur poids augmenter (69,8%), par comparaison aux individus libérés en juillet (45,5%). Au total, 62,8% seulement ont montré une augmentation de poids; environ 15% d'entre eux semblaient être des «truites de mer». Ceux dont le poids ne s'est pas accru étaient probablement restés dans l'eau non salée. Des proies d'origine marine ne furent trouvées que dans les estomacs des poissons de 2 et 3 ans (fréquence de 12,4 et 10,1%). La proportion des poissons à chair colorée s'est accrue avec l'âge. Ceux qui étaient restés dans l'eau non salée avaient un pourcentage plus élevé d'individus à gonades développées.

### Abstract

The Matamek River (North Shore of the Gulf of St. Lawrence, Québec) does not have a natural run of anadromous brook trout, due to a falls impassable to this species 0,7 km from the sea. Wild trout were captured above the falls, and below the falls, and transplanted downriver to the estuary between 29 May and 29 July 1978. They were recaptured by various methods between 15 August and 25 September 1978. Nine hundred and thirtyone fish were released, and two hundred and eighty-four were released, and two hundred and eighty-four were recovered (30.5%). Poorest recovery was with sizes corresponding to age classes 1+ (5.3%), and 4+ (16.5%), and best recovery was with sizes corresponding to 2+ (30.8%) and 3+ (55.4%). A greater percentage of recaptured fish released in May and June gained weight compared to those released in July (69.8% vs 45.5%). Only 63.8% of the recoveries had gained weight and only about 15% appeared to be "sea trout". Those that lost weight or did not change probably remained in fresh water. Amongst the recaptures marine food was found in the stomachs of 12.4% of the 2+, 10.1% of the 3+ and in none of the other groups. The percentage of fish with coloured flesh increased with age. The percentage of fish with developed gonads was less than occurs in the freshwater population.

<sup>1</sup> Contribution no. 42 from the Matamek Research Station, Québec.

<sup>2</sup> Present address: Fisheries and Oceans, P.O. Box 5667, St. John's, Nfld, A1C 5X1.

## Introduction

The brook trout (*Salvelinus fontinalis*) is anadromous in many rivers providing free access to and from the sea (Scott & Crossman, 1964). This "sea trout" is a highly desired sport fish in eastern North America, and is an important commercial species in southern Labrador. However, relatively little research has been conducted on this "sea trout" in recent years, and despite the success of sea ranching other salmonids, few attempts have been made with brook trout.

Taxonomic studies by Wilder (1952) suggested that anadromous and river dwelling brook trout were genetically the same stock. If this is the case, it should be possible to create a run of "sea trout" by planting wild river fish in the estuary.

General observations in the Matamek River suggested that food would be available in the estuary, as organic detritus accumulates here from woody debris, leaves and marine algae. Amphipods and mysids were abundant amongst this organic matter and along the shore, and small fish such as *Ammodytes* and *Gasterosteus* were common. The species and abundance of fish in the Matamek estuary change considerably with the season (Dickson, 1978). White (1942) reports that sea-run brook trout travel in schools along the seashore and feed largely upon small fishes of various species and upon Crustacea. Brook trout in the Matamek River are abundant but growth is slow (Gibson *et al.*, 1976). Preliminary studies by Haedrich (1975) showed that a limited number of "sea trout" occurred in the estuary and that they exhibited exceptional growth compared with trout above the first falls.

The purpose of these transfer experiments was to obtain some estimates of the relative estuarine survival rate and growth rate of different year classes of brook trout. The possibility of using such transfers as a method of enhancing the recreational fishery is also considered.

## Study area

The Matamek River is located on the North Shore of the Gulf of St. Lawrence (Fig. 1). The Matamek Research Station was used as a base of operations (Gibson, 1979).

The river basin covers an area of 684 km<sup>2</sup> and the lower Matamek River, 10 km long,

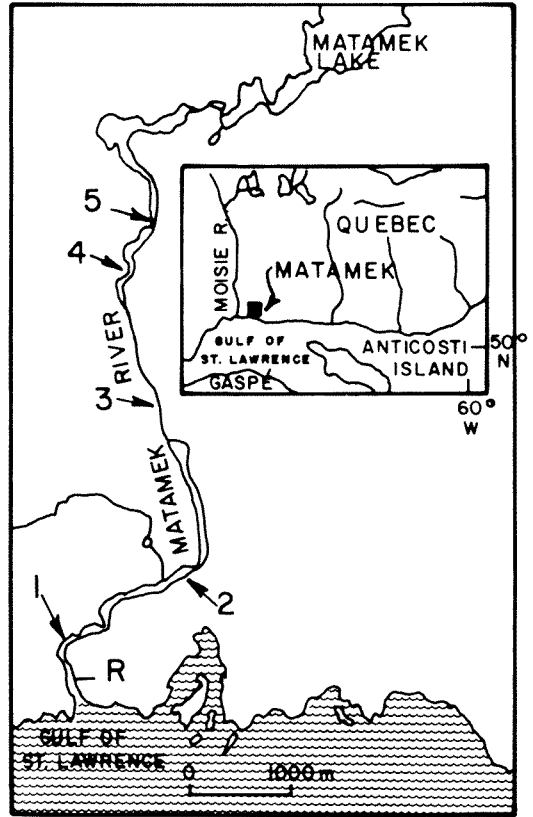


Figure 1. Map showing the Matamek River and its location on the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. R = release site, and the numbers indicate positions of the waterfalls.

drains a lake of 1620 ha. Average width of the river is 45.7 m. The mean width of the river between the first falls and the sea is 23 m. Mean daily discharge of the river is 21.8 m<sup>3</sup>/s, but there is a wide seasonal range, with an average daily flow of 2.1 m<sup>3</sup>/s during low water periods to 113.3 m<sup>3</sup>/s during flood periods (M. Frenette, pers. comm.). There are five waterfalls on the river (Fig. 1). Brook trout occur throughout the river, but marking data for population estimates have shown that each falls blocks upstream migration for the species; the fourth falls, 5.5 km from the sea, is an obstruction to Atlantic salmon (*Salmo salar*). The second falls is 2.3 km from the sea, and the first falls 0.7 km from the sea.

Brook trout for this study were caught between the first and second falls, and between the first falls and the sea. The river between the first falls and the sea has a substrate of bedrock and boulders and prov-

ides no suitable spawning substrate for salmonids. If anadromous brook trout generally have a genetic trait for running to sea, this could not have been selected for in the Matamek River as they cannot ascend the first falls. The river discharges directly into the sea, which has a rocky shoreline, so that there is no gradual transition from river to sea as is found in many estuaries.

Fish were released in a small bay immediately upstream from the sea. Diving observations in June showed a wedge of clear cold salt water intruding below the brown river water at high tide just downstream from the release site. The site was affected by the tide, and the water here was brackish. The salinity was measured at the release site once in June and twice in July, and each time was found to be 5‰. The mean water temperature at the release site was 10.3°C (S.D. = 3.12) in June, taken daily when fish were released, and was 16.8°C (S.D. = 1.87) for July. The first water temperature recorded above 9°C was on 16 June, and the highest recorded was 21°C on 18 July. The water temperatures were higher at the second falls, reaching 9°C on 9 June (Whoriskey, 1979).

### Materials and methods

Fish were caught in the river (29 May-29 July, 1978) by fyke nets, beach seine, small purse seine, and by angling with small flies. These gears, especially fyke nets, had been very successful in catching brook trout in the Matamek River previously (Gibson, 1973) so similar methods were used to collect fish for this study. Below the second falls the trout were held temporarily in net pens, then transferred by vehicle and transport tank a short distance to the estuary, where they were placed into a second net pen. Trout caught below the first falls were transferred in plastic bins directly to net pens.

Each trout was anaesthetised with MS-222, the weight and fork length measured, and tagged with a green 2.5 cm Floy anchor tag, each individually numbered. The fish were then placed into another net pen to recover before being released. A number of yearling trout below 10 cm in fork length were left untagged but were marked by clipping the left ventral and adipose fins. Water temperature was determined at the time and site of release and was also recorded at the second falls. Salinity was measured on three occasions at the release site.

Fish were recaptured between 15 August and 25 September 1978. Recapture methods were: angling with flies and spinners up to 21 September; gill nets (3.6 cm and 5.1 cm stretched measure) 17 to 25 September; and capture in a fish counting ladder at the first falls up to 4 September (operated since 1975 to capture salmon for population estimates). Each recaptured fish was weighed and measured, and a scale sample taken from between the dorsal fin and lateral line for age determinations. The stomach contents were examined for the presence and origin of food, and flesh color, sex and stage of maturity recorded. Flesh colour was categorized as white or greyish, yellow, pink, and orange or red to deep pink. The fish were considered to be mature if the gonads indicated that the fish would spawn that season (stages 4 and 5 of Vladykov, 1956). Spawning in the Matamek system starts in September (Gibson *et al.*, 1976), so that maturity was easily recognized at the time of recapture. Condition factor  $K$ , ( $Wt \times 100 \times L^{-3}$ ) was calculated for all recaptured fish.

The recaptures were later analyzed in age groups. Scales were taken only from recaptures, as we wished to put as little stress as possible on released fish.

### Results

From 29 May to 29 July 1978, a total of 931 tagged trout were released into the estuary, and between 15 August to 25 September, 284 were recaptured, or 30.5%. Eight hundred and nine of the released trout were from between the second and first falls and these had a recovery rate of 28.8%. One hundred and twenty-two were from below the first falls and 32.0% of these were recaptured.

The sizes of the fish at release are shown in Table I, the numbers released and recovered in Table II, and the relative numbers that gained or lost weight in Table III. The majority of recaptures were made by angling (58%), 23.7% by gill nets, and 18.3% in the fish ladder at the first falls. Most angling was between 4 and 21 September. Only 0.8 hours were spent angling in August. Altogether 31.5 man hours (by four people) were spent angling, with a mean success rate of 5.8 trout/h ( $S_x 1.28$ ). Gill nets were set overnight for eight sets each, between 17 and 25 September. The 3.6 cm net had a mean of 3.1 trout/set ( $s_x 1.48$ ) and the 5.1 cm net, 3.1 trout/set ( $S_x 1.28$ ). Unfortunately,



TABLE I

The mean size of recaptured brook trout at their release time. The ages were taken from the recovered fish. Standard deviation is given in parenthesis

<i>Release time</i>	<i>Year class</i>				
<i>May and June</i>	1+	2+	3+	4+	5+
Sample size	4	98	79	9	4
Fork length (cm)	11.3 (1.04)	15.3 (2.16)	19.5 (3.33)	25.1 (4.77)	23.5 (2.90)
Weight (g)	14.4 (4.05)	36.8 (16.84)	80.6 (53.34)	132.3 (56.83)	143.3 (51.36)
<i>July</i>					
Sample size	6	41	28	3	—
Fork length (cm)	12.2 (1.57)	15.4 (2.19)	19.2 (3.67)	28.2 (0.3)	—
Weight (g)	19.8 (7.12)	50.0 (18.98)	80.4 (43.69)	297.7 (104.22)	—

TABLE II

Total recoveries from 15 August — 25 September 1978 of brook trout released into the Matamek estuary from 29 May-29 July 1978. The recoveries from the May and June releases are considered separately from those of the July releases, and recoveries are also considered in size groups which closely correspond to age classes

<i>Released</i>			<i>Recoveries</i>			<i>% loss in released biomass</i>
<i>Group</i>	<i>Number</i>	<i>Weight (kg)</i>	<i>Number</i>	<i>Weight (kg)</i>	<i>% of number</i>	
<i>May-June releases</i>						
1+	94	1.386	4	0.062	4.3	95.5
2+	349	10.774	98	4.186	28.1	61.2
3+	155	11.536	79	9.457	51.0	18.0
4+	82	20.346	13	2.970	15.9	85.4
TOTAL	680	44.042	194	16.675	28.5	62.1
<i>July releases</i>						
1+	96	1.638	6	0.110	6.1	93.8
2+	102	3.597	41	2.133	40.2	40.7
3+	38	3.089	28	2.316	73.7	25.0
4+	15	2.751	3	0.641	20.0	76.7
TOTAL	251	11.075	78	5.200	31.1	53.1
TOTAL, May-June and July						
	931	55.117	272	21.874		
Plus lost tags						
			5	0.196		
			7	0.709		
Complete TOTAL						
	931		284	22.779	30.5	58.7

the fish ladder had to be closed off on 4 September, probably before the main run.

By using several methods of capture, selectivity is minimized. The relative percen-

tage of year class in the sample caught by each method is as follows. The percentage of the total recaptures represented by each year class is in brackets.

	Angling	Gill nets	Fish ladder
1+ (4)	7.1	0	0
2+ (49)	57.1	44	31.0
3+ (41)	33.2	50.7	53.4
4+ (4)	2.2	5.3	10.3
5+ (1)	0.5	0	5.2

Therefore 100% of the yearling recaptures were caught by angling, and they were 7.1% of the total caught by angling. The fish ladder appeared to catch more of the 4+ and 5+ fish, although these were relatively few.

The mean number of days between release and final recapture was 81.4 (S.D. = 13.5) for fish released in May and June, and 60.3 (S.D. = 12.0) for fish released in July. If the recovery from the May-June releases is compared to that of the July releases, the results are similar. With the early group 28.5% were recaptured, and 31.1% were recovered from the July group. However, if the fish are compared by size groups, which approximate age groups, a different pattern emerges (Table II). The mean length and weight for

each year class is shown in Table I. Fish at release did not have scale samples taken, so they are considered in size groups corresponding to age groups estimated from the age and size of recaptures at their release time. The May and June releases were analyzed in the following groups: 1, 10.0 cm-12.4 cm; 2, 12.5 cm-17.4 cm; 3, 17.5 cm-22.5 cm; 4, > 22.5 cm. The July releases were put in the following groups: 1, 10.0 cm-13.4 cm; 2, 13.5 cm-17.4 cm; 3, 17.5 cm-22.5 cm; 4, > 22.5 cm. These groups approximated the year classes, 1+, 2+, 3+ and 4+ and older. Although there is a range in size for each year class, the mean size below the second falls has remained fairly constant over several years (Gibson, 1973, 1978; Gibson *et al.*, 1976).

It can be seen from Table II, for both the release dates, poor recoveries were observed in groups 1 and 4, and best recoveries in groups 2 and 3, with group 3 showing the best returns. Comparing the biomass recovered with that released, all groups showed a loss. However, group 3 showed the least loss in biomass.

Over half of the recoveries had gained weight (Table III). However, more of the fish

TABLE III

The numbers and percentages of fish that gained or lost weight and the changes in weight

	No. that gained weight (and %)	Mean gains (g) (and S.D.)	% gain of original body weight	No. that lost weight (and %)	Mean loss (g) (and S.D.)	% loss of original body weight
<i>May and June</i>						
1+	3 (75%)	2.2 (0.35)	15	1 (25%)	1.9	13
2+	63 (65%)	12.1 (12.36)	33	34 (35%)	4.0 (3.23)	11
3+	55 (70.5%)	43.3 (33.16)	54	23 (29.5%)	11.9 (10.53)	15
4+	13 (100%)	67.1 (42.08)	51	0		
<i>July</i>						
1+	1 (16.7%)	0.7	2	5 (83.3%)	1.9 (1.26)	11
2+	22 (55%)	20.1 (21.63)	40	18 (45%)	5.1 (3.51)	10
3+	12 (42.9%)	16.1 (19.07)	20	16 (57.1%)	10.7 (7.29)	13
4+	0			3 (100%)	27.7 (13.27)	9
TOTAL	169 (62.8%)			100 (37.2%)		

from the May-June releases had gained weight (69.8%) than the later releases (45.5%). The yearlings showed least growth, whereas the larger fish showed better growth, both in amount of weight and as a percentage of the original weight.

A number of yearling trout below 10 cm in fork length were captured and these also were released in the estuary. They were considered too small to tag, but after 30 June they were marked by clipping the left ventral and adipose fins. On 30 June seven of these small marked fish were released. Previous to this 65 small trout were measured but were released unmarked into the estuary. In July 43 marked trout under 10 cm F.L. were released. Three unmarked yearlings were captured, but none of the small marked trout was recovered. If the three recoveries were from the released fish, this gives a recovery of 2.6% for these small yearlings of under 10 cm F.L.

A number of older trout were captured which did not bear tags. These included five 2+ trout and seven 3+ trout which had wounds corresponding to lost tags (Table II). Others untagged were 31+ trout weighing 57.0 g, 16 2+ trout weighing a total of 1030.4 g, 19 3+ trout weighing a total of 2787.8 g, and 2 4+ trout, weighing a total of 507.1 g. Three of the latter 3+ fish and one 4+ fish had fin clips used in population estimates between the first and second falls in previous years, indicating that at least some of these fish were from the Matamek system. These 40 untagged fish plus the 122 tagged below the first falls could be considered as a source of the small population of sea trout that would normally occur in the Matamek estuary.

The condition factors of fish caught for release in July (1.05 for 1+, 2+, and 3+, 1.17 for 4+) were higher than those caught earlier (0.97 for 1+; 0.98 for 2+; 1.00 for 3+; 1.02 for 4+; 1.05 for 5+). This was probably due to the longer feeding period in the river. Aquatic insects suitable as food are most abundant in the river and greatest growth is during June (Gibson & Galbraith, 1975).

The majority of the captured fish were examined for flesh colour and stomach contents. All 1+ fish had white flesh, 78.3% of the 2+, 57.4% of the 3+ and 11.8% of the 4+ fish had white flesh. In the 2+, 3+ and 4+ classes the percentages with yellow flesh were consecutively: 3.1, 7.0, 5.9; with pink

flesh, 14.9, 28.7, and 58.8; and with orange or deep pink, 3.7, 7.0, and 23.5. Marine amphipods, mysids, or *Ammodytes* occurred in 20 (12.4%) of the 2+ fish. Only four of these had white flesh and all had shown growth. Thirteen (10.1%) of the 3+ fish had marine food in their stomachs. Of these only one had white flesh, and this had lost weight. Ten had gained weight, and two did not have the differences recorded.

All 1+ fish were immature; amongst the 2+ fish 6.7% of the males and 30.1% of the females were mature. With 3+ fish, 28.6% of the males and 61.6% of the females were mature. With the 4+ fish, 70% of the males and 75% of the females were mature.

A 34.7 cm trout caught in the estuary, and therefore not necessarily originating in the Matamek, was tagged and released on 20 June. It was recaptured approximately 9 August in the Moisie River, about 27 km upstream. The estuary of the Moisie River is 12 km to the West of the Matamek River. A 26.5 cm fish caught below the second falls on 12 July and tagged and released in the estuary the same day was recaptured on 11 August in a tributary of the Moisie River about 16 km from the Matamek River estuary. The sizes at recapture were not recorded.

## Discussion

The recovery of tagged trout was relatively high (30.5%). This was a minimum survival, as not all planted fish would be caught. One hundred and eighty-four or 58% of these recoveries were by angling. The mean success rate was 5.8 trout/h ( $S_x$  1.28). In 1975, considerable angling effort in late August produced only 20 specimens (Haedrich 1975).

Good recoveries of brook trout planted into estuaries have been made in Prince Edward Island. Saunders and Smith (1964) planted underyearling brook trout into the estuary of Eilerslie Brook, and these resulted in a survival of 28% to the anglers in the following season, and recovery of 48.6% of the planted weight. Hatchery reared under-yearlings and yearlings planted in the estuary contributed 7-27% of the total catch from the Eilerslie system from 1962-1965 (Smith & Saunders, 1968), whereas such trout planted directly into the stream made relatively insignificant contributions to the catches. However, they do not say if the fishes' growth was enhanced.

The yearlings in the present study had a poorer recovery than this (5.3%), but older year classes fared better. Tagging may have increased the mortality of smaller fish. However, 50 finclipped and 65 unmarked trout averaging 8.9 cm in fork length (S.D. = 0.97) were released into the estuary but only three unmarked yearlings were recaptured (2.6%), suggesting that small trout had poor survival. Tomcod (*Microgadus tomcod*) were abundant in the estuary, and mergansers, loons, osprey, terns and gulls were seen. These, including fish such as larger trout, eels (*Anguilla rostrata*) and cod (*Gadus morhua*) could be predators of small trout. Also small trout would be at a competitive disadvantage with the larger trout if trout density were high. At their small size they would probably have difficulty with osmoregulation, and not be able to migrate to sea where density dependent factors would be less severe.

Trout of the 4+ and 5+ age class size had fewer recaptures than the 2+ and 3+ fish. This could be related to age dependent natural mortality but it is possible these fish were less available to recapture, or strayed more than the smaller fish. Only brook trout of weight greater than 150 g can tolerate full strength sea water (Sutterlin *et al.*, 1976), so these larger trout would be most likely to stray than the smaller fish, especially with increased population pressure in the estuary. The two tagged fish that were caught in the Moisie River system were both large (199.7 g and 466.0 g at release). Although sea-run brook trout generally show fidelity to their home river, there is some straying (White, 1940).

The effects of tagging on mortality and growth are unknown, but probably tagging did have adverse effects. The condition factors of the untagged recaptures were slightly better than those of the tagged recaptures. This may have been related to other factors such as the time of release, or origin of the fish from a river with a faster growing strain of trout, but may have been related to the effects of tagging. The mean condition factors of recaptures compared with untagged recaptures (in brackets) was: 1+, 0.92 (0.98); 2+, 0.96 (1.00); 3+, 1.00 (1.06); 4+, 1.08 (0.99). In future studies a proportion should be fin clipped, or marked by a method other than external tagging.

The prevalent theory that anadromous and resident brook trout have no genetic differences in this respect, and that popula-

tion pressures create anadromous sea trout (Smith & Saunders, 1958), is not substantiated by the results of this study. Only 62.8% of the recoveries had gained weight and possibly only about 15% of the recoveries could be said to be sea trout (Fig. 2). Haedrich (1975) found sea-run brook trout to have a condition factor of 1.1, and to have bright silvery sides and rich pink flesh. In this study most of the fish had lower condition factors than this and the majority had white flesh. However, there was a wide range of growth, and some river trout could be said to have become typical sea trout. A number of trout were found with marine organisms in their stomachs. Others probably had used the marine environment, but it was not possible to say how long trout were in freshwater before capture, and some fish caught in gill nets may have regurgitated their food.

Fewer fish released in July gained weight and relatively more lost weight than fish released in May and June but it is not possible to say whether this was related to the time of release, amounts of available food, or to duration of stay in marine or brackish water.

Probably many trout remained in freshwater, substantiated by one collection. On 1 July two poachers were apprehended fishing close to the first falls, and they had caught there 21 trout, 18 of which were tagged. These latter had been tagged between 29 May and 18 June, 1978, indicating that many fish promptly attempted to return upriver. These fish were not used in the final analyses.

A greater percentage of the larger fish had coloured flesh than the smaller fish. This may have been a function of the size of the fish or the type of food consumed. Fat soluble carotenoids present in crustaceans are responsible for the colouration of trout in nature (Peterson *et al.*, 1966). In some other salmonids the smaller sizes usually have white flesh whereas a greater proportion of the larger fish have coloured flesh (Nilsson & Anderson, 1967; Gibson & Johnson, 1969).

Possibly a reason for the relatively poor growth in this study is that the brackish water habitat was limited for the number of trout released. Only fish of 150 g, or larger than about 24.7 cm, i.e. 4+ and older, could predominantly use full sea water. Smaller fish would have to be limited to short forays

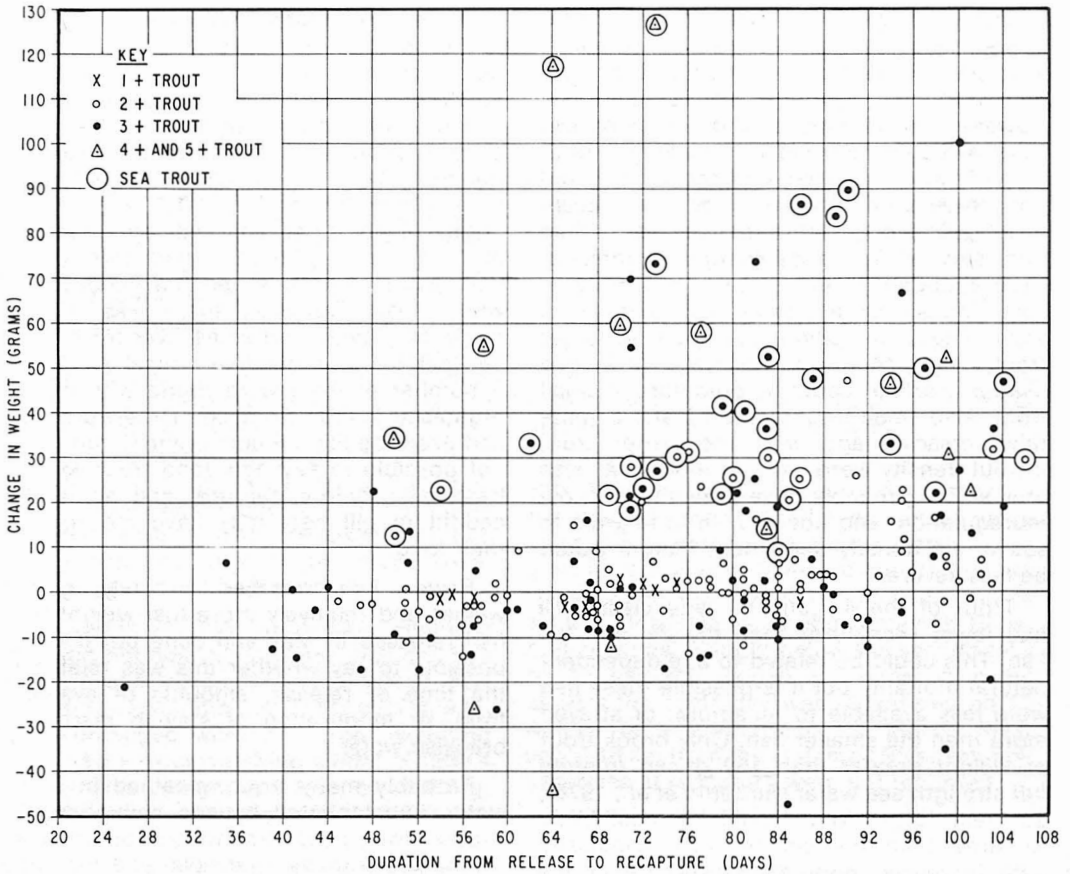


Figure 2. Change in weight of trout released into the estuary from between the first and second falls. Fish were considered to be sea trout if K was 1.0 or greater and the flesh was coloured. Some still retained the silvery sides typical of sea trout colouration, and a few had marine organisms in their stomachs.

into the sea, or remain in the restricted brackish water environment, or remain entirely in freshwater.

Another possibility for the apparent lack of accelerated growth is that the fish may have been released at an inappropriate time. The normal migration time is unknown in rivers in this area although in previous years sea trout have been caught during seining operations for smolt in June. It appears to be quite variable in Maritime rivers. White (1941) reported that sea trout in the Moser River, Nova Scotia, descended to the sea in April and May, returning in July, having remained in the sea for an average of two months. In Ellerslie Brook, Prince Edward Island, Smith and Saunders (1958), found that major movements into freshwater were in April, June-July, and November, and out in May and October to early January.

Movements in spring and early summer were into preferred temperature. In the Northwest Miramichin in New Brunswick sea-run brook trout ascend the river in May and June (Saunders, 1975).

Probably late June and July would be more suitable months to harvest the fish rather than in late summer when catabolism and gonadal growth would cause a decrease in somatic tissues. June, and possibly earlier, appears to be an important feeding time in this area.

An interesting observation was that the proportion of fish with mature gonads was less than found in the river. For example in the 1+, 2+ and 3+ year classes only 0%, 6.7%, and 28.6% of the males were mature. Below the second falls for the same year classes the percentages would be 50%.

29%, and 73% (Gibson *et al.*, 1976). This might be attributed to the low condition factor of many of the fish, but Haedrich (1975) noted that none of the sea-run brook trout he examined appeared mature, despite their large size. A similar observation was made by Sutterlin *et al.* (1976) who found a 2-month delay in spawning time of brook trout reared in salt water compared to wild or hatchery reared fish, but these fish were destined to mature that season. They were unable to say whether this was attributable to the sea water or to the different temperature regime.

As the brook trout is indigenous to the East Coast of North America, sea ranching of this species may have more success there than with an exotic species. Managing an indigenous species rather than an exotic avoids the dangers of possible negative interactions with native species and of introducing diseases, and presumably the native species is already well adapted to the local environment. The anadromous brook trout does not range widely (Smith & Saunders, 1958) so would not be exploited by foreign fisheries. However, Sutterlin (*pers. comm.*) has pointed out some disadvantages of ranching species of the genus *Salvelinus* relative to other species. A relatively large smolt size entails high food costs and limits efficient space utilization in hatcheries. A limited time at sea means that there are small growth increments. In foraging, the *Salvelinus* species cannot make effective use of warmer offshore temperatures and marine pelagic food organisms during the winter to promote and continue high growth rate. Also production of eggs reduces tolerance to full sea water at maturity, and results in softer flesh quality upon return in the fall.

### Conclusions

We would recommend releasing trout into an estuary to improve angling. Where wild trout are abundant, as in the Matamek River, it is feasible to transport wild fish. Better success could be expected with larger fish, of the 4+ and 5+ size that are found in the Matamek. There are many rivers along the North Shore of the Gulf of St. Lawrence where a natural obstruction or a dam prevents a normal run of sea trout. Hydroelectric dams are planned for other rivers in this area. Planting trout in the estuary in such a situation would improve the angling, or mitigate the loss of angling.

Selectively breeding brook trout for fast growth, ultimate large size, and the anadromous trait, may hold promise. Such work with west coast salmonids has been most successful (Hines, 1976). These fish could be released into the estuary as trout "smolt", and harvested the same year. Wilder (1952) presented evidence that sea and freshwater trout of the Moser River, Nova Scotia, constituted one taxonomic unit, and Smith and Saunders (1958) thought there was inconclusive evidence of a heritable propensity to migrate to the sea. Preliminary results from the West River in Antigonish, Nova Scotia, suggest that sea-run and river dwelling brook trout may be genetically distinct (R. Alexander, *pers. comm.*). However, research on the comparative behaviour of the progeny of sea and freshwater trout would shed more light on this problem. Other native salmonids might similarly be exploited. Relict arctic char (*Salvelinus alpinus*) occur in Matamek Lake and in other lakes along the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. These char are no longer anadromous as the river is too precipitous for the species, and summer water temperatures in the river too warm. However, the sea water remains cold, and it is possible the species could exploit the local marine environment and return to its home river when water temperatures in the river were suitable. Both brook trout and arctic char are relatively fast growing in fresh-water and probably a good return could be expected by releasing these fish as large yearlings.

Further work should also be done on the optimum time of release, and of recapture, the optimum density of fish that should be stocked for the available area of brackish water, the optimum size of fish that should be released, and use of the marine environment related to salinity tolerance and to temperature effects on migratory behaviour. Also, size of preferred prey should be studied. If large trout will prey on salmon smolt, caution should be taken that such large trout are not increased in salmon rivers at the time of the salmon smolt run.

### Acknowledgements

We are grateful for support of our field work by the Atlantic foundation and the Woods Hole Oceanographic Institution, and for use of the facilities at the Matamek Research Station. Willing and able assistance in the field was provided by P. Heinerman, T. Dickson and F. Cotton, without whose help we could not have done this

study. We are grateful to A. M. Sutterlin for helpful discussion and criticism of the manuscript, and to S.A.M. Conover and J. A. Ritter for reviewing the paper. The abstract was kindly translated by E. Arsenault.

### References

- DICKSON, T. A., 1978. Seasonal variation in the abundance of estuarine fishes in the Matamek River estuary, Quebec. — Pages 105-118 in Gibson, R. J. Matamek ann. Rep. 1977. WHOI Tech. Rep., 78-92, 136 p.
- GIBSON, R. J., 1973. Interactions of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brook trout (*Salvelinus fontinalis* [Mitchill]). — Int. Atl. Salmon Symp. 1972, Int. Atl. Salmon Found., Spec. Publ., no. 4, p. 181-202.
- GIBSON, R. J., 1978. Matamek annual report for 1977. — WHOI Tech. Rep., 78-92, 136 p.
- GIBSON, R. J., 1979. Salmon research at the Matamek Research Station. — Atlant. Salmon J., 1: 29-31.
- GIBSON, R. J. & D. GALBRAITH, 1975. The relationships between invertebrate drift and salmonid populations in the Matamek River, Quebec, below a lake. — Trans. Am. Fish. Soc., 104: 527-533.
- GIBSON, R. J. & L. J. JOHNSON, 1969. A limnological investigation of George Lake (Whiteshell Provincial Park) in 1967. — Manitoba Dep. Mines Nat. Res. Fish. Brch Ms. Rep., no. 69-3, 48 p.
- GIBSON, R. J., P. C. KERKHOVEN & R. L. HAEDRICH, 1976. The fecundity of unexploited brook trout populations in the Matamek River, Québec. — Naturaliste can., 103: 417-423.
- HAEDRICH, R. L., 1975. Sea trout in the Matamek River. — Pages 41-43 in Gibson, R.J. Matamek ann. Rep., WHOI Tech. Rep., 75-62, 121 p.
- HINES, N. O., 1976. Fish of rare breeding, salmon and trout of the Donaldson strains. — Smithsonian. Inst. Press, Washington, 167 p.
- NILSSON, N. A. & G. ANDERSON, 1967. Food and growth of an allopatric brown trout in northern Sweden. — Inst. Freshwat. Res. Drottningholm no. 47, 118-127.
- PETERSON, D. H., H. K. JAGER, G. M. SAVATE, G. N. WASHBURN & H. WESTERS, 1966. Natural colouration of trout using xanthophylls. — Trans. Am. Fish. Soc., 95: 408-414.
- SAUNDERS, J. W., 1975. The effects of environmental factors on anadromous (sea-run) trout. — Restricted Ms. St. Andrews Biol. Stn, New Brunswick.
- SAUNDERS, J. W. & M. W. SMITH, 1964. Planting brook trout (*Salvelinus fontinalis* [Mitchill]) in estuarial waters. — Can. Fish Cult., 32: 25-30.
- SCOTT, W. B. & E. J. CROSSMAN, 1964. Fishes occurring in the freshwaters of insular Newfoundland. — Dep. Fish., Canada, 124 p.
- SMITH, M. W. & J. W. SAUNDERS, 1958. Movements of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), between and within fresh and salt water. — J. Fish. Res. Bd Can., 15: 1403-1449.
- SMITH, M. W. & J. W. SAUNDERS, 1968. Effect of pond formation on catches of brook trout from a coastal stream system. — J. Fishsh. Res. Bd Can., 25: 209-238.
- SUTTERLIN, A. M., P. HARMON & H. BARCHARD, 1976. The culture of brook trout in salt water. — Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep., no. 636, 21 p.
- VLADYKOV, V. S., 1956. Fecundity of wild speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) in Quebec lakes. — J. Fish. Res. Bd Can., 13: 799-841.
- WHITE, H. C., 1940. Life history of sea-running brook trout (*Salvelinus fontinalis*) of Moser River, N.S. — J. Fish. Res. Bd Can., 5: 176-186.
- WHITE, H. C., 1941. Migrating behaviour of sea-running *Salvelinus fontinalis*. — J. Fish. Res. Bd Can., 5: 258-264.
- WHITE, H. C., 1942. Sea life of the brook trout (*Salvelinus fontinalis*). — J. Fish. Res. Bd Can., 5: 471-473.
- WHORISKEY, F. G., 1979. Matamek annual report for 1978. — WHOI Tech. Rep., 79-49, 100 p.
- WILDER, D. G., 1952. A comparative study of anadromous and freshwater populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis* [Mitchill]). — J. Fish. Res. Bd Can., 9: 169-203.

## COMMUNICATIONS BRÈVES

### LES CRICETIDAE (RODENTIA) DES ÎLES DE LA MADELEINE, QUÉBEC: UN INVENTAIRE ÉCOLOGIQUE

Jean BURTON et Richard GAUTHIER

Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal,  
5858 chemin de la Côte des Neiges, C.P. 6128, Succ. «A»,  
Montréal, Québec H3C 3J7

#### Résumé

Un inventaire écologique des rongeurs aux îles de la Madeleine (Québec) a permis de déterminer la distribution des deux espèces de Cricetidae présentes, le Campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus magdalensis*) et la Souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus eremus*), selon les groupements végétaux, l'humidité du sol et le degré d'urbanisation des îles de l'archipel.

#### Abstract

An ecological survey of the rodents of Magdalen Islands, Québec, shows that the two species present on the archipelago, the Meadow Vole (*Microtus pennsylvanicus magdalensis*) and the Deer Mouse (*Peromyscus maniculatus eremus*) are distributed according to the plant communities, the soil humidity and the degree of urbanization of the islands.

#### Introduction

Un inventaire écologique de deux espèces de Cricetidae (Rongeurs) des îles de la Madeleine (47°24.0' Lat. N., 61°50.0' Long. O.), *Microtus pennsylvanicus magdalensis* (Youngmam, 1967) et *Peromyscus maniculatus eremus* (Osgood, 1909) s'est déroulé du 20 juin au 25 août 1975. L'inventaire a été réalisé à l'aide de trappes Victor n° 0, disposées sur une ligne de 100 m de longueur, en espaçant chaque piège de 1 m. La durée de chaque période d'échantillonnage étant de 48 heures, avec une cueillette à toutes les 24 heures; l'effort de capture est de 202 pièges par nuit pour chaque station de trappage (Spitz, 1969). L'appât utilisé se composait au deux tiers de beurre d'arachides et au tiers de suif. Chaque ligne de pièges a été placée dans un milieu aussi homogène que possible. Quelques 68 stations de trappage ont été choisies à l'aide de la carte de végétation des îles de la Madeleine dressée par Grandtner (1967), afin d'inventorier des habitats aussi repré-

sentatifs que possible de l'ensemble de l'archipel madelinot (fig. 1). Nous avons conservé la nomenclature qu'utilise cet auteur pour identifier les groupements végétaux.

#### Résultats et discussion

Les résultats de capture des Cricetidae sont présentés, selon les groupements végétaux, au tableau I.

Le Campagnol des champs est nettement plus abondant en milieux humides qu'en milieux secs, particulièrement au niveau de la sapinière rabougrie (21,00 captures par ligne); il s'agit cependant ici d'un cas très particulier et la seule station de trappage de ce type à avoir été inventoriée. En arbustaie humide, tout comme en herbaçaie humide, les nombres de captures sont beaucoup plus élevés que ceux des Souris sylvestres (3,0 contre 0 et 2,68 contre 0,67 respectivement). Dans les milieux secs, c'est la Souris sylvestre qui domine, surtout dans l'arboriaie (7,70 contre 1,92 pour le



TABLEAU I  
 Résultats de captures de Cricetidae en fonction des groupements végétaux inventoriés

Stratification <sup>1</sup>	Humidité	Groupements végétaux	Principales espèces	Nombre de lignes inventoriées	<i>Microtus pennsylvanicus</i>		<i>Peromyscus maniculatus</i>	
					Capture	no./ligne	Capture	no./ligne
HERBACAIE	SEC	— Dunes mobiles à ammophile — Bûchés	<i>Ammophila breviligulata</i>	9	7	0,78	4	0,44
			<i>Picea glauca</i> <i>Abies balsamea</i>	1	0	0	1	1,00
	HUMIDE	— Prés salés — Pâturages humides	<i>Salicornia europaea</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Carex paleacea</i> <i>Juncus balticus</i> var. <i>littoralis</i>	9	38	42,2	12	1,33
			<i>Iris versicolor</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Potentilla palustris</i> <i>Agrostis alba</i>	8	9	1,13	0	0
ARBUSTAIE	SEC	— Lande à <i>Empetrum</i> — Pessière-Sapinière à lichen — Pessière rabougrie	<i>Empetrum nigrum</i> <i>Empetrum atropurpureum</i> <i>Arctostaphylos Uva-Ursi</i>	8	1	0,13	12	1,50
			<i>Abies balsamea</i> <i>Picea mariana</i> <i>Sphagnum</i> spp.	5	2	0,40	35	7,00
			<i>Picea mariana</i>	1	0		4	4,00
	HUMIDE	— Tourbière à éricacées	<i>Ledum groenlandicum</i> <i>Kalmia angustifolia</i> <i>Chamaedaphne calyculata</i> <i>Myrica gale</i>	4	12	3,00	0	0

ARBORAIE	SEC	— Sapinière à épinette blanche	<i>Abies balsamea</i> <i>Picea glauca</i> <i>Betula papyrifera</i> <i>Sorbus americana</i> <i>Amelanchier wiegandii</i> <i>Alnus crispa</i> <i>Viburnum cassinoides</i> <i>Ribes lacustre</i> <i>Dryopteris spinulosa</i> <i>Oxalis montana</i> <i>Prenanthes trifoliolata</i>	10	6	0,60	60	6,00
		— Sapinière rabougrie <sup>3</sup>	<i>Abies balsamea</i> <i>Picea glauca</i>	5	3	0,60	32	6,40
		— Pessière à <i>Kalmia</i>	<i>Picea mariana</i> <i>Abies balsamea</i> <i>Betula papyrifera</i> <i>Kalmia angustifolia</i> <i>Aronia melanocarpa</i>	3	4	1,33	3	1,00
	HUMIDE	— Aulnaie verte	<i>Alnus crispa</i> <i>Solidago rugosa</i> <i>Rubus strigosus</i> <i>Epilobium angustifolium</i> <i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Heracleum maximum</i> <i>Agropyron repens</i>	4	5	1,25	8	2,00
		— Sapinière rabougrie	<i>Abies balsamea</i> <i>Picea glauca</i> <i>Picea mariana</i>	1 (n° 44) <sup>3</sup>	21	21,00	0	0
			TOTAL	68	108	1,57	171	2,51

<sup>1</sup> Payette et Gauthier, 1972<sup>2</sup> Grandtner, 1967<sup>3</sup> La ligne 44 a été inscrite avec les milieux humides en raison de l'inondation de la parcelle au moment du trappage

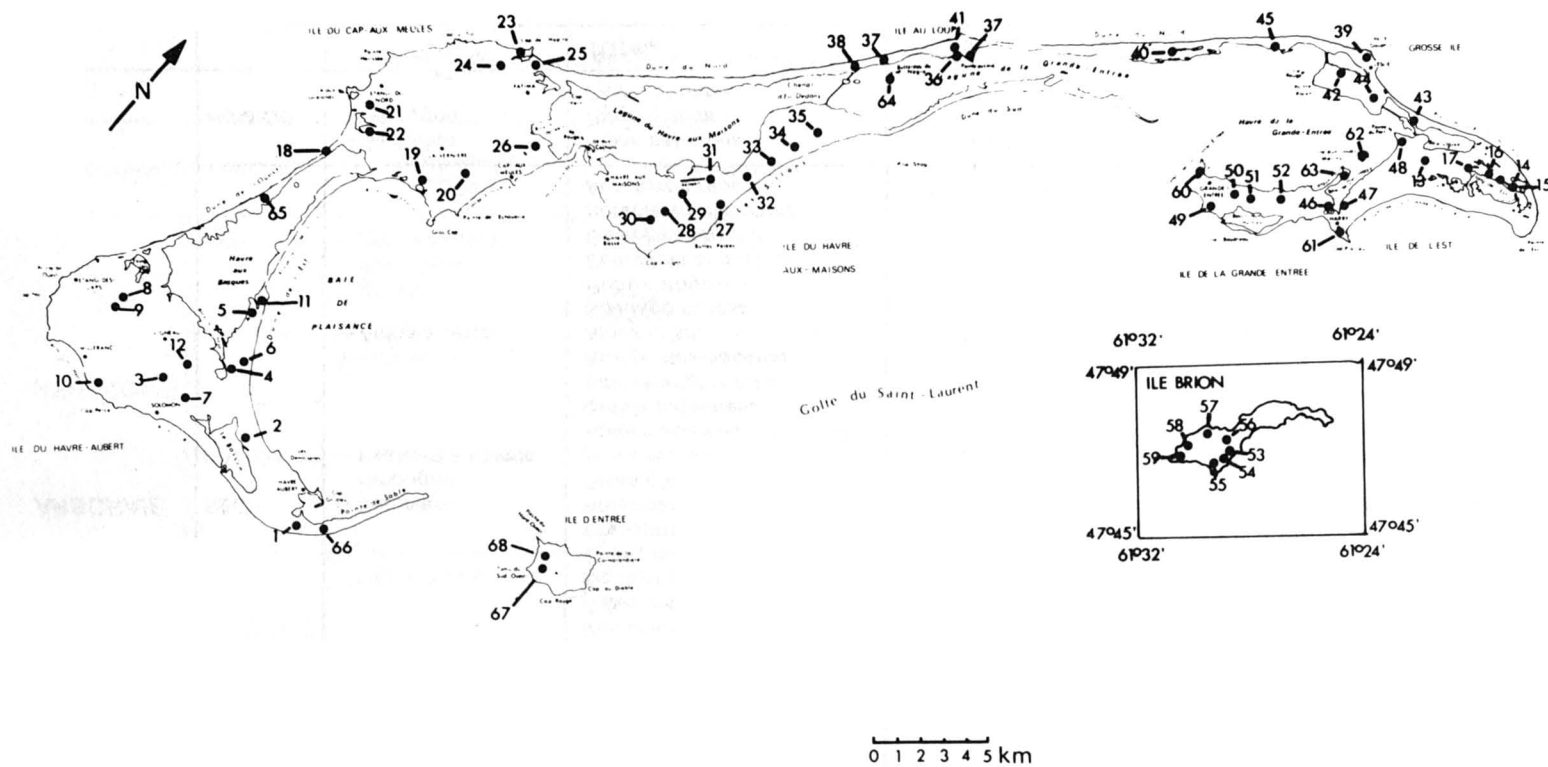


Figure 1. Carte indiquant la localisation et la numérotation correspondant à chaque ligne de trappe de 100 m de longueur utilisée au cours de l'été 1975.

Campagnol des champs) et dans l'arbustaie (6,25 contre 0,27). Donc, le Campagnol des champs est plus abondant en milieux humides (8,89 captures par lignes en moyenne) qu'en milieux secs (0,86 captures par ligne en moyenne), alors que le phénomène inverse a été observé chez la Souris sylvestre (4,89 en milieux secs contre 0,22 en milieux humides en moyenne).

Au niveau des préférences de groupements végétaux par chacune des deux espèces étudiées, nous avons constaté que le Campagnol des champs est surtout abondant dans la sapinière rabougrie (21,00), le pré salé (4,22) et la tourbière à éricacées (3,00); la Souris sylvestre est surtout abondante dans la pessière à lichen (7,00), la sapinière rabougrie (6,40), la sapinière à épipette blanche (6,00) et la pessière rabougrie (4,00).

Les résultats regroupés pour les différentes îles et tombolos sont présentés au tableau II. Nous constatons, entre autres, l'absence du Campagnol des champs à l'île Brion. Le cas de l'île d'Entrée est particulier, car aucun résultat n'a pu être enregistré à cause du vol des trappes aux stations de trappage. Cependant, une récolte de spécimens effectuée par Mlle Françoise Berthiaume les 15 et 16 octobre 1971, nous indique que les deux espèces sont présentes sur cette île. Le trappage a été fait à l'aide de trappes Victor n° 0 réparties comme suit: 10 trappes en forêt coniférienne, 10 trappes à la lisère de cette même forêt et 20 trappes dans le pâturage avoisinant.

Les îles ayant une superficie urbanisée relativement importante fournissent en général moins de captures par ligne. C'est le cas des îles du Cap aux Meules, du Havre aux Maisons et de la pointe aux Loups dont les nombres de captures par ligne sont respectivement de 0,86, 1,25 et 1,50. Nous remarquons aussi que le Campagnol des champs est relativement plus abondant que la Souris sylvestre dans les zones plus urbanisées; c'est le cas des îles du Cap aux Meules, du Havre aux Maisons, de la pointe aux Loups, de Grosse île et l'île de l'Est dont le pourcentage d'urbanisation varie entre 4,87 et 10,27 (Paré, 1976). Par contre, les Souris sylvestres sont relativement plus nombreuses dans les îles moins urbanisées telles les îles de Havre Aubert, Grande Entrée, Brion et les tombolos reliant les îles (le pourcentage d'urbanisation varie entre 0 et 4,47). Il ne faut cependant pas perdre de vue que chaque île n'offre pas la même diversité de groupements végétaux, ni la même proportion de milieux secs par rapport aux milieux humides.

Du point de vue de la distribution des rongeurs, les deux espèces se partagent donc l'ensemble de l'archipel madelinot à l'exception de l'île Brion; à cet endroit, la Souris sylvestre occupe particulièrement les habitats secs (dune à ammophile, forêts conifériennes), mais elle est aussi présente en nombre restreint dans les prés salés, habitat qu'elle ne fréquente pas ailleurs dans l'archipel.

TABLEAU II

Captures de Cricetidae selon les îles et tombolos en relation avec le pourcentage d'urbanisation

Îles	Nombre de lignes	Nombre de Campagnols des champs		Nombre de Souris sylvestres		Pourcentage d'urbanisation*	Nombre de captures par ligne
		Total	Par ligne	Total	Par ligne		
Havre Aubert	10	13	1,30	21	2,10	1,89	3,40
Cap aux Meules	7	5	0,71	1	0,14	4,97	0,86
Havre aux Maisons	4	3	0,75	2	0,50	10,27	1,25
Pointe aux Loups	2	3	1,50	0	0	—	1,50
Grosse île	3	23	7,67	1	0,33	5,16	8,00
Île de l'Est	9	27	3,00	23	2,55	6,50	5,55
Grande Entrée	8	9	1,11	47	5,88	4,49	7,00
Île Brion	7	0	0	39	5,55	0	5,55
Île d'Entrée	2	0	0	0	0	2,9	0
Dunes	16	25	1,56	57	3,56	0	5,12

\* D'après Paré 1976. Les pourcentages ont été corrigés pour exclure les plans d'eau.

À partir de nos résultats, nous pouvons conclure que l'humidité du sol est un des paramètres qui influence la distribution de deux espèces de Cricetidae des îles de la Madeleine. Dans une étude sur des habitats similaires au New-Jersey, Shure (1970) note la présence de deux espèces de rongeurs et remarque la même préférence du Campagnol des champs pour les marais saumâtres et les prés salés; la deuxième espèce, la Souris à pattes blanches (*Peromyscus leucopus*), préfère les milieux secs.

Si nous comparons l'archipel madelinot aux autres îles du golfe du Saint-Laurent, nous nous rendons compte que les espèces de Cricetidae sont plus abondantes au Cap-Breton (5), à l'île du Prince-Édouard (4) et à l'île d'Anticosti (4); par contre, à Terre-Neuve, il n'y a que le Campagnol des champs et le Rat musqué (Cameron, 1958; Banfield, 1974). Le dénombrement des Cricetidae inclut peut-être des espèces introduites; il est impossible, selon l'état des connaissances actuelles, de déterminer avec certitude si le Campagnol des champs est indigène ou s'il a été introduit avec le fourrage, tant à Terre-Neuve qu'à Anticosti ou aux îles de la Madeleine.

### Remerciements

Nous tenons à remercier le Conseil national de la recherche du Canada pour leur support financier (1975-1978). M. Jean-Pierre Beaumont a fourni son expertise pour les questions de végétation.

### Références

- BANFIELD, A.W.F., 1974. Les mammifères du Canada. — Presses de l'Université de Laval, Québec, 406 p.
- CAMERON, A. W., 1958. Mammals of the islands in the Gulf of St. Lawrence. — Bull. nat. Mus. Can., no. 154, 165 p.
- GRANDTNER, M. M., 1967. Les ressources végétales des îles de la Madeleine, Québec. — Bull. n° 10. Fonds de Recherches forestières de l'Université Laval, Québec, 53 p.
- OSGOOD, W. H., 1909. Revision of the mice of American genus *Peromyscus*. — North. Am. Fauna, 29. U.S. Dept. of Agr., 285 p.
- PARÉ, G., 1976. Les îles de la Madeleine: occupation des terres. — PIREDIM (Programme intégré de recherches en écologie dynamique aux îles de la Madeleine), document produit pour l'Office de Planification et de développement du Québec par le Centre de recherches écologiques de Montréal (CREM) et le Centre de recherche en sciences de l'environnement (CERSE), 100 p.
- PAYETTE, S. & B. GAUTHIER, 1972. Les structures de végétation: interprétation géographique et écologique, classification et application. — Naturaliste can., 99: 1-26.
- SHURE, D. J., 1970. Ecological relationships of small mammals in a New Jersey barrier beach habitat. — J. Mammal., 51: 267-278.
- SPITZ, F., 1969. L'échantillonnage des populations de petits mammifères. Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. — Masson et Cie., Paris, p. 153-188.
- YOUNGMAN, P. M., 1967. Insular populations of the Meadow vole, *Microtus pennsylvanicus*, from Northeastern North America, with descriptions of two new subspecies. — J. Mammal., 48: 579-588.

## OXYETHIRA ROBERTI N. SP., TRICHOPTÈRE NOUVEAU DU SUD DU QUÉBEC (HYDROPTILIDÉS)

D. ROY et P. P. HARPER

Département de sciences biologiques, Université de Montréal,  
C.P. 6128, Succ. «A», Montréal, Québec H3C 3J7

### Résumé

On trouvera ici la description de l'adulte mâle d'*Oxyethira roberti* n. sp., Hydroptilidé nouveau découvert dans le sud du Québec; une brève diagnose permet de distinguer cette espèce d'autres, très proches, appartenant au groupe d'*O. glasa* Ross.

### Abstract

The adult male of *Oxyethira roberti* n. sp. (Hydroptilidae) is described and illustrated from Southern Québec; the species is compared with others of the *O. glasa* Ross group.

L'espèce que nous décrivons ici a été découverte dans les Basses Laurentides, dans la partie supérieure du bassin hydrographique de la rivière l'Achigan (46°00' N; 74°00' O.), dans le cadre d'un programme d'échantillonnage et d'étude de l'entomofaune aquatique de ce territoire; nos connaissances faunistiques actuelles concernant les Trichoptères de cette région sont maintenant assez substantielles (Duranthon-Gautheron & Pilon, 1973; Roy, 1976). En dépit de l'utilisation de techniques de piégeage variées, seulement 2 spécimens mâles adultes ont été récoltés jusqu'à présent; l'espèce semble donc peu abondante à cet endroit.

### OXYETHIRA ROBERTI N. SP.

Longueur totale de l'aile antérieure: 1,4-1,7 mm. Coloration uniformément brunâtre teinté de gris. Caractères spécifiques limités aux génitalia.

**Génitalia mâles** (fig. 1): bord postérieur du sternum VII portant un lobe médian triangulaire peu marqué. Segment VIII complet; moitié supérieure se prolongeant latéro-postérieurement en 2 lobes parallèles, de taille variable (réduction pouvant atteindre les  $\frac{2}{3}$ ), en forme de cornes légèrement tournées vers le haut, presque entièrement visibles latéralement; moitié inférieure du segment longuement étirée vers l'arrière en un demi-anneau ouvert largement vers le haut; marge latéro-postérieure du sclérite se

terminant en une pointe massive très émoussée, nettement oblique vers le haut; marge ventrale rectiligne. Segment IX formant une plaque ventrale interne massive, s'étendant profondément à l'intérieur du segment VII et dont les faces latérales, très hautes, sont étroitement soudées par leur extrémité au segment VIII; marge postérieure profondément échancrée méso-ventralement délimitant 2 lobes externes proéminents («claspers» des auteurs américains), tronqués et obliques vers l'intérieur, et aux angles externes saillants. Segment X réduit à une plaque médiane («subgenital plate»), aux bords fortement chitinisés, enveloppant partiellement latéro-ventralement l'édéage; cette plaque forme, en vue latérale, un épais rectangle d'où émergent postérieurement 2 expansions en forme de tenailles aux mâchoires inégales et largement ouvertes; branche postérieure de l'appendice chélique, seule entièrement visible ventralement, disjointe dans sa partie médiane. Édéage cylindrique et chitinisé dans sa moitié proximale, membraneux et fortement dilaté distalement; limite entre les 2 parties marquée dorsalement par un épaississement cuticulaire en forme de Y inversé; 2 longues épines dorso-latérales, en forme de lames sinueuses et acérées, émergent du côté gauche à la naissance de la partie dilatée, la plus interne, plus grêle et plus longue, atteignant l'extrémité de l'édéage; pochette de fortes spinules inégales, aplaties et très élargies à la base, également visible à l'apex.

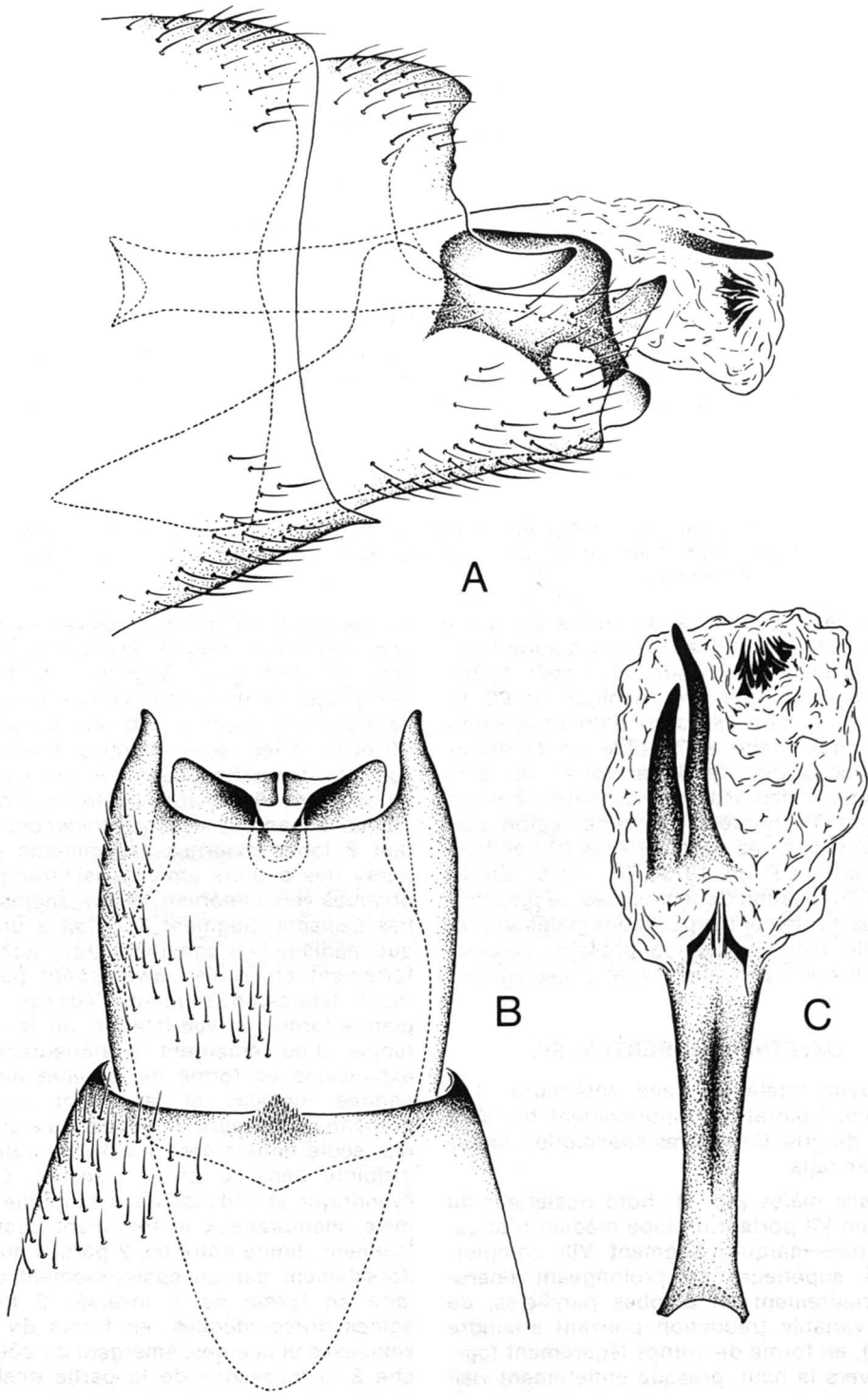


Figure 1. *Oxyethira roberti* n. sp., génitalia mâles: (A) vue latérale; (B) vue ventrale, sans l'édéage; (C) édéage, vue dorsale.

Femelle, nymphe et larve inconnues.

*Holotype*: 1 ♂, lac Tracy (Cromwell), 9 août 1978.

*Paratype*: 1 ♂, lac Tracy, 12 juillet 1978.

Les types sont conservés en alcool dans la Collection entomologique de l'Université de Montréal (Département de sciences biologiques).

L'espèce est nommée à la mémoire du frère Adrien Robert, C.S.V., auteur des premières contributions importantes à la connaissance faunistique et écologique des Trichoptères de notre région (Robert, 1958, 1960). L'étude taxonomique de ses collections personnelles, provenant en grande partie du Parc Provincial du Mont Tremblant (46°19' N.; 74°30' O.) et conservées actuellement à la Collection entomologique de l'Université de Montréal, a facilité, en outre, la préparation de la première liste faunistique des Trichoptères du Québec (Roy & Harper, 1980).

### Diagnose

Par la présence de lobes latéraux bien développés à la marge postérieure du tergite VII, *Oxyethira roberti* n. sp. est très proche des espèces néarctiques *O. aculea* Ross, *O. arizona* Ross et *O. glasa* (Ross) du Sud des États-Unis, et *O. araya* Ross des Maritimes et de la Nouvelle-Angleterre; toutefois, une seule de ces espèces, *O. glasa*, possède un édéage dont l'apex est membraneux et for-

tement dilaté. Les 2 espèces se distinguent aisément par la présence, chez *O. roberti*, d'une épine acinaciforme supplémentaire à l'apex de l'édéage et par l'allure générale des prolongements latéraux du segment VIII: chez *O. glasa*, ceux-ci sont fortement incurvés vers le haut et en majeure partie cachés par les faces latérales de la moitié inférieure du segment; leur apex est également très nettement bicuspidé (Ross, 1941).

### Références

- DURANTHON-GAUTHÉRON, F. & J.-G. PILON 1973. Inventaire des Trichoptères (Insecta: Trichoptera), à l'exclusion des Hydroptilidae, de la Station de Biologie de l'Université de Montréal, Saint-Hippolyte, Comté de Terrebonne, Québec. — Ann. Soc. ent. Québec, 18: 66-92.
- ROBERT, A., 1958. Les Trichoptères de la région du lac Monroe, Parc du Mont Tremblant, Québec. — Ann. Soc. ent. Québec, 4: 47-61.
- ROBERT, A., 1960. Les Trichoptères des eaux agitées de la rivière du Diable. — Int. Congr. Ent. Wien, 2: 565-568.
- ROSS, H. H., 1941. Descriptions and records of North American Trichoptera. — Trans. Am. ent. Soc., 67: 35-126.
- ROY, D., 1976. Chorologie, phénologie et cycles de développement de Trichoptères d'un ruisseau des Laurentides. — Mém. M. Sc., Univ. de Montréal, Québec, 225 p.
- ROY, D. & P. P. HARPER, 1980. Liste préliminaire des Trichoptères (Insectes) du Québec. — Ann. Soc. ent. Québec, 24: 148-171.





## REVUE DES LIVRES

POMERLEAU, R., 1980. **Flore des Champignons au Québec**. Les Éditions La Presse, Montréal. 652 p., 179 planches dont 48 en couleurs. 21 x 28 cm. Relié. 65.00\$.

Un des plus importants ouvrages scientifiques jamais publiés au Québec vient de paraître, sous la signature de René Pomerleau, docteur ès sciences, membre de la Société Royale du Canada, et mycologue de réputation internationale. Ce grand ouvrage, par sa valeur intrinsèque et la magnificence de sa présentation, est et restera longtemps l'un des plus remarquables traités nord-américains de mycologie pratique. L'auteur, qui a consacré toute sa carrière à l'avancement de la mycologie et de la pathologie forestière au Québec, était déjà bien connu par ses nombreuses publications scientifiques, particulièrement par son ouvrage sur les **Champignons de l'est du Canada et des États-Unis**, publié en 1951, réédité en 1977, et qui est le vade-mécum de tous les amateurs de champignons de nos régions, amateurs devenus nombreux et très actifs depuis la fondation par René Pomerleau des Cercles de mycologues à Montréal et à Québec au début des années 50. Cependant, ce premier manuel pratique n'était que l'ébauche de l'*opus magnum* qui vient couronner aujourd'hui la carrière extrêmement féconde de l'auteur.

Le nouvel ouvrage, contrairement au précédent, n'est pas un vade-mecum : imprimé sur papier fort et de haute qualité, son format et son poids n'inciteront pas l'amateur de champignons à l'apporter sur le terrain. C'est plutôt une Somme que les mycologues consulteront à la maison ou au laboratoire, en vidant les sacs et les paniers, Somme qu'ils consulteront avec plaisir et profit, et où ils trouveront les réponses aux multiples questions que posent ces végétaux étranges.

En bref, ce nouveau traité comporte deux parties principales : 1° une série de onze chapitres sur les caractères généraux des champignons, tels que mode de vie, structure microscopique et macroscopique, caractères sensoriels perceptibles, habitats et distribution, nomenclature et classification, mycophagie, intoxications, culture, etc. 2° une série de dix-sept chapitres sur les divers groupes de genres qui intéressent les mycologues amateurs, à l'un ou l'autre des points de vue mentionnés dans la première partie. Viennent ensuite un Glossaire très élaboré et un Index bibliographique judicieusement préparé. Les dernières pages sont consacrées à deux Index alphabétiques dressés avec soin : un premier qui groupe les noms français et anglais (18 pages sur trois colonnes) et un second qui groupe les noms latins de genres et d'espèces

(28 pages sur trois colonnes). Ces deux Index fondamentaux sont séparés par une admirable série de 48 planches en couleurs représentant 307 espèces photographiées *in situ*.

Cette œuvre nouvelle n'est pas un traité de mycologie didactique, au sens ordinaire du mot, destiné à la formation de spécialistes et d'enseignants universitaires, et où tous les groupes de Champignons (ou Fungi) sans exception sont étudiés, depuis les microscopiques (Bactéries, Levures, etc.) et les petits (Myxomycètes, Phycomycètes, etc.) jusqu'aux géants (*Calvatia* et autres). L'auteur a intentionnellement laissé de côté les sujets minuscules et il a préféré, comme il l'écrit dans sa préface, « constituer des groupements et mettre à la portée de tous un manuel d'initiation simple et aussi attrayant que possible. »

L'auteur a parfaitement atteint le but qu'il visait, et son livre, comme il le mérite, connaîtra sûrement une large diffusion. Tous ses collègues et amis, anciens et nouveaux, sont unanimes à le féliciter chaleureusement d'avoir mené à bien une œuvre aussi importante.

Jules BRUNEL

Département de sciences biologiques  
Université de Montréal

LEGENDRE, L. et P. LEGENDRE, 1979. **Écologie numérique**. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec. Tome 1 : Le traitement multiple des données écologiques. 197 p. 16 x 24 cm. 22\$. Tome 2 : La structure des données écologiques, 253 p., 26 x 24 cm. 25\$

L'écologie numérique et plus généralement l'écologie quantitative apparaît encore à de nombreux écologistes comme un domaine rébarbatif et inextricable. Cet ouvrage contribuera sans doute à dissiper ce sentiment et à rendre plus accessible tout l'arsenal des analyses statistiques à plusieurs variables.

Subventionnés au titre de la coopération franco-québécoise, préfacés par Ramón Margalef, ces deux livres s'adressent aux étudiants gradués et aux chercheurs. Ils font le point sur les techniques mathématiques récentes utilisées en écologie pour l'analyse des données.

Dans le premier tome, le lecteur trouvera, outre un chapitre portant sur l'analyse dimensionnelle et un autre sur la théorie de l'information appliquée aux écosystèmes, les notions fondamentales de calcul matriciel et de statistiques multi-

dimensionnelles. Ces notions permettent, quelles que soient les connaissances préalables du lecteur, de comprendre les analyses complexes élaborées dans le deuxième tome. On sent toute l'importance qu'accordent les auteurs, à juste titre d'ailleurs, à la bonne compréhension de ces notions de base en ne négligeant aucun exemple ni aucun graphique susceptible d'aider le plus inexpérimenté.

Le deuxième tome commence par une revue complète des mesures de ressemblance entre les objets (observations) ou entre les descripteurs (terme employé dans tout le texte, dans le sens de variables ou de caractéristiques). Les coefficients de similarité, de distance et de dépendance sont abondamment décrits et commentés toujours en regard des caractéristiques propres aux données écologiques. À la fin du chapitre, un tableau résume les critères qui doivent guider le choix du praticien en fonction des objectifs et de la nature des données. Le chapitre sur l'étude de la ressemblance introduit les trois suivants qui traitent de la recherche des discontinuités avec les techniques de groupements (*cluster analysis*) et des ordinations en espace réduit avec les méthodes factorielles. Les unes comme les autres ont été longuement abordées ces dernières années dans plusieurs volumes. Pourtant, c'est sans doute la partie la plus remarquable de cet ouvrage. Bien sûr, le lecteur y trouvera les rudiments mathématiques des différentes méthodes, mais c'est surtout la présentation de leurs objectifs dans une perspective écologique, l'analyse des exigences qu'elles requièrent vis-à-vis des données de base et les commentaires sur l'interprétation des résultats qui en font son originalité. Cet ouvrage n'est pas un catalogue mais un guide qui met en évidence les possibilités et les limites de toutes les techniques. Les auteurs vont au-delà d'une excellente présentation de chacune d'elles en démontrant leur complémentarité et tout l'intérêt qu'il peut y avoir à les combiner pour une meilleure interprétation.

Les deux derniers chapitres portent sur les séries écologiques avec le périodogramme, le corrélogramme et les fondements de l'analyse spectrale pour ensuite terminer avec le processus de Markov et la matrice de Leslie.

Dans tout le texte, chaque méthode de la plus simple à la plus complexe est illustrée par un ou plusieurs exemples qui sont extraits d'articles récents et sont toujours pertinents. Il est vrai qu'ils relèvent le plus souvent de l'écologie aquatique mais bien des problèmes rencontrés sont similaires

à ceux de l'écologie terrestre et facilement transposables.

D'autre part, pour chaque analyse, les logiciels disponibles sont mentionnés et rapidement commentés. Ainsi, on trouvera de nombreuses références à des banques de programmes connues telle que BMD et BMDP (*Biomedical Computer Program*), SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) mais aussi à des programmes plus spécialisés qui existent dans la littérature.

Le lecteur appréciera également le lexique français-anglais de l'écologie numérique situé à la fin du deuxième tome. D'ailleurs une attention toute particulière est attribuée à la recherche des termes techniques exacts. Bien que surprenant à la première lecture le terme *descripteur pour variable* est judicieux; par contre celui de *description* (d'ailleurs assez peu employé) pour les différents états d'un descripteur prête à confusion.

Dans l'ensemble, cet ouvrage est écrit dans un langage très clair, didactique, où les moindres embûches sont éliminées. Les renvois sont nombreux, toujours appropriés, et loin d'alourdir le texte aident à sa compréhension. C'est en présentant simplement les analyses numériques les plus complexes, sans donner une importance démesurée à l'une ou à l'autre que les auteurs ont atteint un de leurs objectifs, soit celui d'inciter le lecteur à consulter plusieurs méthodes qui le mèneront à faire un choix juste en fonction de ses objectifs propres et des contraintes inhérentes aux données dont il dispose.

Cet ouvrage très complet où l'outil mathématique et statistique est jugé avec modération et objectivité est avant tout écologique. Il est excellent et complet pour l'écologiste les volumes à saveur plus mathématique d'analyse statistique à plusieurs variables. Il traite les problèmes propres à sa discipline, allant au-delà des simples résultats statistiques, en abordant l'interprétation écologique. Il répond à un besoin et contribuera sans aucun doute à une meilleure et plus grande utilisation de l'analyse multidimensionnelle en écologie. C'est un ouvrage que tout étudiant qui envisage d'entreprendre des études supérieures en écologie devrait se procurer; il y trouvera un guide précieux et efficace. Quant au chercheur plus expérimenté, il l'appréciera sans aucun doute comme manuel de référence.

Madeleine CAUBOUE

*Technologie forestière  
Collège d'enseignement général  
et professionnel de Sainte-Foy*

## LIVRES REÇUS

- DE VOGEL, E. F., 1980. **Seedlings of dicotyledons**. Centre for agricultural publishing and documentation, The Netherlands. 465 p., 17,5 × 24,7 cm. Relié, 125 US \$.
- DE VOS, L. et P. VAN GRANSEN, 1980. **Atlas d'embryologie des vertébrés**. Masson, Paris. 94 p., 208 fig., 21,0 × 27,0 cm. Prix non indiqué.
- GUYOMARCH, J.-C., 1980. **Éthologie**. Masson, Paris. 180 p., 13,5 × 21,0 cm. Prix non indiqué.
- MOSS, B., 1980. **Ecology of fresh waters**. Wiley, New York. 332 p., 15,5 × 23,5 cm. Broché, 24,95 US \$.
- ROLAND, J.-C. et F., 1980. **Atlas de biologie végétale**. Tome 2 : Organisation des plantes à fleurs. 2e édition. Masson, Paris. 107 p., 20,5 × 26,0 cm. Prix non indiqué.
- SONESSON, M. (éditeur), 1980. **Ecology of a sub-arctic mire**. Swedish Natural Science Research Council, Stockholm, 313 p., 17,0 × 24,5 cm. Relié, 30 US \$.



## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le *Naturaliste canadien* publie des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, *découlant de travaux de recherche* en écologie fondamentale et appliquée, en systématique et dans certains domaines apparentés. Tout manuscrit soumis est l'objet d'une évaluation externe par des pairs.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à *double interligne* sur le recto de feuilles de 21.5 × 28 cm, seront expédiés en *trois* exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

### TEXTE

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

On tiendra compte des remarques suivantes: (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques; (2) les notes inframarginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement; (3) pour les unités de mesure, on doit utiliser le SI (système international d'unités).

### RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUES

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

alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant de la présentation suivante:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon «World List of Scientific Periodicals».

### ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par manuscrit: tous les clichés additionnels sont à la charge de l'auteur.

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

Les *dessins* doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage doit être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1,5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12,5 × 20 cm, légende comprise.

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

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL POLICY

Are considered for publication in "*Le naturaliste canadien*" manuscripts in French or in English, based on *original research* in basic and applied ecology, systematics, and related sciences. Every manuscript will be subjected to normal reviewing process by external referees.

### GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in *double* spacing throughout, on one side of bond paper 21.5 × 28 cm, and submitted *in triplicate* to: Le Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada).

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 60 letters and spaces; (3) a French and an English abstract; (4) the manuscript proper; (5) on separate pages, Tables (numbered consecutively in Roman numerals) and Figure captions (numbered consecutively in Arabic numerals).

### MANUSCRIPT DETAILS

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

In preparing copy please take the following remarks into account: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided as far as possible, but if they must be used they should be numbered consecutively; (3) SI units should be used.

### REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed

alphabetically by first author, according to the following examples:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDTRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques.* — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities.* Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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





**LE NATURALISTE CANADIEN**  
Revue d'écologie et de systématique

Volume 107

1980

Numéro 2

DARISSE, J. P. F., P. GERVAIS & J. C. ST-PIERRE. Influence du stade de croissance sur le rendement et la composition chimique de deux cultivars de la fléole des prés, du brome et du dactyle .....	55-62
MORISSET, P. & S. PAYETTE. La flore et la végétation des îles Dormeuses (baie d'Hudson, Territoires du Nord-Ouest, Canada) .....	63-86
LOAN, C. C. Plant bug hosts (Heteroptera: Miridae) of some Euphorine parasites (Hymenoptera: Braconidae) near Belleville, Ontario, Canada .....	87-93
LEVESQUE, C. & G.-Y. LEVESQUE. Activité des taupins (Coleoptera: Elateridae) de biotopes forestiers décidus des Laurentides (Québec) .....	95-99
GIBSON, R. John & Frederick G. WHORISKEY. An experiment to induce anadromy in wild brook trout in a Québec river on the north shore of the Gulf of St. Lawrence .....	101-110
<b>COMMUNICATIONS BRÈVES</b>	
BURTON, J. & Richard GAUTHIER. Les Cricetidae (Rodentia) des îles de la Madeleine, Québec: un inventaire écologique .....	111-116
ROY, D. & P. P. HARPER. <i>Oxyethira roberti</i> n. sp., Trichoptère nouveau du sud du Québec (Hydroptilidés) .....	117-119
REVUE DES LIVRES .....	121-123

# LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

---

VOLUME 107

NUMÉRO 3

1980



# LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique  
CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR  
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION  
PIERRE MORISSET

## COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD BERNIER, *Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval*  
ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*  
PIERRE COUILLARD, *Département des sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÈNES, *Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec*  
FERNAND M. GAUTHIER, *Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture du Québec*  
PIERRE LEGENDRE, *Centre de recherches en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal*  
WILLIAM C. LEGGETT, *Département de biologie, Université McGill*  
JEREMY McNEIL, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD J. R. PHILOGÈNE, *Département de biologie, Université d'Ottawa*

Publication trimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN (Revue d'écologie et de systématique) publie des articles *inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche en écologie, en systématique et dans certains domaines apparentés. La revue s'intéresse également aux aspects appliqués, notamment dans la perspective des ressources agricoles, forestières et halieutiques du Québec et du Canada oriental et nordique.

LE NATURALISTE CANADIEN est subventionné par le Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et par le Ministère de l'éducation du Québec.

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

Toute correspondance touchant l'administration, les abonnements ou les droits de reproduction doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4. L'abonnement annuel est de \$17 (personnel), \$19 (personnel, étranger) et \$34 (collectif, *multi-user*). Le numéro régulier se vend \$ 5; le numéro spécial, \$ 12.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts, Asher's  
Guide, Botanical Periodicals, RADAR et Périodex

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

# LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 107

1980

Numéro 3

## INFLUENCE DE LA CONCENTRATION D'UN ENGRAIS CHIMIQUE SUR LA CROISSANCE ET LES ÉCHANGES GAZEUX DE SEMIS D'ÉPINETTE NOIRE EN CONTENEURS

André L. D'AOUST

*Centre de recherches forestières des Laurentides, Service  
canadien des forêts, Ministère de l'Environnement,  
Sainte-Foy, Québec G1V 4C7*

### Résumé

Des études ont été réalisées pour mesurer l'influence de la concentration d'un engrais (20-20-20) amélioré sur la croissance de semis d'épinette noire en conteneurs. La croissance des parties aériennes augmente avec les concentrations d'engrais à l'essai. L'étude détaillée de la croissance et de la physiologie des semis en culture indique que la concentration d'engrais offrant le meilleur développement se situe entre 250 et 375 ppm d'azote total dans ces conditions de culture. Les résultats sont discutés en fonction d'une production éventuelle et de la qualité des plants obtenus.

### Abstract

The influence of high and low concentrations of an improved fertilizer (20-20-20) on the growth of containerized black spruce seedlings was studied. Improvement in growth of shoots was obtained with an increase in the nutrient concentration. However, detailed studies of seedlings and their physiological activities indicate that the concentration of fertilizer producing the best development would be one that would bring the nitrogen level between 250 and 375 ppm in the growing medium. Results are presented in terms of a simple fertilizer regime and the quality of seedlings.

### Introduction

L'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.] en peuplement naturel se retrouve dans toutes les provinces canadiennes, et plus particulièrement au Québec où elle est l'essence dominante. Un calcul des aires de recouvrement indique que l'épinette noire occupe, en moyenne, 43% du volume de la forêt commerciale du Québec (sud de 52° N.); de même, une estimation de la proportion d'épinette noire coupée annuellement s'établit à une valeur d'environ 41% de toutes les essences récoltées dans la province (Le Blanc, 1977). De plus, contrairement au sapin baumier et aux épinettes blanche et rouge, l'épinette noire est moins susceptible d'être attaquée par la tordeuse.

Malgré son importance forestière, l'épinette noire n'est pas sans causer de problèmes: sa régénération naturelle est loin d'être assurée (Frisque *et al.*, 1978; Hatcher, 1964); sa production en pépinière n'est pas facile (Wynia, 1975); même la régénération artificielle de cette essence n'est pas une priorité immédiate au Québec (Hawey, 1977). Par contre, les plans futurs du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec prévoient aller en appel d'offre pour la production d'épinette noire en conteneurs. Cette production spécialisée exige un minimum d'information pour obtenir des semis de qualité. Par exemple, Swan (1960) et Weetman (1970) ont traité de la nutrition de cette essence, mais leurs travaux sont une adaptation de la culture hydroponique et

difficiles de transposition en serre pour la culture en conteneurs. De plus, ces mêmes auteurs n'ont considéré que l'aspect morphologique des semis pour juger du régime de fertilisation. Nos études antérieures ont montré l'influence de la nutrition et de l'irradiation sur la croissance et la physiologie de semis d'épinette noire en godets (D'Aoust, 1976, 1978a, 1978b). Ces travaux nous ont amenés à modifier nos conditions de culture et suite à ces changements, nous avons voulu étudier l'effet de la concentration de l'engrais sur la croissance et les échanges  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  de semis en conteneurs dans des conditions améliorées de culture.

### Matériel et méthodes

La culture des semis d'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.], provenance de Roberval, Québec a été faite en cabinet de croissance (modèle PGW-36 de *Controlled Environments*, Winnipeg, Canada). Le système d'éclairage de la chambre était composé de 25 tubes fluorescents de 215 watts chacun (type *Gro-Lux wide spectrum*, n° F 96T12/GRO/VHO/WS de Sylvania), de 6 autres tubes fluorescents de 110 watts aux extrémités (type *Gro-Lux*, n° F 48T12/GRO/VHO de Sylvania) et de 40 ampoules incandescentes de 40 watts chacune. Ce système de lumière était ajusté périodiquement pour donner un éclairage énergétique minimum de  $200 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  au cours de la période de croissance et la photopériode était constante (15 heures) entre 7 h et 22 h. La température était maintenue à  $25^\circ\text{C}$  entre 8 h et 20 h et à  $20^\circ\text{C}$  la nuit, et l'humidité relative de l'air était maintenue à 70% jour et nuit.

Le conteneur adopté pour cette étude était la cellule R. Leach (*fir tube RL single cell*, Allison, 1974). Ce conteneur est fabriqué d'un polyéthylène opaque légèrement conique dont le diamètre supérieur est de 2,5 cm et la longueur de 12 cm, pour un volume de  $40 \text{ cm}^3$ . Le substrat de culture choisi était de l'argile calcinée «Turface®» (*Wyandotte Chemical Corp.*). La teneur en eau du milieu était maintenue à un niveau voisin du point de saturation grâce à un système d'irrigation par brouillards intermittents.

Trois groupes de cent semis étaient placés en cabinet de croissance et fertilisés individuellement. Au cours du développement des échantillons de 5 et 10 semis étaient retirés pour des échanges gazeux et à la fin cinquante semis ont été mesurés par traitement.

La nutrition minérale était réalisée comme dans l'étude précédente (D'Aoust, 1976), c'est-à-dire que trois semaines après le début de la germination, les conteneurs ont reçu une première injection d'engrais; et cette addition se répétait, par la suite, à chaque semaine. Seule la concentration de l'engrais soluble changeait pour les différents traitements. L'engrais utilisé était du 20-20-20 (*Plant Products Co. Ltd.*, Port Credit, Ontario). Pour son application, nous l'avons préparé en solution concentrée, laquelle a été améliorée par l'addition de magnésium et de soufre, éléments absents dans le fertilisant commercial (5125 mg de 20-20-20; 2540 mg  $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  complété à 250 ml; pH ajusté à 3,5 avec  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M). À partir de cette solution concentrée, trois dilutions ont été préparées et injectées à petites doses dans le milieu d'enracinement (soit l'équivalent de 0,88, 1,76 et 2,65 mgN d'azote total par conteneur et par application<sup>1</sup>). Afin d'éviter une accumulation excessive de sels minéraux dans le milieu d'enracinement, un délavage mensuel a été réalisé à l'eau distillée.

Les échanges gazeux ont été mesurés à l'aide d'une cuvette Sirigor reliée à des instruments qui enregistrent les concentrations de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{H}_2\text{O}$  à l'entrée et à la sortie du système (D'Aoust, 1978b). Le nombre d'échantillons utilisés dans la cuvette variait entre 5 et 10 de façon à ne pas créer d'ombre entre les semis; les conteneurs, porteurs de semis, étaient scellés à la partie supérieure et à la base de silicone solidifiée (RTV-11 *silicone rubber* de G.E.). À la suite des échanges gazeux, la silhouette foliaire (approximation de la surface foliaire) de l'échantillon était mesurée à l'aide d'un rhyzomètre (Carlson & Johnston, 1979); ensuite, un nombre de semis était retiré pour faire l'extraction de la chlorophylle (Sestak *et al.*, 1971). Finalement, les semis restants étaient mesurés et séchés à l'étuve pour en déterminer les masses sèches.

### Résultats

Nos études antérieures ont montré que les conditions de culture influencent le développement des semis d'épinette noire en conteneurs (D'Aoust 1976, 1978a et 1978b). L'amélioration des méthodes de culture et l'interaction possible des différents facteurs

<sup>1</sup> La composition de l'azote dans le 20-20-20 amélioré est sous forme de nitrate 6%, d'ammonium 6% et le reste sous forme organique.

justifie la reprise de cette analyse de la croissance dans des conditions contrôlées. Le tableau I montre la croissance mesurée après vingt semaines de développement en cabinet de croissance. Exception faite de la masse racinaire, ces résultats indiquent des différences très significatives de croissance entre les trois solutions nutritives à l'essai.

Des travaux préliminaires indiquaient que la nutrition influence la physiologie des se-

TABLEAU I

Influence de la concentration d'engrais sur la croissance de semis d'épinette noire en conteneur<sup>1</sup>

Solution minérale <sup>2</sup>	Croissance		
	A	B	C
Longueur (mm)			
" tige	128 a <sup>3</sup>	141 ab	158 b
" racine	92 a	95 a	79 b
Diamètre (mm)	1,6 a	1,8 ab	1,9 b
Masse sèche (mg)			
tige	298 a	398 a	539 b
racine	103 a	111 a	109 a
Rapport (tige/racine)	2,9	3,6	4,9

<sup>1</sup> Âge des semis 20 semaines.

<sup>2</sup> Solution d'engrais (20-20-20) amélioré de magnésium et de soufre, moyenne arithmétique de l'azote dans les conteneurs: A, 125 ppm N; B, 250 ppm N; C, 375 ppm N.

<sup>3</sup> Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 95% (test Duncan).

mis. Afin de mieux comprendre cette action, des mesures de l'activité physiologique ont été réalisées. La figure 1 montre, à partir de deux échantillons, les échanges CO<sub>2</sub> moyens à deux périodes de croissance. La fixation nette (fig. 1A), exprimée en mg CO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> de matière sèche, est de façon générale inversement proportionnelle à la concentration de l'engrais dans les conteneurs; par contre, si l'on tient compte de la teneur en chlorophylle, l'assimilation nette de CO<sub>2</sub> est moins influencée par les trois régimes étudiés. À l'obscurité (fig. 1B), la respiration est plus active pour les jeunes semis; il semble que, dans le jeune âge, la forte respiration puisse être attribuable à une nutrition minérale déficente.

Des mesures de perte en eau par les semis indiquent des différences significatives entre les divers traitements d'engrais (fig. 2). Ainsi, la transpiration est proportionnelle aux niveaux d'éclairage et la quantité d'eau perdue par les semis est inversement proportionnelle à la concentration de la solution d'engrais dans le milieu d'enracinement. La réponse aux facteurs étudiés — éclairage et nutrition — est plus faible pour les semis plus âgés.

On observe des différences importantes dans les mesures détaillées des plants soumis aux échanges gazeux (fig. 3). Par exemple, la masse des parties aériennes et la silhouette foliaire indiquent des changements considérables dans le temps pour trois régimes nutritifs (fig. 3A et B), et la concentration en pigments chlorophylliens (chloro-

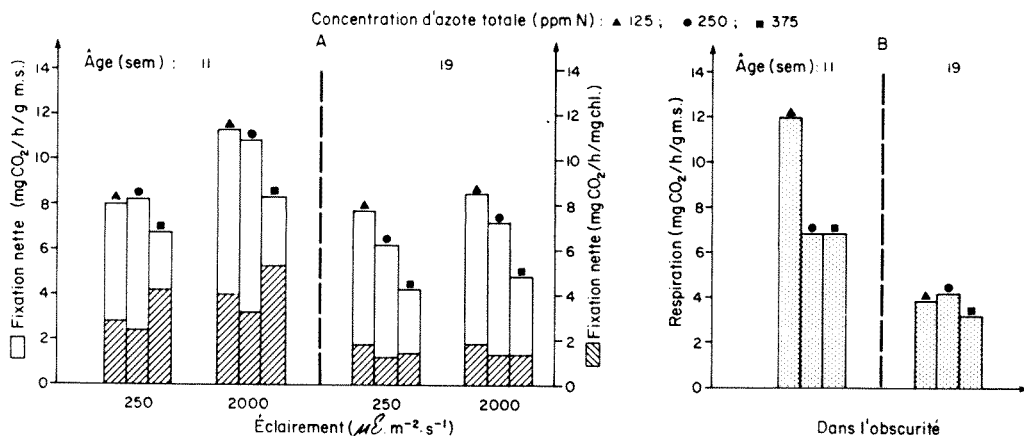


Figure 1. Influence de la concentration d'engrais sur les échanges CO<sub>2</sub> des semis d'épinette noire à la lumière et à l'obscurité. Ces données représentent les moyennes de deux expériences séparées. Solution d'engrais 20-20-20 additionné de magnésium et de soufre. Fixation nette de CO<sub>2</sub> par les parties aériennes, pour une concentration de 314 vpm de CO<sub>2</sub> à 25°C et 50% d'humidité relative.

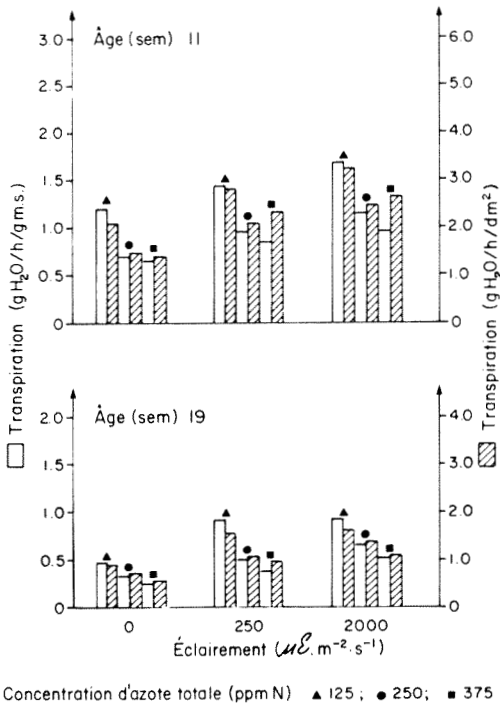


Figure 2. Influence de la concentration d'engrais et de l'éclairage sur la transpiration de semis d'épinette noire en conteneurs. Moyennes de deux expériences séparées, mesures enregistrées avec 314 vpm de  $CO_2$ , 25°C et 50% d'humidité relative.

phylles a et b) subit particulièrement l'influence de la solution nutritive la plus concentrée (fig. 3C).

**Discussion**

Une attention particulière doit être accordée aux régimes nutritifs à l'essai. La solution d'engrais (20-20-20 améliorée) se rapproche, pour les différents éléments, des proportions retrouvées dans la nature. Les trois solutions d'engrais étudiées comportaient les mêmes éléments dans des proportions constantes; seule la concentration totale de la solution injectée changeait. Cette situation est fréquente dans les cas de production en serre: la dose périodique appliquée est constante ou modifiée dans le temps, mais ces applications successives se traduisent par une accumulation saline dans le substrat (Hocking, 1972; Scarratt, 1972; Sheedy, 1978; Touzet & Heinrich, 1971). Comme le montre la figure 4, les différents traitements donnent lieu à toute une gamme de concentrations dans ce milieu d'enracine-

ment; seuls les délavages périodiques (avec un milieu approprié) permet de rétablir des régimes moyens (soit 125, 250 et 375 ppm N) dans les conteneurs. Une exception à cette règle serait le cas de solutions hydroponiques (Hoagland & Arnon, 1938; Ingestad, 1962 & Swan, 1960) ainsi que des variantes

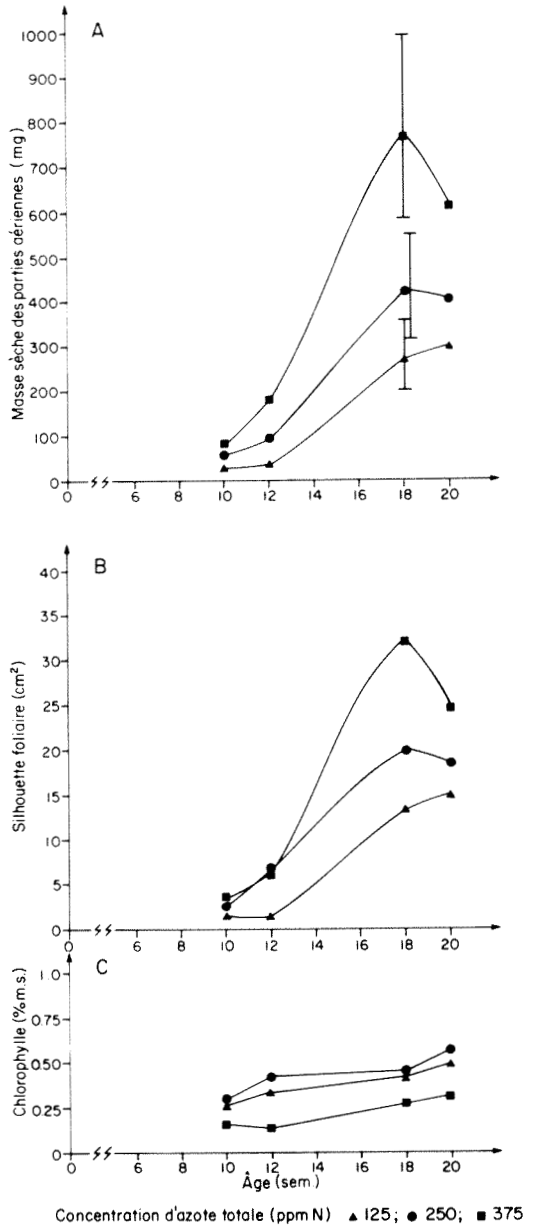


Figure 3. Influence de la concentration d'engrais sur le développement de semis d'épinette noire. Ces données représentent la moyenne d'échantillon (A,  $\pm$  un écart-type, à 18 semaines).

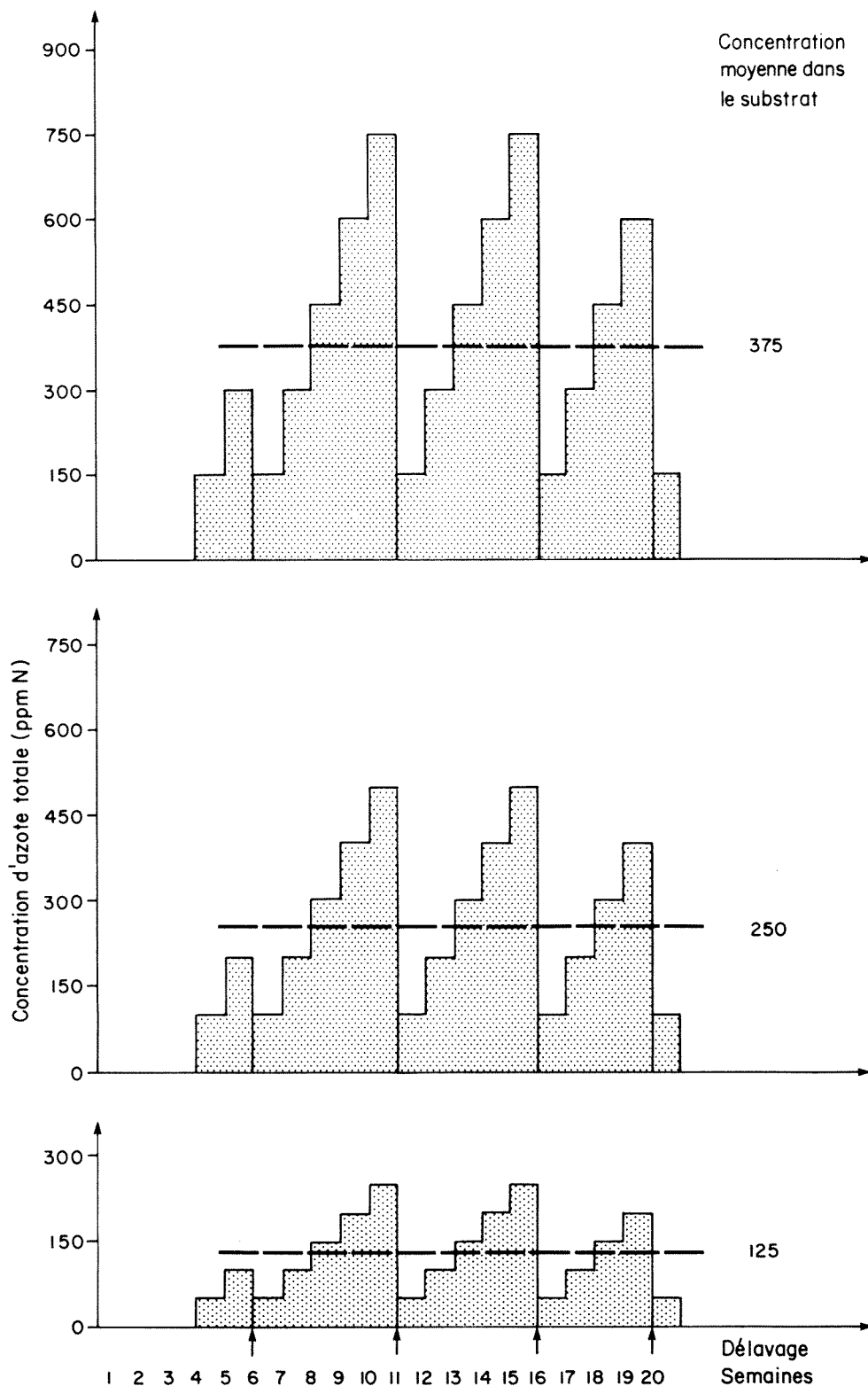


Figure 4. Nutrition minérale dans les conteneurs (solution d'engrais 20-20-20 amélioré). En supposant un délagage parfait, une fertilisation cumulative sans perte entre les traitements et une teneur en eau à peu près constante, on peut calculer la concentration d'un élément en particulier dans le milieu d'enracinement.



de cette dernière, telle la *nutrient film technique* (Cooper, 1976) où la solution nutritive est recirculée périodiquement (Weetman, 1970; Logan & Pollard, 1976). Ces dernières techniques ont donné d'excellents résultats, mais elles sont pratiquement limitées au domaine de la recherche expérimentale. Lorsqu'on envisage la production sur une grande échelle, on doit travailler avec un régime nutritif facilement applicable et qui ne soulève pas trop de questions théoriques pour l'utilisateur. Ainsi, la nutrition minérale à partir d'un engrais commercial (facilement disponible) semble beaucoup plus adaptée aux besoins envisagés. Malgré cette simplification, il faut quand même déterminer le régime d'appoint pour l'essence en production. Nos études antérieures ont montré l'influence de la concentration d'engrais, de la dimension du conteneur et de l'irradiation sur le développement de semis d'épinette noire (D'Aoust, 1976, 1978a, 1978b)<sup>2</sup>. Le tableau I et la figure 3 indiquent que pour un éclaircissement au niveau de saturation photosynthétique, la solution minérale qui maximise la croissance s'obtient pour la dilution d'engrais 20-20-20 amélioré, dont la concentration moyenne d'azote se chiffre à 375 ppm N dans ce milieu d'enracinement. Cette solution d'engrais donne des semis possédant des caractéristiques supérieures aux semis produits dans le passé (D'Aoust, 1976, 1978a). De plus, sauf pour le diamètre au collet, ces résultats montrent des semis d'épinette noire aussi gros que ceux obtenus par Pollard et Logan (1975) et Scarratt (1972) pour l'épinette blanche. Cependant, on doit reconnaître que cette croissance peut être attribuable, du moins en partie, à l'irradiation; puisque, comme l'a démontré Scarratt (1972), l'espacement, intimement relié au facteur lumière, donne sensiblement de meilleurs résultats. D'ailleurs, durant la croissance juvénile, l'épinette noire est plus sensible que l'épinette blanche au facteur lumière (Logan, 1969). Notons, comme l'ont observé Philipson et Coutts (1977), que l'augmentation de la quantité d'engrais favorise surtout les parties aériennes (tableau I). Nos semis auraient la taille de type «moyen» selon les standards établis par Scarratt et Reese (1976), mais de qualité «inférieure» selon

la méthode utilisée par Roller (1977) pour des semis d'épinette noire destinés au reboisement.

Il est difficile de juger de l'importance relative des régimes nutritifs proposés par différents auteurs (Ingestad, 1962; Hocking, 1972; Mathews, 1971; Sheedy, 1978; Touzet & Heinrich, 1971; Van Eerden, 1974); d'ailleurs, selon Ingestad (1967), dans le cas de nutrition optimale, les proportions entre les éléments de la plante varient très peu, tant à différents âges qu'entre les espèces, mais les concentrations totales de ces éléments peuvent varier. Par contre, entre les essences, des différences significatives ont été mesurées pour différents régimes nutritifs (Mathews, 1971; Touzet & Heinrich, 1971). Toutefois, puisque la croissance subséquente sur le terrain est affectée par la grosseur du semis transplanté, l'importance du régime nutritif est d'assurer une croissance optimale durant la période de culture (Hulten, 1972).

La nutrition minérale exerce aussi une action sur les échanges de CO<sub>2</sub> des semis cultivés (fig. 1). Le taux de fixation de CO<sub>2</sub>, par rapport à un gramme de masse sèche, est par son expression même modifié par l'accumulation de la matière sèche (fig. 1A). La diminution du taux de fixation implique qu'en présence d'une nutrition abondante, une proportion de plus en plus grande de matière sèche accumulée n'est pas fonctionnelle dans la photosynthèse: on constate alors une croissance luxuriante (Keller, 1972). Il est évident que 125 ppm N de l'engrais chimique, dans nos conditions de culture, ne limite pas la fixation photosynthétique; mais, comme l'ont démontré Lister *et al.* (1968) pour le pin blanc, une concentration au-dessus de 250 ppm N semble excessive. Exprimé par rapport à la chlorophylle (fig. 3B), nos résultats apparaissent différents de ceux de Keller et Weetman (tels que cités par Kozlowski et Keller, 1966), mais la raison principale est sans doute que nos semis ont presque atteint un niveau de saturation de pigments chlorophylliens avec les concentrations d'engrais à l'essai (Chartier, 1966). Dans l'obscurité, sauf dans un cas, le dégagement de CO<sub>2</sub> est proportionnel à la masse sèche. Par conséquent, les taux de respiration sont à peu près constants. Aussi, tel que démontré antérieurement (Clark, 1961; D'Aoust, 1978b; Freeland, 1952; Logan & Pollard, 1971), les échanges de CO<sub>2</sub> diminuent avec l'âge des tissus (fig. 1B).

<sup>2</sup> À noter, dans ces travaux précédents, que les concentrations stipulées étaient celles de la première application d'engrais dans le milieu; par conséquent, 50 ppm N est à peu près équivalent à une concentration moyenne de 125 ppm N, tel que discuté dans le présent travail.

La transpiration, comme l'a démontré Keller (1967), est également modifiée par la nutrition minérale (fig. 2). Par unité de silhouette foliaire, la transpiration tend à se stabiliser avec l'augmentation de la fertilisation. Ainsi, pour les concentrations plus élevées, la perte en eau par décimètre carré de surface est réduite de 20% à 30% et ceci tant à la lumière que dans l'obscurité. De même l'efficacité hydrique, c'est-à-dire le rapport entre les taux de fixation nette de  $\text{CO}_2$  et la transpiration, est nettement améliorée dans les cas des semis ayant subi les traitements des deux solutions concentrées (250 et 375 ppm N); et l'efficacité hydrique augmente avec la maturation des semis (D'Aoust, 1978b). Cette augmentation du rapport ( $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ ) avec l'âge et la nutrition est un facteur important dans la survie du semis. Par exemple, le transfert des plants de la serre vers un terrain forestier doit se faire dans les meilleures conditions possible. Pour ce faire, la diminution de la transpiration est un préalable essentiel à la survie du semis en milieu non contrôlé (Kozlowski, 1976).

L'augmentation de la silhouette foliaire est particulièrement marquée entre les trois traitements (fig. 3B); d'ailleurs cette sensibilité à la nutrition avait déjà été remarquée chez le sapin de Douglas (Brix & Ebel, 1969). Cependant, plus cette surface tend à augmenter, plus son évaluation devient difficile par la technique d'obstruction du flux lumineux. Ainsi, à vingt semaines, la solution la plus concentrée a comme effet de diminuer la silhouette foliaire; cette diminution n'est sans doute qu'en partie réalisée par l'interaction de l'effet d'ombre qui modifie le rapport surface-silhouette. Cet effet agit également sur la photosynthèse en diminuant la fixation nette de carbone par unité de surface réelle. D'ailleurs, pour les fortes concentrations d'engrais, les masses sèches totales montrent une diminution de la vitesse de croissance entre 17 et 20 semaines (fig. 3A). Néanmoins, il ne faudrait pas non plus nier l'effet inhibiteur que peut avoir la fertilisation lorsque l'on atteint des doses excessives (Ingestad, 1962; Kramer & Kozlowski, 1960; Swan, 1960). Les différences de croissance entre la figure 3 et le tableau II ne sont pas significatives, mais la croissance mesurée pour la plus faible concentration d'engrais est hautement significative par rapport à nos travaux antérieurs (D'Aoust, 1976, 1978a, 1978b). Cette différence peut être attribuable au volume du conteneur et/ou au volume d'eau disponible pour le semis en

croissance. La concentration en chlorophylle (a et b) varie aussi en fonction du temps pour les traitements à l'essai (Lister *et al.*, 1968); mais, comme pour la photosynthèse, l'expression même des résultats modifie les courbes.

Une dernière possibilité demeure pour expliquer certaines de ces modifications dans le temps; il s'agirait de changements de type ontogénétique (D'Aoust, 1978b; Milthorpe & Moorby, 1974; Zelawski & Walker, 1976).

Enfin, la discussion présentée dans cette recherche, vise à établir un régime d'appoint; par conséquent, on doit probablement introduire des modifications dans la solution nutritive proposée lorsqu'on veut l'utiliser dans un traitement d'endurcissement à la fin de la production, avant le transfert sur le terrain (Brix & van den Driessche, 1974).

### Remerciements

Je voudrais remercier madame Diane Lavoie pour le travail technique tout au long de ces études.

### Références

- ALLISON, C. J. Jr., 1974. Design considerations for the RL single cell system. — Pages 233-236 in R. W. Tinus, W. I. Stein & W. E. Balmer (eds.), Proc. N. Am. Containerized Forest Tree Seedling Symposium, Denver, Colorado, August 26-29. Great Plains Agric. Coun. Publ. no. 68, 458 p.
- BRIX, H. & L. F. EBELL, 1969. Effects of nitrogen fertilization on growth, leaf area and photosynthesis rate in Douglas fir. — For. Sci., 15: 189-196.
- BRIX, H. & R. VAN DEN DRIESSCHE, 1974. Mineral nutrition of containergrown tree seedlings — Pages 77-84 in R. W. Tinus *et al.* (ed.), Proc. N. Am. Containerized Forest Tree Seedling Symposium, Denver, Colorado, August 26-29. Great Plains Agric. Coun. Publ. no. 68, 458 p.
- CARLSON, L. W. & W. D. JOHNSTON, 1979. Use of rhizometer to estimate foliar surface area. — Can. For. Serv. Bi-Mon. Res. Notes, 35(2): 9.
- CHARTIER, P., 1966. Étude théorique de l'assimilation brute de la feuille. — Annls Physiol. vég. (Paris), 8: 167-196.
- CLARK, J., 1961. Photosynthesis and respiration in white spruce and balsam fir. — State University College of Forestry at Syracuse University, Syracuse, New York. Tech. Publ., no. 85, 72 p.
- COOPER, A., 1976. The nutrient-film technique. — Hort. Ind., Feb., 1976, p. 26-27.
- D'Aoust, A. L., 1976. Effets d'un engrais chimique sur la croissance de semis d'épinette noire en godets. — Can. J. For. Res., 6: 13-19.

- D'AOUST, A. L., 1978a. Influence de l'irradiation sur la croissance de plants d'épinette noire en contenants placés dans deux enceintes de culture. — *Can. J. For. Res.*, 8: 316-321.
- D'AOUST, A. L. 1978b. La physiologie des semis d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP) en contenants. — *Can. Centre Rech. For. Laurentides, Rapp. Inf. LAU-X-35*, 26 p.
- FREELAND, R. O., 1952. Effect of age of leaves upon the rate of photosynthesis in some conifers. — *Pl. Physiol.*, 27: 685-690.
- FRISQUE, G., G. F. WEETMAN & C. CLEMMER, 1978. Analyse, 10 ans après coupe de bois à pâte, des problèmes de régénération dans l'est du Canada. — *Inst. Can. de Rech. en Génie forestier, Rapp. tech. RT-23*, 67 p.
- HATCHER, R. J., 1964. Regeneration stocking in black spruce cutover and cutover and burned stands in Quebec. — *Can. Dept. For. Mimeogr. Rep. no. 64-Q-28*, 8 p.
- HAWEY, R., 1977. La régénération artificielle et ses techniques au Québec. — *Pulp Pap. Can.*, Oct. 1977, p. 41-49.
- HOAGLAND, D. R. & D. I. ARNON, 1938. The water-culture method for growing plants without soil. — *Univ. Calif., Exp. Stn., Circ.*, no. 347, 39 p.
- HOCKING, D., 1972. Comparison of proprietary with prescription nutrient solutions for Alberta white spruce and logpole pine. — *Can. Nth. For. Res. Centre. Inf. Rep. NOR-X-35*, 19 p.
- HULTEN, H., 1972. Methods for production of seedlings in plastic greenhouses. — *Can. Dept. Environment Library, Transl. OÖEN TR-134*, 19 p.
- INGESTAD, T., 1962. Macro-element nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. — *Medd. St. Skogsforskningsint*, 51, 157 p.
- INGESTAD, T., 1967. Methods for uniform optimum fertilization of forest tree plants. XIV. IUFRO-KONGRESS Section 22, Munchen, p. 265-269.
- KELLER, T., 1967. The influence of fertilization on gaseous exchange of forest tree species. — *Proc. Coll. Forest Fertilization, Jyväskylä, Finland*, p. 65-79.
- KELLER, T., 1972. Gaseous exchange of forest trees in relation to some edaphic factors. — *Photosynthetica*, 6: 197-206.
- KOZLOWSKI, T. T., 1976. Drought and transplantability of trees. Symposium Proc. «Better trees for metropolitan landscape». — *U.S.D.A. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-22*, p. 77-90.
- KOZLOWSKI, T. T. & T. KELLER, 1966. Food relations of woody plants. — *Bot. Rev.*, 32: 293-382.
- KRAMER, P. J. & T. T. KOZLOWSKI, 1960. *Physiology of trees*. McGraw-Hill, N.Y., 642 p.
- LE BLANC, H. N., 1977. Régénération forestière — Québec. Mémoire régional préparé pour «Canada: urgence forêt». Compte rendu conférence nationale sur la régénération forestière, Québec 19-21 oct., p. 66-86.
- LISTER, G. R., V. SLANKIS, G. KROTKOV & C. D. NELSON, 1968. The growth and physiology of *Pinus strobus* L. seedlings as affected by various nutritional levels of nitrogen and phosphorus. — *Ann. Bot.*, 32: 33-43.
- LOGAN, K. T., 1969. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. V. Black spruce, white spruce, balsam fir, and eastern white cedar. — *Can. Dept. Fish. For. Publ.*, 1256, p. 1-12.
- LOGAN, K. T. & D.F.W. POLLARD, 1971. Comparative investigations of dry matter production in young tree seedlings using classical growth analysis and gas analysis techniques. — *Can. Petawawa For. Exp. Stn Inf. Rep. PS-X-25*, 11 p.
- LOGAN, K. T. & D. F. W. POLLARD, 1976. Growth acceleration of tree seedlings in controlled environment at Petawawa. — *Can. Petawawa For. Exp. Stn Inf. Rep. PS-X-62*, 11 p.
- MATTHEWS, R. G., 1971. Container seedling production: a provisional manual. — *Can. Pacif. For. Res. Centre, Inf. Rep. BC-X-58*, 57 p.
- MILTHORPE, F. L. & J. MOORBY, 1974. An introduction to crop physiology. — *Cambridge University Press*, 202 p.
- PHILIPSON, J. J. & M. P. COUTTS, 1977. The influence of nutrition on the root development of trees. II. The effect of specific nutrient element on the growth of individual roots of Sitka spruce. — *J. exp. Bot.*, 28: 864-871.
- POLLARD, D.F.W. & K. T. LOGAN, 1975. Prescription of the aerial environment for a plastic greenhouse nursery. 12th Lake States Forest Tree Improvement Conference. Petawawa, Ontario, August 19-21. — *U.S.D.A. Forest Serv. Gen. Tech. Rep. NC-26*, p. 181-191.
- ROLLER, K. J., 1977. Suggested minimum standards for containerized seedlings in Nova Scotia. — *Can. Marit. For. Res. Centre. Inf. Rep. M-X-69*, 18 p.
- SCARRATT, J. B., 1972. Effect of tube diameter and spacing on the size of tubed seedling planting stock. — *Can. Great Lakes For. Res. Centre Inf. Rep. O-X-170*, 16 p.
- SCARRATT, J. B. & K. H. REESE, 1976. Objectives and criteria for planting stock production in Ontario. — *Ontario Min. nat. Res.*, *Can. Great Lakes For. Res. Centre Rep. O-X-170*, 16 p.
- SESTAK, Z., J. CATSKY & P. G. JARVIS (eds.), 1971. *Plant photosynthetic production manual of methods*. Dr. W. Junk. N.V. — Publishers, The Hague, the Netherlands, 818 p.
- SHEEDY, G., 1978. Production en serre de semis d'épinette blanche en récipient, essais de divers milieux de culture, de trois calendriers de fertilisation et de deux types de contenants. — *Min. Terres et Forêts du Québec, Service de la recherche, Rapp. interne, n° 186*, 22 p.
- SWAN, H.D.S., 1960. The mineral nutrition of Canadian pulpwood species: I. The influence

- of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium deficiency on the growth and development of white spruce, black spruce, jack pine and western hemlock seedlings grown in a controlled environment. — Pulp Pap. Res. Inst. Canada, Tech. Rep., no. 168, p. 1-65.
- TOUZET, G. & J. C. HEINRICH, 1971. Alimentation minérale équilibrée de semis résineux — Méthode de culture sur milieu artificiel. — AFOCEL, p. 63-105.
- VAN EERDEN, E., 1974. Growing season production of western conifers. Pages 93-104 in R. W. Tinus, W. I. Stain & W. E. Balmer (eds.), Proc. N. Am. Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26-29. Great Plains Agric. Coun. Publ. no. 68, 458 p.
- WEETMAN, G. E., 1970. A trial of a new hydroponic system for the production of black spruce and jack pine seedlings. — Pulp Pap. Res. Inst. Canada. Woodland Paper WP-17, 15 p.
- WYNIA, A., 1975. Production of black spruce nursery stock in the boreal forest region. Pages 95-106. in «Black Spruce Symposium» Proc. of a symposium sponsored by Ontario Ministry of Natural Resources and Great Lakes Forest Research Centre, Thunder Bay, Ont. Proc. Con. For. Service. O-P-4, 289 p.
- ZELAWSKI, W. & R. B. WALKER, 1976. Photosynthesis, respiration and dry matter production. Pages 88-119 in J. P. Miksche (ed.), Modern methods in forest genetics. Springer-Verlag, 289 p.



## **CROISSANCE D'UN PEUPEMENT DE SAPIN-ÉPINETTE À LA SUITE DE L'ÉCLAIRCIE ET DE LA FERTILISATION AU SUD-EST DE QUÉBEC<sup>1</sup>**

H. A. BOLGHARI

*Service de la recherche forestière,  
Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec,  
2700, rue Einstein, Ste-Foy, Québec G1P 3W8*

### **Résumé**

On a analysé l'accroissement en volume et en diamètre d'un peuplement dense de sapin-épinette à la suite d'une éclaircie et de fertilisations. Il s'agit d'un peuplement âgé d'une cinquantaine d'années, croissant sur une station de première qualité. L'analyse porte sur l'accroissement, après cinq et sept saisons de croissance, de 15 placettes d'échantillonnage soumises à six traitements différents.

Les deux traitements les plus efficaces sont respectivement l'éclaircie combinée à la fertilisation à l'azote et l'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK. Le volume additionnel de bois marchand produit grâce à ces traitements est respectivement de 2 et de 1,3 m<sup>3</sup>/ha/an. L'accroissement supplémentaire en diamètre moyen obtenu après sept saisons de croissance varie entre 6 et 31 pour 100 dans les placettes traitées par rapport aux placettes-témoins. À l'exception de l'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK, pour un même traitement les épinettes ont un accroissement périodique en diamètre supérieur aux sapins. Les sapins et les épinettes soumis aux différents traitements croissent en fonction directe de leur diamètre initial. Pour chaque traitement, des équations de régression linéaire sont préparées pour permettre l'estimation de l'accroissement septennal en surface terrière des deux essences.

### **Abstract**

Volume and diameter increments in a dense fir-spruce stand were analyzed following thinning and fertilization. This stand is about fifty years old and is growing on a first quality site. The analysis is centered on increment after five and seven growing seasons in 15 sample plots following six treatments.

The two most effective treatments were, respectively, thinning combined with nitrogen fertilization, and thinning combined with NPK fertilization. The annual merchantable wood surplus derived from these treatments is in the order of 2 and 1,3 m<sup>3</sup>/ha respectively. In the treated plots, the increase in mean diameter increment, relative to the control plots, varies between 6 and 31% after seven growing seasons. Except for thinning combined with NPK fertilization, spruce has a greater periodic diameter increment than fir for the same treatment. Firs and spruces submitted to different treatments grow in direct proportion to their initial diameters. For each treatment, linear regression equations are being prepared in order to estimate basal area increment over seven seasons for both species.

### **Introduction**

Au Québec, la réaction des peuplements de sapin au traitement d'éclaircie a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment Matte (1962), Hatcher (1961), Lafond (1964), Mac-

Arthur (1965), Bolghari (1966), Vézina et Doucet (1969), Bertrand et Bolghari (1970) ainsi que Corriveau (1971 a et b). Ces études traitent surtout des sapinières de la forêt boréale.

En ce qui concerne la réaction des sapinières ainsi que des pessières et des pine-raies grises à la fertilisation, elle a été analysée dans le cadre du projet interpro-

<sup>1</sup> Extrait n° du Service de la recherche forestière, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

vincial de fertilisation des forêts naturelles par Weetman *et al.* (1976, 1978, 1979) ainsi que Veilleux et Sheedy (1978).

En réduisant la densité du peuplement, l'éclaircie permet d'obtenir une stimulation de l'accroissement. Afin d'avoir de meilleurs résultats, du moins pour l'accroissement en diamètre, il faut appliquer ce traitement lorsque le peuplement est encore jeune (dans le cas des sapinières entre 10 et 20 ans) (Vézina & Doucet, 1969).

Par l'amélioration de la fertilité d'une station, la fertilisation permet aussi d'obtenir une augmentation de la production ligneuse. Pour réaliser un gain rapide et avoir une rentabilité acceptable, il est recommandé d'appliquer ce traitement lorsque le peuplement est au stade de prématurité, c'est-à-dire dix à quinze ans avant la coupe finale (Bernier, 1966).

À l'exception des travaux de Weetman (1975) et de Gagnon et Swan (1979), on connaît peu au Québec la production des sapinières pures ou de celles qui croissent en association avec l'épinette à la suite d'une éclaircie combinée à la fertilisation.

La présente étude a été entreprise dans cette perspective et les résultats doivent per-

mettre de connaître l'efficacité de ces traitements, appliqués conjointement, comme mesure d'aménagement en vue d'augmenter la production ligneuse des peuplements semblables dans la région forestière des Grands-Lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1959).

### Matériel et méthodes

Le secteur d'expérience est situé dans la réserve cantonale de Talon à proximité de Sainte-Lucie-de-Beaugard dans le comté de Montmagny, à environ 80 km au sud-est de Québec (fig. 1). Cette réserve cantonale fait maintenant partie de l'unité de gestion des Appalaches. Elle est située dans la section L.6 de la région forestière des Grands-Lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1959).

Les 15 placettes d'échantillonnage, dont les données sont analysées dans le cadre de la présente étude, font partie d'un réseau de 42 placettes permanentes, d'une superficie de 0,04 ha chacune, établies par le Fonds de recherches forestières de l'Université Laval (FRUL) pour mesurer l'effet combiné de l'éclaircie commerciale et de la fertilisation sur l'accroissement et la production de quelques types de peuplement situés dans la réserve cantonale de Talon. Il s'agit de types

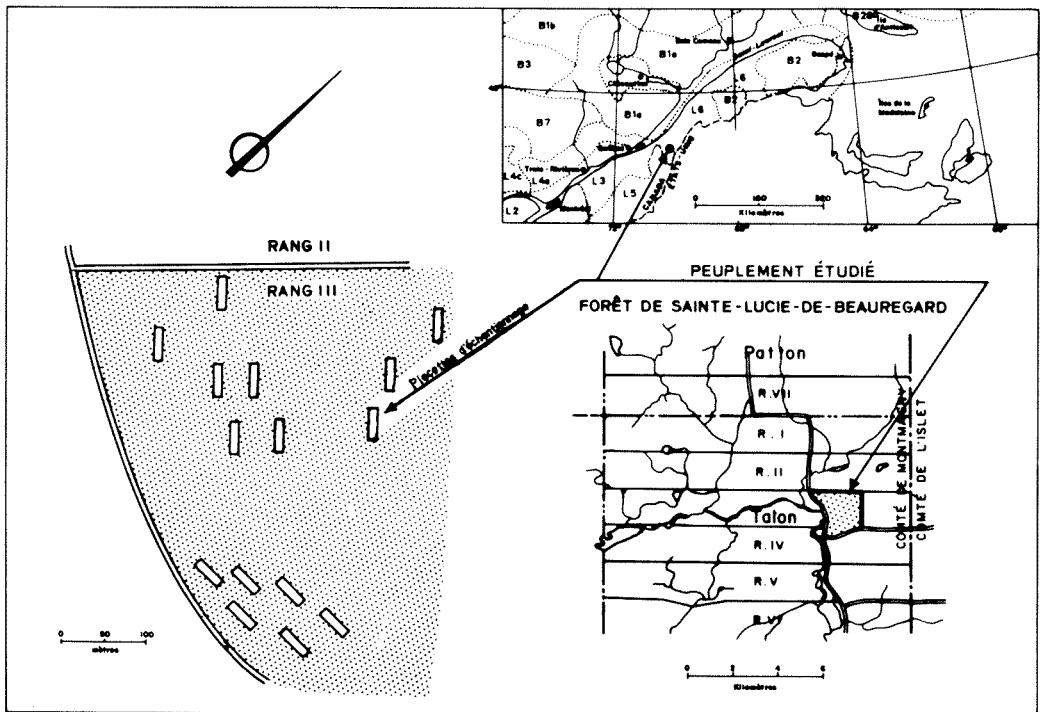


Figure 1. Localisation du secteur étudié et des placettes d'échantillonnage.

de peuplement représentatifs des forêts privées de la région. Environ 259 ha ont été éclaircis. Le projet a été confié au FRUL par le ministère des Terres et Forêts (maintenant le ministère de l'Énergie et des Ressources) du Québec dans le but d'étudier également la productivité et le coût de diverses méthodes de traitements sylvicoles (Lussier & Tomlinson, 1973).

Le dispositif expérimental est situé à une altitude approximative de 400 mètres. Les 15 placettes d'échantillonnage représentent les peuplements de sapin-épinette caractéristiques des climax édaphiques se développant dans le domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune (Grandtner, 1966). Il s'agit de sapin baumier (*Abies balsamea*, L. Mill), d'épinette noire (*Picea mariana*, (Mill.) BSP) et, probablement, d'épinette hybride (épinette noire  $\times$  épinette rouge) (Holst, 1962; Manley, 1972), et de quelques essences compagnes. Toutefois, selon Gordon (1976), la probabilité de l'existence de l'hybride naturel entre ces deux épinettes semble relativement faible. Parmi les essences compagnes, on peut signaler la présence de bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) et de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.). La proportion de ces essences compagnes dans le peuplement est faible et constitue moins de 1% de la surface terrière totale. En ce qui concerne la proportion de sapin et d'épinette, la première essence est plus abondante quant au nombre de tiges et prédomine quant à la surface terrière. En ce qui a trait au volume marchand, cette proportion varie d'une placette à l'autre.

Au point de vue pédologique, les placettes d'étude se trouvent sur des podzols orthiques des séries Calder (dépôts fluvio-glaciaires à drainage de bon à excessif, donc de moyennement humide à sec) et Arago (till glaciaire à bon drainage).

Il s'agit d'un peuplement équienné âgé d'une cinquantaine d'années croissant sur une station dont l'indice de fertilité est de 15 mètres (classe de fertilité I) (Vézina & Linteau 1968). Les tables de Vézina et Linteau (1968) sont construites pour les peuplements croissant en forêt boréale. Néanmoins, elles permettent d'avoir un aperçu de la densité relative du peuplement étudié. Ainsi, avant l'éclaircie, cette densité relative variait approximativement entre 1,17 et 1,34, ce qui indique qu'il s'agit d'un peuplement surabondant (peuplement de densité supérieure à la densité normale).

#### TRAITEMENTS EXPÉRIMENTÉS

La coupe expérimentée est une éclaircie commerciale mixte dont l'objectif est de favoriser la production du bois de sciage. Avant l'éclaircie, on a procédé au martelage des arbres à enlever. On a donc favorisé les arbres sains et sans défaut extérieur apparent, aptes à utiliser au maximum le potentiel productif de la station. Le diamètre à hauteur de poitrine et l'essence des arbres martelés ont été notés de façon à pouvoir déterminer l'intensité de l'éclaircie et le volume des arbres enlevés par la coupe. L'abattage, l'ébranchage et le tronçonnage ont été faits à la scie mécanique. Les bois à pâte ainsi produits ont été débusqués par des tracteurs légers de façon à minimiser les dégâts au peuplement résiduel. Le rendement des bûcherons et des débusqueuses a été étudié par Lussier et Tomlinson (1973). La coupe d'éclaircie a été effectuée à l'automne de 1967.

La coupe expérimentée est une éclaircie commerciale d'intensité modérée par laquelle on a enlevé environ 20% de la surface terrière totale initiale. Cette coupe a eu pour effet de ramener la densité relative à environ 0,93.

Deux fertilisants ont été expérimentés: a) l'azote sous forme d'urée à raison de 224 kg/ha; b) le NPK (azote, phosphore et potassium). Dans ce cas, l'azote se retrouve sous forme d'urée à raison de 224 kg/ha, le phosphore sous forme de triple superphosphate à raison de 168 kg/ha et le potassium sous forme de sul-po-mag (sulfate de potassium et de magnésium) à raison de 112 kg/ha. Ces fertilisants ont été répandus à la volée et de façon aussi uniforme que possible, au début de la saison de croissance en 1968.

Parmi les 15 placettes, six ont été éclaircies et fertilisées soit à l'azote ou au NPK, trois ont été éclaircies seulement, quatre ont été fertilisées mais non éclaircies (deux placettes fertilisées à l'azote et les deux autres au NPK) et enfin, deux placettes n'ont reçu aucun traitement et servent de témoins.

#### MESURES PRISES SUR LE TERRAIN

Après la délimitation des placettes d'échantillonnage et avant l'application des traitements, les mesures suivantes ont été prises dans chacune des 15 placettes:

a) Dans le but de déterminer avec précision les caractéristiques dendrométriques du peuplement avant et immédiatement après



l'éclaircie, on a mesuré le diamètre à hauteur de poitrine (1,37 m) et noté l'essence de tous les arbres mesurant 1,5 cm et plus à cette hauteur. Cette mesure a été prise à l'aide d'un ruban circonférentiel.

b) Pour déterminer l'indice de qualité de station, on a mesuré l'âge total et la hauteur de 15 arbres parmi les dominants et les co-dominants dans chaque parcelle. La hauteur totale a été mesurée à l'aide d'un altimètre Haga, tandis que l'âge a été déterminé sur des carottes prélevées au moyen de la sonde de Pressler.

c) Enfin, pour le sapin aussi bien que pour l'épinette, on a mesuré le diamètre à hauteur de poitrine (1,37 m) et la hauteur totale de 10 arbres par classe de diamètre. Ces dernières données ont servi à établir la relation diamètre-hauteur pour chaque essence et à préparer un tarif de cubage local basé sur les tarifs de Tremblay (1966).

Les placettes d'expérience ont fait l'objet de deux remesurages, après cinq et sept saisons de croissance. Au cours de ces remesurages, on a noté le diamètre et l'essence des arbres vivants et morts dans chaque placette. Les données ainsi relevées ont permis de déterminer l'impact des traitements expérimentés sur l'augmentation de la production ligneuse. Depuis 1974, les peuplements faisant partie de cette expérience sont affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Depuis lors, des observations supplémentaires ont porté sur la défoliation et la mortalité des arbres de façon à pouvoir déterminer l'impact de l'épidémie sur l'évolution du peuplement (Bolghari, en prép.). Ainsi, le présent travail traite surtout de l'accroissement et du développement du peuplement en période non épidémique.

#### ANALYSE DES DONNÉES

À partir de données relevées au début de l'expérience, après l'éclaircie et à la suite de deux remesurages, on a procédé aux calculs suivants : a) calcul du volume, de la surface terrière, du diamètre moyen et du nombre de tiges des placettes avant et immédiatement après les traitements ; b) calcul des accroissements périodiques nets (sans mortalité) et brut (avec mortalité) en volumes, en surface terrière et en diamètre. Ces calculs ont permis de procéder aux analyses suivantes :

a) Analyses de régression : l'objectif de ces analyses est de vérifier l'influence de la densité initiale (surface terrière immédiatement après l'éclaircie) sur la réaction du

peuplement aux traitements expérimentés. Dans ce but, les relations entre l'accroissement périodique net (accroissement après sept saisons de croissance) en surface terrière, en volumes total et marchand, et la densité initiale sont analysées à l'aide de modèles de régressions linéaires simples et paraboliques.

b) Analyses de variance : ces analyses ont permis de vérifier sur le plan statistique la différence de réaction du peuplement aux six traitements expérimentés. Ces analyses ont porté sur les accroissements périodiques nets en surface terrière, en volume total et en volume marchand.

c) Pour chaque traitement, le calcul de la croissance des sapins et des épinettes a permis d'établir, par la méthode de régression, une relation entre l'accroissement périodique (accroissement septennal) en surface terrière des arbres et leur diamètre initial (diamètre immédiatement après l'éclaircie). Ces analyses ont été faites pour les arbres de dimensions marchandes (diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 9 cm). Ce sont des modèles de régression linéaire simples et paraboliques qui ont été analysés. Pour chaque essence, les équations trouvées permettent d'estimer l'accroissement périodique des arbres de différentes classes de diamètre en tenant compte des traitements expérimentés. Il s'agit d'une méthode indirecte pour estimer l'accroissement en diamètre.

Pour chaque essence, les équations trouvées pour les différents traitements sont comparées entre elles suivant la méthode suggérée par Kozak (1970) (test de parallélisme et de coïncidence). La même comparaison a été faite entre les régressions trouvées pour les deux essences soumises au même traitement. Suivant les résultats de ces comparaisons, on propose de nouvelles régressions appelées «régressions communes», qui servent à estimer l'accroissement périodique en surface terrière des arbres ayant subi deux, trois et parfois plusieurs traitements distincts, ainsi que l'accroissement des deux essences soumises au même traitement.

#### Résultats

##### CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES AVANT ET APRÈS LES TRAITEMENTS

Les caractéristiques dendrométriques des placettes d'échantillonnage sont montrées

TABLEAU I

Caractéristiques dendrométriques des placettes d'échantillonnage avant et immédiatement après le traitement<sup>a</sup>

Caractéristiques	Placettes éclaircies						Placettes non éclaircies		
	N 3 placettes		NPK 3 placettes		Non fertilisée 3 placettes		N 2 placettes	NPK 2 placettes	Témoin 2 placettes
	avant coupe	après coupe	avant coupe	après coupe	avant coupe	après coupe			
Nombre de tiges par hectare	3 746	3 031	4 142	3 484	4 109	3 402	3 002	4 200	3 286
Volume total (m <sup>3</sup> /ha)	257	206	257	199	264	207	326	289	292
Volume marchand (m <sup>3</sup> /ha)	205	164	204	156	207	160	283	233	244
Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	43,0	34,1	43,0	33,9	45,0	35,7	48,1	49,5	47,2
Diamètre moyen (cm)	12,1	12,0	11,5	11,2	11,8	11,6	14,3	12,3	13,5

<sup>a</sup> Tous les arbres de 1,5 cm et plus à hauteur de poitrine, sauf pour le volume marchand pour lequel on a considéré les arbres de 9,1 cm et plus à cette hauteur.

au tableau I. La comparaison des données présentées dans ce tableau avec les tables de Vézina et Linteau (1968) permet de constater les faits suivants : a) le nombre de tiges, la surface terrière, le volume total aussi bien que le volume marchand du peuplement étudié sont supérieurs à ceux d'un peuplement de densité normale de même âge et croissant sur des stations de qualité identique ; b) par contre, le diamètre moyen du peuplement étudié est inférieur à celui d'un peuplement identique de densité normale.

Ces comparaisons indiquent clairement qu'il s'agit d'un peuplement non éduqué où la forte densité constitue un facteur limite pour la croissance en diamètre des arbres. L'éclaircie a permis de réduire cette densité par l'enlèvement du surplus d'arbres tout en régularisant l'espacement entre ceux-ci. La comparaison entre le diamètre moyen avant et immédiatement après l'éclaircie (tableau I) indique qu'il s'agit d'une éclaircie mixte où les arbres récoltés appartiennent à toutes les classes de diamètre. Ce tableau indique également que le volume de bois fort récolté lors de l'éclaircie varie entre 40 et 48 m<sup>3</sup>/ha, ce qui représente environ 20 à 23% du volume marchand avant le traitement.

#### ACCROISSEMENT EN VOLUME, SURFACE TERRIÈRE ET DIAMÈTRE MOYEN

Les accroissements périodiques en volume total, en volume marchand, en surface terrière et en diamètre moyen sont présentés au tableau II. Il s'agit de l'accroissement septennal, c'est-à-dire après sept saisons de croissance. Dans ce tableau, on a également inclus les accroissements quinquennaux, dans le but de donner un aperçu sur l'évolution de la réaction du peuplement entre la cinquième et la septième saison de croissance après l'application des traitements.

Parmi les traitements expérimentés, c'est l'éclaircie combinée à la fertilisation à l'azote qui donne le meilleur résultat (tableau II). La réaction du peuplement au traitement d'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK est aussi encourageante. Pour ces traitements, l'augmentation de l'accroissement périodique net en volume marchand est, par rapport aux placettes témoins respectivement de 38,9 et 24,8% après sept saisons de croissance. Le volume marchand additionnel produit grâce à ces deux traitements correspond respectivement à 2 et à 1,3 m<sup>3</sup>/ha/an. Ces augmentations sont équivalentes à ce qu'on a obtenu à la suite de la fertilisation dans plusieurs pays scandinaves (Keipi,

1972). Durant la même période, ces deux traitements ont permis d'obtenir une augmentation de l'accroissement net en volume total de 44 et 28,2% respectivement. Dans les placettes non éclaircies, la plus forte augmentation de l'accroissement septennal net en volume marchand est obtenue à la suite de la fertilisation à l'azote. Cette augmentation est de 11%. Cette faible réaction à la suite d'une fertilisation à l'azote est probablement due au vieillissement du peuplement traité. Durant la même période, les placettes fertilisées au NPK ainsi que les placettes éclaircies mais non fertilisées ont eu une croissance inférieure par rapport aux placettes-témoins (tableau II).

L'examen des données présentées dans ce tableau indique de plus qu'après les cinq premières saisons de croissance, les traitements expérimentés n'ont pas influencé de façon favorable l'accroissement quinquennal dans les placettes traitées par rapport aux placettes-témoins. Il a donc fallu attendre au moins sept ans pour obtenir une augmentation tangible de l'accroissement net. Cette augmentation de l'accroissement net a aussi provoqué une mortalité relativement plus forte entre la cinquième et la septième année de croissance après l'application des traitements. En effet, la comparaison des accroissements quinquennaux et septennaux net et brut (tableau II) permet de constater que les arbres de diamètre non marchand (diamètre à hauteur de poitrine inférieur à 9 cm) ont eu à subir, à partir de la cinquième année de croissance, une très forte concurrence de la part des sujets dominants. À l'exclusion des placettes éclaircies où la mortalité est anormalement forte, ce sont les placettes-témoins qui ont eu la perte la plus élevée en volume marchand. Cette perte élevée, qui est de l'ordre de 1,7 m<sup>3</sup>/ha/an, est due à la forte densité et probablement au vieillissement du peuplement.

Durant les cinq premières années après le début de l'expérience, il n'y a pas eu une augmentation sensible de l'accroissement quinquennal en diamètre moyen dans les placettes traitées par rapport aux témoins (tableau II). Après sept saisons de croissance, les traitements expérimentés ont permis d'obtenir une augmentation de l'accroissement en diamètre moyen variant entre 6 et 31% avec de meilleurs résultats en l'absence de l'éclaircie. En effet, dans les placettes fertilisées mais non éclaircies, cette augmentation est respectivement de 20,6 et 31% pour les traitements à l'azote et au NPK.

TABLEAU II

Accroissement septennal en volume total, en volume marchand, en surface terrière et en diamètre moyen

Accroissement		Placettes éclaircies			Placettes non éclaircies		
		N 3 placettes	NPK 3 placettes	Non. fert. 3 placettes	N 2 placettes	NPK 2 placettes	Témoin 2 placettes
En volume total (m <sup>3</sup> /ha)	net	44,4 (34,5) <sup>a</sup>	39,5 (28,6)	19,1 (13,5)	35,3 (34,0)	19,8 (26,3)	30,8 (34,0)
	brut	53,9 (40,6)	50,1 (36,8)	43,8 (32,5)	42,5 (38,5)	34,8 (35,1)	45,2 (39,9)
En volume marchand (m <sup>3</sup> /ha)	net	49,3 (37,3)	44,3 (32,6)	28,2 (19,7)	39,4 (36,5)	27,1 (30,8)	35,5 (37,0)
	brut	53,5 (39,9)	48,7 (35,9)	42,8 (31,2)	40,9 (37,2)	32,7 (33,4)	43,7 (39,0)
En surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	net	4,3 (3,5)	3,4 (2,4)	0,2 (0,1)	3,1 (3,3)	1,6 (1,7)	2,3 (3,4)
	brut	6,7 (5,1)	6,1 (4,5)	5,5 (4,1)	5,3 (4,8)	5,8 (4,3)	5,6 (5,1)
En diamètre moyen	cm	1,94 (1,41)	1,7 (1,2)	1,82 (1,3)	1,93 (1,49)	2,1 (1,45)	1,6 (1,46)

<sup>a</sup> Les chiffres entre parenthèses représentent les accroissements quinquennaux.

Cette différence est due principalement à une plus forte mortalité des arbres de dimensions non marchandes dans ces dernières placettes (comparaison de l'accroissement net et brut en volume total et en volume marchand, tableau II).

Des analyses de régression ont été effectuées pour examiner les relations entre l'accroissement périodique net en surface terrière et en volumes et la densité initiale (surface terrière immédiatement après l'éclaircie). Les résultats indiquent que cette dernière variable ne contribue pas d'une façon significative à expliquer les variations de l'accroissement périodique net en surface terrière et en volumes. En effet, les coefficients de détermination obtenus à la suite de ces analyses sont respectivement de 8 et 15% pour l'accroissement en surface terrière et en volumes.

Les résultats du test d'analyse de variance concernant les accroissements périodiques nets en surface terrière, en volume total et en volume marchand sont présentés au tableau III. Ces tests ont porté sur l'accroissement après sept saisons de croissance. Ces données indiquent que sur le plan statistique, il n'y a pas de différence significative entre l'accroissement périodique du peuplement dans les placettes soumises aux différents traitements expérimentés.

#### ACCROISSEMENT EN DIAMÈTRE

Pour pouvoir déterminer la réaction des arbres de différentes grosseurs aux traitements expérimentés, on a relié, par la régression, l'accroissement périodique en surface terrière des arbres à leur diamètre initial. Cette analyse a porté surtout sur les arbres de dimensions marchandes. C'est une

méthode indirecte pour déterminer l'accroissement en diamètre. Les résultats de l'analyse de régression sont présentés au tableau IV. Dans ce tableau on a également présenté les résultats des comparaisons entre les régressions (tests de parallélisme et de coïncidence).

Les équations trouvées pour l'épinette sont plus précises que pour le sapin. Le modèle linéaire simple donne de bons résultats sauf pour les sapins ayant subi le traitement de fertilisation à l'azote. Dans ce cas, le modèle parabolique a permis d'obtenir une équation légèrement plus précise ( $R^2 = 0,09$ ). Pour les autres traitements, l'augmentation de précision obtenue grâce au modèle parabolique est presque négligeable.

La figure 2 ainsi que le tableau V sont préparés par la solution des équations présentées au tableau IV. Comme on peut le constater, la réaction des arbres aux traitements expérimentés varie en fonction directe de leur diamètre initial. Les arbres les plus gros ont mieux réagi que ceux de diamètre inférieur (figure 2 et tableau V).

Les épinettes dont le diamètre initial est supérieur à 14 cm ont une croissance en surface terrière supérieure aux sapins, sauf dans le cas du traitement d'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK. Pour ce traitement, ce sont les sapins de différentes classes de diamètre qui ont une croissance en surface terrière supérieure par rapport aux épinettes. Les mêmes tendances se maintiennent au niveau de l'accroissement en diamètre (tableau V). De plus, les valeurs présentées dans ce tableau donnent un aperçu de l'augmentation de l'accroissement en diamètre des arbres d'une même essence dans les placettes traitées par rapport aux

TABLEAU III

Analyse de variance de l'accroissement périodique net en surface terrière, en volume total et en volume marchand

Sources de variation	Degrés de liberté	Surface terrière		Volume total		Volume marchand	
		Carré moyen	F	Carré moyen	F	Carré moyen	F
Traitements	5	7,10	1,36 <sup>a</sup>	345,9	1,51	268,1	1,53
Entre les traitements	9	5,23		228,6		175,3	
Total	14	5,90		270,5		208,5	

<sup>a</sup> Les valeurs critiques de F pour des probabilités de 95 et 99 pour cent sont respectivement de 3,48 et 6,06.

TABLEAU IV

Équations de régression pour estimer l'accroissement périodique en surface terrière des arbres en fonction de leur diamètre initial

Traitements	Sapin					Épinette					Régressions communes sapin + épinette				
	a	b	R <sup>2</sup>	S <sub>y.x</sub>	n	a	b	R <sup>2</sup>	S <sub>y.x</sub>	n	a	b	R <sup>2</sup>	S <sub>y.x</sub>	n
A — Éclaircie	-1 380,1	29,9	0,30	1 824	243	-2 942,7	41,4	0,75	1 148	67	-2 109,8	40,0	0,55	1 682	307
B — Éclaircie + azote	-1 816,5	37,6	0,47	1 698	242	-2 965,4	45,7	0,72	1 597	65					
C — Éclaircie + NPK	-2 533,8	44,1	0,47	1 807	218	-2 001,1	34,8	0,62	1 330	133					
D — Azote	438,2	11,8	0,02	3 805	108	-2 596,5	30,7	0,54	1 671	93	-1 020,0	21,9	0,14	3 046	201
E — NPK	-1 432,0	27,1	0,29	1 511	179	-2 521,9	34,7	0,55	2 230	76	-1 887,6	31,3	0,50	1 758	255
F — Témoin	- 654,7	19,1	0,07	2 657	168	-1 407,3	29,0	0,18	4 380	43	-1 373,4	25,9	0,15	3 082	211
Régression commune B + C	-2 133,0	40,4	0,47	1 752	460										
Régression commune A + D + E + F	- 860,7	22,7	0,13	2 400	698										
Régression commune A + B + C + E + F						-2 135,0	35,1	0,51	2 119	384					

- 1 — Modèle analysé:  $Y = a + bX$  où Y = accroissement périodique en surface terrière en mm<sup>2</sup> et X = diamètre initial en mm  
2 — a et b sont des coefficients de régression  
3 — R<sup>2</sup> coefficient de détermination  
4 — S<sub>y.x</sub> écart-type de l'estimé en mm<sup>2</sup>  
5 — n nombre d'arbres observés

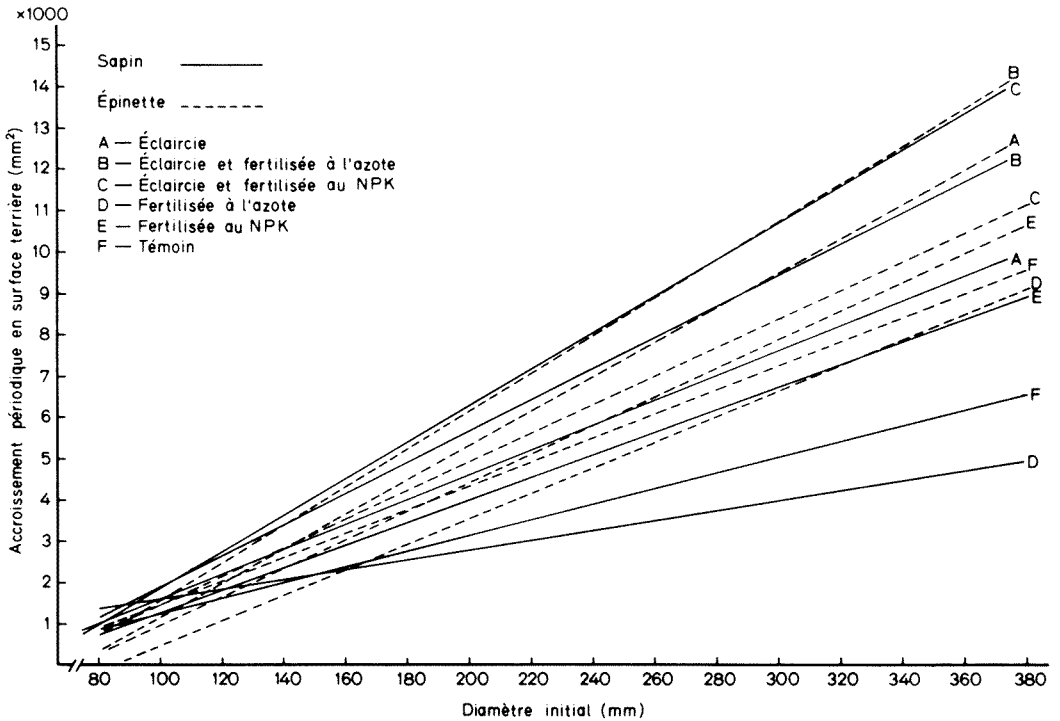


Figure 2. Accroissement périodique en surface terrière en fonction du diamètre initial.

placettes-témoins. Ainsi, en ce qui concerne les sapins soumis au traitement d'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK, cette augmentation de l'accroissement par rapport aux témoins varie entre 13 et 108 pour cent pour les arbres ayant un diamètre avant traitement variant entre 8 et 32 cm. Une comparaison semblable est faite entre les accroissements en diamètre des épinettes dans les placettes-témoins et dans les placettes éclaircies et fertilisées à l'azote. Dans ce cas, l'augmentation de l'accroissement en diamètre varie entre 6,6 et 46,4% pour les arbres ayant un diamètre initial variant entre 10 et 32 cm.

En ce qui concerne la comparaison entre les régressions, deux séries de test de parallélisme et de coïncidence ont été menées: a) comparaison entre les régressions pour une essence soumise aux différents traitements; b) comparaison entre les équations de deux essences soumises au même traitement.

À part ces deux séries de tests, on a aussi fait un test global pour vérifier le parallélisme et la coïncidence au niveau de l'ensemble des 12 équations trouvées pour les deux essences. Les résultats du test global

rèvent une différence significative entre ces 12 équations. En effet, les valeurs de F de Fisher pour le parallélisme et la coïncidence sont respectivement de 5,46 et 6,68. En comparant les six droites de régression pour le sapin (tableau IV), on constate qu'elles ne sont pas parallèles et qu'elles ne coïncident pas. Les valeurs de F de Fisher pour le parallélisme et la coïncidence sont respectivement de 8,74 et 7,77.

Les régressions communes sont trouvées par la comparaison entre les équations de différents traitements. Comme l'indique le tableau IV, on peut estimer à partir d'une même équation l'accroissement périodique en surface terrière des sapins éclaircis et fertilisés à l'azote ainsi que de ceux éclaircis et fertilisés au NPK. Ces résultats indiquent également qu'on peut estimer, à partir d'une même équation, l'accroissement périodique en surface terrière des sapins éclaircis, fertilisés à l'azote ou fertilisés au NPK, et des sapins témoins.

Les résultats du test révèlent de plus qu'on peut estimer, à partir d'une même équation, l'accroissement périodique en surface terrière des épinettes soumises aux cinq traitements suivants: éclaircie, éclaircie et

TABLEAU V  
Accroissement périodique en diamètre du sapin et de l'épinette

Diamètre initial (mm)	Accroissement en diamètre du sapin (mm)						Accroissement en diamètre de l'épinette (mm)					
	Éclaircie	Éclaircie + azote	Éclaircie + NPK	Azote <sup>a</sup>	NPK	Témoin	Éclaircie	Éclaircie + azote	Éclaircie + NPK	Azote	NPK	Témoin
60	4,2	4,5	1,2	—	2,1	5,0	—	—	0,9	—	—	3,4
80	7,7	8,9	7,6	—	5,7	6,7	2,9	5,3	6,0	—	1,98	7,0
100	9,7	11,7	11,3	—	7,8	7,7	7,4	9,7	9,0	3,0	5,9	9,1
120	11,2	13,5	13,8	—	9,3	8,4	10,3	12,7	11,0	5,7	8,4	10,5
140	12,2	14,9	15,7	—	10,4	8,9	12,4	14,8	12,5	7,6	10,2	11,6
160	13,0	15,9	17,1	—	11,2	9,3	14,0	16,4	13,6	9,0	11,6	12,4
180	13,6	16,7	18,2	—	11,8	9,6	15,3	17,7	14,5	10,1	12,7	13,0
200	14,1	17,4	19,1	—	12,3	9,8	16,3	18,8	15,2	11,0	13,6	13,5
220	14,5	17,0	19,9	—	12,8	10,0	17,2	19,6	15,8	11,7	14,3	14,0
240	14,9	18,4	20,5	—	13,1	10,2	17,9	20,3	16,3	12,4	14,9	14,3
260	15,2	18,8	21,0	—	13,4	10,3	18,5	21,0	16,7	12,9	15,4	14,6
280	15,5	19,1	21,5	—	13,7	10,5	19,0	21,5	17,1	13,3	15,9	14,9
300	15,7	19,4	21,9	—	13,9	10,6	19,5	22,0	17,4	13,7	16,3	15,1
320	15,9	19,7	22,3	—	14,1	10,7	19,9	22,4	17,7	14,1	16,6	15,3
340	16,1	19,9	22,6	—	14,3	10,7	20,2	22,8	17,9	14,4	16,9	15,5

<sup>a</sup> L'équation pour l'azote est non significative (voir tableau IV)



fertilisation à l'azote, éclaircie et fertilisation au NPK, fertilisation au NPK et témoin. Ainsi, parmi les six traitements expérimentés, seul l'accroissement des épinettes fertilisées à l'azote peut être estimé à partir d'une équation différente.

En ce qui concerne la comparaison entre les régressions des deux essences soumises au même traitement, dans quatre cas on peut estimer l'accroissement périodique en surface terrière du sapin et de l'épinette à partir des équations communes (tableau IV). D'après ces résultats, il faut estimer l'accroissement périodique en surface terrière des deux essences à partir d'équations séparées, dans le seul cas des traitements comme l'éclaircie seule et l'éclaircie suivie d'une fertilisation au NPK.

### Discussion

Dans les essais d'éclaircie combinée à la fertilisation, l'aspect le plus important consiste à déterminer le degré et la durée de la réaction du peuplement aux traitements expérimentés. Il s'agit d'informations de base servant à déterminer la rentabilité de ces interventions d'aménagement.

Les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude indiquent que durant les cinq premières années après le début de l'expérience, on n'a pas obtenu une augmentation tangible de l'accroissement dans les placettes traitées par rapport aux placettes-témoins (tableau II). Par contre, pour cette période, l'apport de certains traitements, comme l'éclaircie combinée à la fertilisation, se situe au niveau de l'augmentation du taux de croissance. En effet, il faut souligner qu'avec un volume sur pied inférieur, les placettes éclaircies et fertilisées à l'azote ont après les cinq premières années produit un volume marchand aussi élevé que les placettes-témoins. Les données présentées au tableau II indiquent de plus qu'à partir de la cinquième saison suivant le début de l'expérience, le peuplement témoin est caractérisé par une baisse de l'accroissement périodique due principalement à un vieillissement. En calculant l'accroissement annuel moyen des placettes-témoins au début de l'expérience et après le premier et le deuxième remesurage, on s'aperçoit que le peuplement approche de son âge de maturité. Cette constatation est conforme aux données des tables de Vézina et Linteau (1968) pour les peuplements de sapin-épinette croissant sur des stations de qualité I

(hauteur dominante de 15 m à 50 ans). Selon ces tables, sans intervention sylvicole, l'âge de révolution de ces peuplements serait de 50 à 60 ans.

De la même façon, on a calculé l'accroissement annuel moyen dans les autres placettes. Les résultats permettent de croire que dans la majorité des cas, les traitements expérimentés ont eu pour effet de retarder l'âge de l'accroissement annuel moyen maximum. Ce phénomène est plus marqué dans les placettes éclaircies ainsi que dans les placettes éclaircies et fertilisées.

Dans les placettes-témoins et les placettes fertilisées au NPK, l'accroissement périodique net en volume et en surface terrière est négatif pour la période comprise entre la cinquième et la septième saison de croissance après le début de l'expérience (tableau II). Cet accroissement négatif est attribuable à une plus forte mortalité naturelle survenue dans ces placettes. Dans les autres placettes, les traitements appliqués ont contribué à maintenir l'accroissement périodique net et à empêcher une baisse rapide de celui-ci.

L'avènement de l'épidémie de tordeuse empêche de connaître de façon précise la durée de l'efficacité des traitements expérimentés et l'augmentation réelle de bois marchand produite par l'application de l'éclaircie et de la fertilisation. Néanmoins, en se basant sur les résultats obtenus après cinq et sept saisons de croissance et en supposant que l'efficacité des traitements appliqués en ce qui concerne la stimulation de l'accroissement puisse durer une dizaine d'années, on pourra procéder à une projection du développement futur du peuplement, dans le but d'estimer le bois marchand additionnel qui sera produit, en l'absence de l'épidémie, par divers traitements. Dans cette projection, on tient compte de la baisse générale de l'accroissement périodique net en volume marchand entre la cinquième et la septième saison de croissance après le début de l'expérience. Sur cette base, on trouve que le volume additionnel de bois marchand produit après dix saisons de croissance serait respectivement de 16,6 et 11,2 m<sup>3</sup>/ha pour les deux traitements les plus efficaces, soit l'éclaircie combinée à la fertilisation à l'azote et l'éclaircie combinée à la fertilisation au NPK. Une autre façon de connaître ce volume additionnel qui sera produit pendant dix ans consiste à l'estimer en se basant sur l'accroissement annuel périodique net des sept premières années

après l'application des traitements. En procédant par cette méthode, on trouve que cette augmentation sera respectivement de 19,8 et 12,6 m<sup>3</sup>/ha pour les deux traitements les plus efficaces. Cependant, pour les peuplements approchant de leur âge de maturité, comme c'est le cas dans la présente étude, les estimations trouvées par cette dernière méthode doivent être considérées comme trop optimistes.

Ces résultats nous semblent très encourageants et peuvent avoir un grand impact pratique dans l'aménagement forestier intensif. L'éclaircie commerciale combinée à la fertilisation constitue en effet une option d'aménagement qui, pratiquée en période non épidémique, permet facilement d'augmenter la possibilité des forêts d'une région et de réduire ainsi les risques de rupture du stock ligneux dans une unité de gestion donnée. Par la pratique de l'éclaircie commerciale dans les peuplements de sapin-épinette au stade de prématurité, on augmente le niveau de coupe annuelle ou la possibilité annuelle. La fertilisation stimule l'accroissement dans les peuplements résiduels et permet, au moment de la coupe finale, d'avoir un volume sur pied aussi élevé que dans les peuplements non traités. Suivant ce scénario, l'investissement est amorti sur une période de 10 à 15 ans au lieu d'une cinquantaine d'années comme c'est le cas dans la création de peuplements artificiels au moyen de la plantation pour maintenir ou augmenter le niveau de coupe annuelle dans une unité de gestion. Dans le cas de l'éclaircie et de la fertilisation, les capitaux investis sont amortis sur une plus courte période et, par conséquent, les risques d'investissement sont moins grands.

L'estimation de bois additionnel en volume total produit grâce aux deux traitements les plus efficaces est respectivement de 15,3 et 11,8 m<sup>3</sup>/ha. Cette estimation est faite d'après la première méthode. Cette augmentation est inférieure à celle trouvée pour le volume marchand. Comme on peut le constater d'après le tableau II (différence entre l'accroissement net et brut pour le volume total et le volume marchand), la faible augmentation de la production en volume total par rapport au volume marchand est due à une plus forte mortalité chez les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine est inférieur à 9 cm (arbres non marchands). Dans les placettes soumises aux différents traitements, la mortalité annuelle en volume total varie entre 1 et 3,5 m<sup>3</sup>/ha/an. En ce

qui concerne le volume marchand, cette perte varie entre 0,2 et 2,1 m<sup>3</sup>/ha/an. Dans les placettes éclaircies, la perte plus élevée en volume total peut être attribuable au fait que ce traitement n'a pas réduit de façon substantielle la compétition entre les arbres résiduels. Dans l'ensemble des placettes traitées, les arbres de dimensions marchandes, ayant mieux bénéficié des traitements appliqués (fig. 2), ont pu exercer une plus forte compétition sur ceux d'un diamètre inférieur à 9 cm.

Le faible accroissement en volume dans les placettes éclaircies par rapport aux placettes-témoins (tableau II) est un autre indice du vieillissement du peuplement qui a empêché une réaction plus favorable à ce traitement. Étant donné l'âge avancé du peuplement, on aurait peut-être de meilleurs résultats si l'intensité de l'éclaircie pratiquée était plus faible.

Les augmentations de l'accroissement obtenues (tableau II) sont légèrement inférieures à celles trouvées par Weetman (1975) dans une pessière éclaircie et fertilisée dans la forêt boréale du Québec. Ceci est dû aux différences d'âge et de qualité de station entre les deux peuplements, tout en tenant compte du fait que les traitements expérimentés dans les deux cas n'étaient pas tout à fait identiques. Dans cette comparaison on tient aussi compte de la différence entre les deux peuplements aux niveaux du volume sur pied et du diamètre moyen au début de l'expérience. Les pessières croissant sur des stations de qualité II (hauteur dominante de 12 m à 50 ans) atteignent leur maturité vers l'âge de 80 à 90 ans (Vézina & Linteau, 1968). Par conséquent, en comparaison avec le peuplement de sapin-épinette faisant l'objet de la présente étude, la pessière âgée de 65 ans traitée par Weetman (1975) était physiologiquement en mesure de mieux réagir aux traitements expérimentés. La différence de qualité des stations a aussi permis à la pessière de produire un accroissement supérieur, surtout si l'on tient compte du fait qu'en ce qui concerne la fertilisation, les peuplements croissant sur les stations de qualité II réagissent mieux que ceux des stations plus riches (Bernier, 1966).

L'accroissement supplémentaire en diamètre moyen dans les placettes traitées par rapport aux placettes-témoins varie entre 6 et 31% après sept saisons de croissance (tableau II), ce qui représente une augmentation annuelle variant entre 1 et 4,4%. La

plus forte augmentation de l'accroissement en diamètre moyen est obtenue dans les placettes fertilisées au NPK. Dans les placettes éclaircies et fertilisées au NPK, cette augmentation n'est que de l'ordre de 6%. Pour les raisons mentionnées précédemment, ces résultats sont inférieurs à ceux de Weetman (1975) pour l'épinette noire fertilisée ainsi que pour les pessières éclaircies et fertilisées.

L'absence de différence significative sur le plan statistique, entre les accroissements des placettes soumises aux différents traitements expérimentés (tableau III) s'explique par l'âge avancé du peuplement traité. Il y a aussi lieu de croire que la période de sept ans n'est pas suffisante pour obtenir une différence significative sur le plan statistique entre les accroissements des placettes soumises aux six traitements étudiés. Les mêmes raisonnements s'appliquent lorsqu'il s'agit de comparaison entre les droites de régression (tableau IV).

De l'ensemble des résultats obtenus on peut conclure que pour les peuplements de sapin-épinette approchant de la maturité et qui se développent sur des stations riches, l'éclaircie seule ou la fertilisation seule ne permettent pas d'obtenir une augmentation significative de l'accroissement périodique net en volume marchand. Pour avoir de meilleurs résultats, il faut appliquer ces deux traitements de façon conjointe. De plus, pour pouvoir bénéficier pleinement des effets des traitements expérimentés, il faut attendre au moins sept ans et de préférence dix ans avant de procéder à la coupe finale.

### Références

- BERNIER, B., 1966. Fertilité des sols forestiers et rentabilité de la fertilisation en forêt naturelle. — Fonds rech. for. Univ. Laval, Québec, Univ. Laval, 21 p.
- BERTRAND, V. & H. A. BOLGHARI, 1970. L'effet d'une coupe d'éclaircie dans un peuplement dense d'épinettes et de sapin baumier âgé de 45 ans au sud-est de Québec. — Mém., Serv. Rech. Min. Terres & For., Québec, n° 1, 21 p.
- BOLGHARI, H. A., 1966. La réaction d'un peuplement dense de sapin baumier âgé de 40 ans à la suite d'une éclaircie au Québec. — Thèse de maîtrise. Univ. Laval, Québec, 62 p.
- CORRIVEAU, A., 1971a. L'intensité de l'éclaircie, ses effets sur un peuplement de sapin baumier âgé de 40 ans. — Rapp. Inf. Serv. Can. For. Centre Rech. for. Laurentides Québec, Q-F-X-21, 43 p.
- CORRIVEAU, A., 1971b. Étude comparative de coupes partielles effectuées en 1954 dans les peuplements de sapin baumier de différents âges de la rivière Épaule, Québec. — Rapp. Inf. Serv. Can. For. Centre Rech. for. Laurentides Québec, Q-F-X-2, 33 p.
- GAGNON, J. D. & H. S. D. SWAN, 1979. Réaction à la fertilisation, à l'éclaircie et à la combinaison des deux dans un peuplement de sapin âgé de 10-20 ans. — Naturaliste can., 106: 341-343.
- GORDON, A. G., 1976. The taxonomy and genetics of *Picea rubens* and its relationship to *Picea mariana*. — Can. J. Bot., 54: 781-813.
- GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.
- HATCHER, R. J., 1961. Partial cutting balsam fir stands on the Epaule River Watershed, Quebec. — Tech. Note For. Res. Brch, Can. Dep. Forestry, no. 155, 29 p.
- HOLST, M., 1962. Seed selection and tree breeding in Canada. — Tech. Note, For. Res. Brch, Can. Dep. Forestry, no. 115, 20 p.
- KEIPI, K., 1972. The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. — Folia For., no. 152, 38 p.
- KOZAK, A., 1970. A simple method to test parallelism and coincidence for curvilinear, multiple linear and multiple curvilinear regressions. 3rd Conference of the Advisory Groupe of Forest Statisticians, section 25, I.U.F.R.Q., Jouy-en-Josas, France, 13 p.
- LAFOND, A., 1964. Partial cutting in balsam fir stands. — Pulp Pap. Mag. Can., Woodld Rev., Nov., p. 444-449.
- LUSSIER, L.-J. & J. TOMLINSON, 1973. Productivité et coût de diverses méthodes de traitements sylvicoles. — Mém. Serv. Rech. Min. Terres For. Québec, n° 10, 129 p.
- MACARTHUR, J. D., 1965. A release experiment in dense ten-year-old balsam fir in Gaspé. — Pulp Pap. Mag. Can., Woodld Sect., 66: 395-400.
- MANLEY, S. A. M., 1972. The occurrence of hybrid swarms of red and black spruce in central New Brunswick. — Can. J. For. Res., 2: 381-391.
- MATTE, F., 1962. The first ten years of the Epaule Project. — Can. Pulp Pap. Assoc. Woodld Sect., Index no. 2128 (F-2), June, 6 p.
- ROWE, J. S., 1959. Forest regions of Canada. — Can. Dep. N. Aff. Nat. Resour., For. Brch Bull. n° 123, 71 p.
- TREMBLAY, P.-H., 1966. Tarifs de cubage généraux. Édition provisoire, Service de l'inventaire forestier, Dir. gén. Bois et Forêts, Min. Terres & Forêts Québec, 44 p.
- VEILLEUX, J.-M. & G. SHEEDY, 1978. Projet interprovincial de fertilisation de forêts naturelles. I — Effet de la fertilisation sur quelques caractéristiques de sept sapinières en Gaspésie. — Mém. Serv. Rech. Min. Terres For. Québec, n° 45, 63 p.

- VÉZINA, P.-E. & A. LINTEAU, 1968. Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec. — Inf. Rep., For. Brch, Can. Dep. For. and Rur. Dev., Q-X-2, 58 p.
- VÉZINA, P.-E. & R.-A. DOUCET, 1969. L'effet d'une éclaircie sur la croissance quinquennale d'un peuplement de sapin baumier âgé de 15 ans. — *Naturaliste can.*, 95: 225-242.
- WEETMAN, G. F., 1975. Ten-year growth response of black spruce to thinning and fertilization treatments. — *Can. J. For. Res.*, 5: 302-309.
- WEETMAN, G. F., H. H. KRAUSE & E. KOLLER, 1976. Interprovincial forest fertilization program. Results of five-year growth remeasurements in thirty installations fertilized in 1969, remeasured in 1974. — *Tech. Rep. Can. For. Serv. Dep. Fish. Envir.*, no. 16, 68 p.
- WEETMAN, G. F., H. H. KRAUSE & E. KOLLER, 1978. Interprovincial forest fertilization program. Results of five-year growth remeasurements in twenty-three installations: fertilized in 1971, remeasured in 1975. — *Tech. Rep. Can. For. Serv. Dep. Fish. Envir.*, no. 22, 55 p.
- WEETMAN, G. F., H. H. KRAUSE & E. KOLLER, 1979. Interprovincial forest fertilization program. Results of five-year growth measurements in twenty-three installations: fertilized in 1972 and remeasured in 1976. — *Inf. Rep. Can. For. Serv. Dep. Envir.*, DPC-X-8, 54 p.



## ÉVOLUTION DU RENDEMENT ET DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU TRÈFLE ROUGE (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) AVEC L'ÂGE

Paul GERVAIS et Jean F. BERTRAND<sup>1</sup>

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation,  
Université Laval, Québec, G1K 7P4

### Résumé

L'évolution du rendement et de la composition chimique de deux cultivars de trèfle rouge a été étudiée de semaine en semaine durant 10 semaines au cours du premier cycle de végétation sur une période de trois ans. L'accroissement du rendement a été progressif, marqué et significatif jusqu'au 18 juillet, soit au-delà du stade pleine floraison chez Dollard et jusqu'au 25 juillet, soit à l'approche de la maturité chez Ottawa. Les deux cultivars ont livré leur rendement annuel maximum lorsque la 1<sup>re</sup> coupe a été faite un peu avant la pleine floraison. Dollard a rendu significativement plus qu'Ottawa. Les pourcentages de protéine brute, de matières grasses, de cendres, d'unités nutritives, de phosphore, de potassium et de sodium ont baissé alors que celui de la fibre brute a augmenté avec le vieillissement des plantes. Les teneurs en calcium et en magnésium n'ont montré aucune tendance définie. Il n'y a eu aucune différence significative entre les deux cultivars dans les teneurs des divers constituants chimiques analysés.

### Abstract

Dry matter yields and chemical composition of two cultivars of red clover were determined weekly for 10 weeks during the first growth cycle over a period of 3 years. Dry matter accumulation increased markedly and significantly up to July 18th, i.e. after the full bloom stage for Dollard and up to July 25th, i.e. at a stage nearing maturity for Ottawa. Both cultivars yielded their annual highest production when the first cut was taken slightly before the full bloom stage. Dollard outyielded Ottawa. The percentages of crude protein, fat, ash, total digestible nutrients, phosphorus, potassium and sodium decreased and that of crude fibre increased with advance in maturity. The calcium and magnesium contents showed no particular trend. There has been no significant difference in the content of the two cultivars in any of the chemical constituents.

### Introduction

L'utilisation généralisée du trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) dans les prairies du Québec, surtout en association avec la fléole des prés, montre sa grande adaptation aux sols et au climat de la province. C'est une légumineuse très productive, de haute valeur alimentaire et d'implantation facile. Pour tirer pleinement profit de cette plante de courte durée (au plus 2 ans), l'emploi d'un régime d'exploitation approprié s'impose.

Le stade de croissance à la 1<sup>re</sup> récolte influence grandement le rendement, la qualité du fourrage et l'abondance du regain. Il

est recommandé de récolter le trèfle rouge du stade bouton floral au début de la floraison (Taylor, 1973), au début de la floraison (Wilsie & Hollowell, 1948) ou au stade 50% en fleurs (Smith, 1975). Le rendement en matière sèche croît avec l'âge du trèfle (Wilsie & Hollowell, 1948; Van Riper & Smith, 1959; Smith, 1964).

Smith (1965) rapporte que l'augmentation du nombre des coupes de deux à trois par saison entraîne une baisse de rendement. Les récoltes précoces et fréquentes diminuent le niveau des réserves nutritives dans les racines, réduisent le rendement et éclaircissent le peuplement (Smith, 1975).

Plusieurs auteurs (Wilsie & Hollowell, 1948; Plummer, 1953; Van Riper & Smith, 1959; Smith, 1964) observent une baisse de

<sup>1</sup> Adresse actuelle: Agriculture Québec, Complexe scientifique, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8.

la protéine brute et une augmentation de la fibre brute avec la maturité du trèfle rouge. Les matières grasses et les cendres diminuent avec l'âge (Van Riper & Smith, 1959; Smith, 1964). La composition minérale varie aussi avec le vieillissement des tissus; de façon générale, les principaux minéraux baissent (Van Riper & Smith, 1959; Smith, 1964; Whitehead & Jones, 1969; Reid *et al.*, 1970). Baumgardt et Smith (1962) montrent que les unités nutritives totales et la matière sèche digestible diminuent avec la maturité de cette légumineuse.

La présente étude vise donc à établir, sous les conditions du Québec, la courbe de productivité du trèfle rouge, à déterminer la composition chimique du fourrage récolté de semaine en semaine, à évaluer l'influence de la date de la 1<sup>re</sup> coupe sur le rendement saisonnier et à mesurer le comportement variétal.

### Méthodologie expérimentale

Cette étude a été réalisée à la Station agronomique de l'Université Laval à Saint-Augustin, Québec, sur loam Tilly, sol bien égoutté, de fertilité moyenne et dont le pH varie de 6,6 à 6,9.

On a utilisé, comme dispositif expérimental, la méthode des blocs casualisés avec quatre répétitions. Les parcelles mesuraient 1,5 m sur 6 m et la surface récoltée était de 1 m sur 6 m. On a ensemencé à la volée, sans plante-abri, le trèfle rouge (*Trifolium pratense* L. cv. Dollard et cv. Ottawa) le 24 mai 1971, le 22 mai 1972 et le 19 juin 1973 à la dose de 9 kg/ha. Sur chaque expé-

rience, on a appliqué 560 kg/ha de 5-20-20 avant le semis l'année d'installation et 560 kg/ha de 0-20-20B le printemps suivant. L'implantation du trèfle rouge a été excellente dans les deux premiers semis. Dans le 3<sup>e</sup> semis, le peuplement était plutôt inégal et clairsemé; l'essai a donc été annulé au point de vue rendement, mais conservé et échantillonné pour établir la composition chimique du trèfle rouge aux diverses dates de récolte.

Le tableau I donne le calendrier d'exploitation suivi et le tableau II consigne les dates moyennes auxquelles les deux cultivars ont atteint certains stades de croissance durant cette étude.

On a procédé, une fois la croissance bien amorcée dans la trèfrière au printemps, à des coupes hebdomadaires sur une période de 10 semaines afin d'établir la courbe de productivité de chaque cultivar lors du premier cycle de végétation. On a aussi mesuré l'effet de la date de la première coupe sur le rendement total du trèfle rouge en prélevant des coupes supplémentaires espacées de six semaines durant le reste de la saison. Une coupe finale a été prise, après le repos automnal, vers la mi-octobre dans les traitements où la croissance le justifiait. Le niveau des coupes a été établi à 5 cm du sol.

On a déterminé le poids frais du fourrage récolté dans chaque parcelle immédiatement après la coupe et prélevé un échantillon de 500 g pour en établir le pourcentage de matière sèche. On a séché les échantillons à une température de 90°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Une fois le poids sec déterminé, on a groupé les quatre échantillons d'un même traitement pour la

TABLEAU I  
Calendrier d'exploitation du trèfle rouge

Traitements	Dates moyennes des coupes			
	1 <sup>re</sup> coupe	2 <sup>e</sup> coupe	3 <sup>e</sup> coupe	coupe finale
1	30 mai	11 juillet	20 août	—
2	7 juin	18 "	28 "	—
3	13 "	25 "	4 sept.	—
4	20 "	1 août	—	16 octobre
5	27 "	9 "	—	"
6	4 juillet	15 "	—	"
7	11 "	22 "	—	"
8	18 "	28 "	—	"
9	25 "	4 sept.	—	"
10	1 août	—	—	"

TABLEAU II

Dates moyennes de trois stades de croissance du trèfle rouge

Cultivars	Stades de croissance		
	Boutons	1/10 en fleurs	Pleine floraison
Dollard	19 juin	27 juin	9 juillet
Ottawa	16 juin	23 juin	3 juillet

mouture et gardé un sous-échantillon pour analyse chimique ultérieure.

La détermination de l'azote total a été faite par le procédé Kjeldahl. On a utilisé la méthode décrite par Ward et Johnston (1962) pour la digestion et l'analyseur automatique de Technicon Control Inc. pour le dosage. La méthode de Weende (A.O.A.C., 1960, n° 22 040) a servi à établir la teneur en fibre brute. On a extrait les matières grasses à l'aide d'éther (A.O.A.C., 1950, n°s 22.25 et 22.28).

Les cendres ont été calculées après calcination des échantillons à 600°C pendant deux heures (A.O.A.C., 1960, n° 22 020). On a employé la méthode décrite par Johnson et Ulrich (1959) pour libérer le calcium, le

phosphore et le magnésium. La quantification du calcium et du magnésium a été réalisée par absorption atomique et celle du phosphore à l'aide de l'analyseur automatique de Technicon Control Inc. selon la méthode de Varley (1966). L'extraction du potassium et du sodium a été effectuée à l'aide de l'oxalate d'ammonium (A.O.A.C., 1965, n°s 6 016, 6 017 et 6 018) et le dosage par émission atomique. Les unités nutritives totales ont été calculées d'après la formule rapportée par Smith (1964).

## Résultats et discussion

### RENDEMENT DU FOURRAGE EN MATIÈRE SÈCHE

*Courbes de productivité lors du 1<sup>er</sup> cycle de végétation*

Le rendement en matière sèche (M.S.) a évolué de façon assez similaire chez les deux cultivars. Le croît hebdomadaire a été progressif, marqué et significatif durant les huit premières semaines, soit au-delà du stade pleine floraison (fig. 1). Par la suite, la production de Dollard n'a augmenté que très peu (du 18 juillet au 1<sup>er</sup> août) alors que l'accumulation de la M.S. par Ottawa a conti-

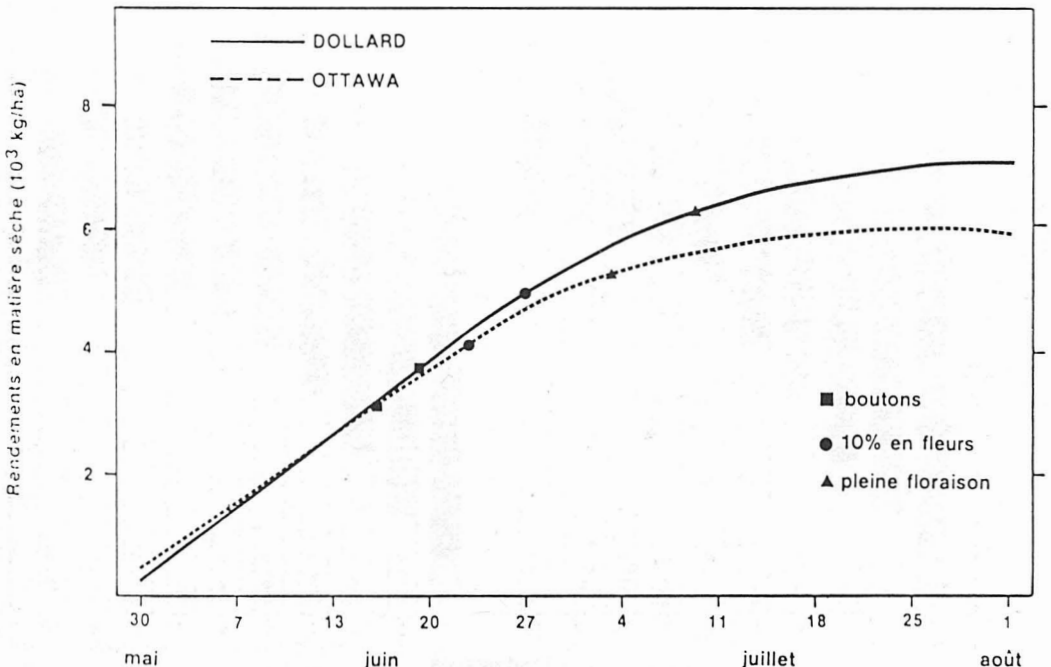


Figure 1. Courbes de productivité des trèfles rouges Dollard et Ottawa au cours du premier cycle de végétation, 1972-1973.



nué jusqu'au 25 juillet (à l'approche de la maturité). Ces résultats concordent, dans l'ensemble, avec ceux d'autres chercheurs : le rendement maximum a été obtenu au stade pleine floraison par Smith (1964) et Reid *et al.* (1970), au stade graine verte par Van Riper et Smith (1959) et à la maturité par Wilsie et Hollowell (1948).

Le trèfle rouge Dollard, cultivar tardif, a rendu légèrement moins que le trèfle rouge Ottawa, cultivar précoce, durant les deux premières semaines de végétation, mais il l'a par la suite graduellement surpassé et de façon marquée surtout en juillet. Au cours du 1<sup>er</sup> cycle, Dollard a produit significativement plus qu'Ottawa (4 517 kg vs 4 093 kg/ha de M.S.).

*Influence de la date de la 1<sup>re</sup> coupe sur le rendement annuel*

Le rendement annuel maximum a été atteint dès le traitement 5 (27 juin) chez Ottawa et dès le traitement 6 (4 juillet) chez Dollard (fig. 2). Dans les deux cas, la plus haute

production de M.S. a donc été obtenue lorsque le trèfle rouge a été coupé un peu avant la pleine floraison à la 1<sup>re</sup> récolte. Du 4 juillet au 1<sup>er</sup> août, le rendement total de Dollard est demeuré stationnaire alors que celui d'Ottawa a diminué significativement après la mi-juillet. En rendement annuel, Dollard a surpassé Ottawa (8 943 kg vs 8 610 kg/ha de M.S.).

COMPOSITION CHIMIQUE DE FOURRAGE

*Protéine brute (PB).* Le pourcentage de PB a baissé progressivement avec le vieillissement du végétal chez les deux cultivars (tableau III). D'autres auteurs (Wilsie & Hollowell, 1948; Plummer, 1953; Van Riper & Smith, 1959; Smith, 1964) ont noté que la teneur en PB était liée à l'âge des plantes. De la 1<sup>re</sup> à la 10<sup>e</sup> semaine, la diminution a été d'environ 50%, soit 0,23% par jour. Le déclin a été particulièrement marqué au cours des cinq ou six premières semaines, i.e. jusqu'à la pleine floraison, puis l'écart hebdomadaire s'est rétréci. Dollard et Ottawa ont montré

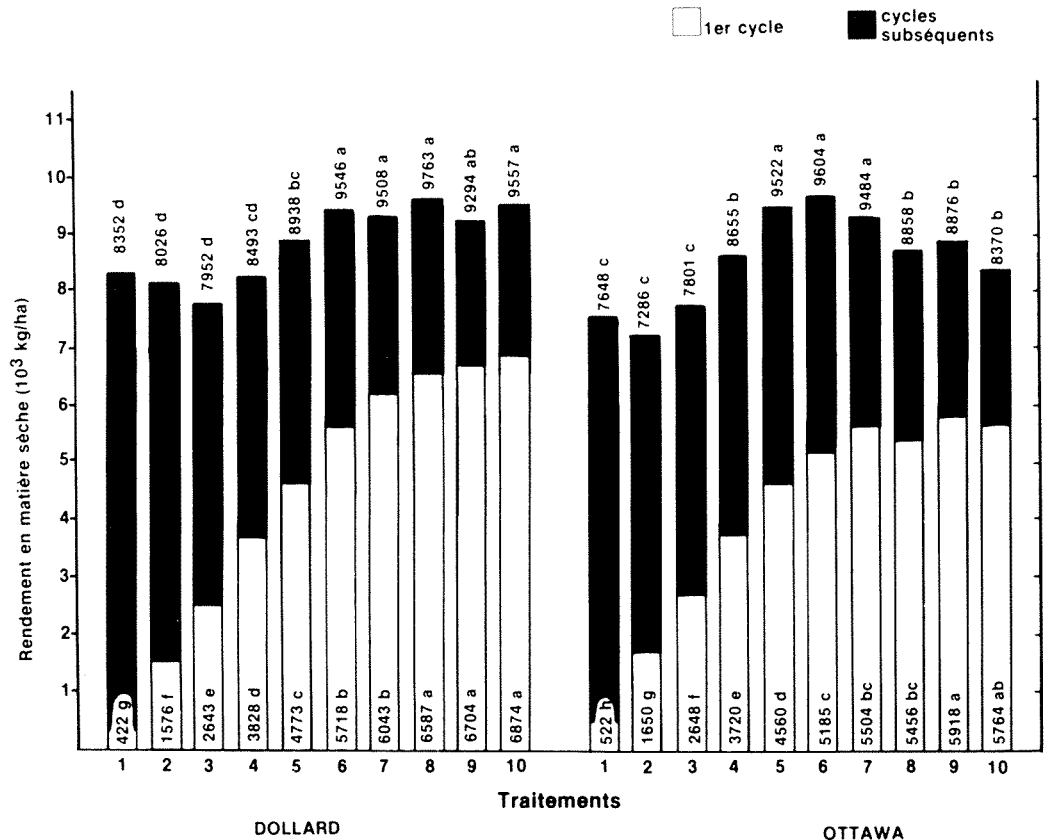


Figure 2. Production annuelle des trèfles rouges Dollard et Ottawa, 1972-1973.

TABLEAU III

Composition chimique des trèfles rouges Dollard et Ottawa au cours du premier cycle de végétation, 1972-1974

Dates de la récolte %	Hauteur cm	Protéine brute %	Fibre brute %	Extractifs non azotés %	Matières grasses %	Cendres %
DOLLARD						
30 mai	16,4	28,8a	12,6f	45,8a	2,9a	9,9a
7 juin	27,3	26,5a	14,1f	47,9a	2,9a	8,6b
13 juin	40,7	22,7b	17,8e	48,2a	2,5b	8,8ab
20 juin	53,4	18,4c	23,5d	47,5a	2,1c	8,5b
27 juin	68,3	17,4cd	27,1c	45,8a	1,9cd	7,8bc
4 juillet	74,6	16,2cde	29,4bc	45,6a	1,7de	7,1cd
11 juillet	81,0	14,9def	30,5b	46,6a	1,6e	6,4d
18 juillet	84,6	14,1ef	31,8ab	46,4a	1,6e	6,1d
25 juillet	84,8	13,4ef	33,5a	45,0a	1,5e	6,6cd
1 août	84,3	13,0f	33,5a	45,4a	1,5e	6,6cd
OTTAWA						
30 mai	18,2	28,1a	12,6f	46,5a	3,0a	9,8a
7 juin	30,1	25,3b	14,6f	47,8a	2,8ab	9,5ab
13 juin	45,6	23,0b	18,3e	46,6a	2,6bc	9,5ab
20 juin	59,8	19,7c	24,2d	44,8a	2,5bc	8,8abc
27 juin	71,2	17,3cd	25,7d	46,9a	2,2cd	7,9bcd
4 juillet	75,5	15,7d	28,5c	46,8a	1,9de	7,1cd
11 juillet	78,3	15,2d	29,5bc	46,6a	1,8de	6,9d
18 juillet	82,3	15,1d	31,3ab	45,4a	1,7de	6,5d
25 juillet	84,0	14,4d	31,4ab	45,9a	1,6e	6,7d
1 août	79,1	14,8d	32,1a	44,8a	1,5e	6,8d

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil  $P = 0,05$

une teneur moyenne semblable en PB (18,5% vs 18,9%).

**Fibre brute (FB).** L'augmentation de la teneur en FB a été très prononcée, surtout au cours de la 1<sup>re</sup> moitié du cycle de végétation, soit jusqu'aux environs du stade 1/10 en fleurs. Au-delà de ce stade, l'accroissement se poursuit au ralenti. Des variations de cette nature ont été rapportées par Wilsie et Hollowell (1948), Van Riper et Smith (1959) et Smith (1964). Du début à la fin du 1<sup>er</sup> cycle, la fibre croît de 0,32% en moyenne par jour. La teneur moyenne en FB de Dollard (25,4%) ne diffère pas significativement de celle d'Ottawa (24,8%).

**Extractifs non azotés (ENA).** Les ENA n'ont exhibé aucune variation significative d'une semaine à une autre chez les deux cultivars. De plus, Dollard et Ottawa ont montré une teneur presque identique (46,4% vs 46,2%).

**Matières grasses (MG).** La teneur en MG a baissé dans les deux cultivars avec la maturité, ce qui rejoint les résultats de Plummer (1953), Van Riper et Smith (1959) et Smith (1964). Dollard et Ottawa avaient une teneur voisine en MG (2,0% vs 2,2%).

**Cendres totales (CT).** On a noté une diminution graduelle dans la teneur en CT avec le vieillissement des deux cultivars, baisse déjà soulignée par van Riper et Smith (1959) et Smith (1964). La teneur en CT de Dollard et d'Ottawa était de même ordre (7,7% vs 7,9%).

**Éléments minéraux.** Le comportement du calcium n'indique pas de tendance définie chez l'un ou l'autre cultivar, comme l'ont aussi souligné Wilsie et Hollowell (1948), Plummer (1953), Van Riper et Smith (1959) et Baker et Reid (1977) avec le trèfle rouge. Toutefois, la teneur des cultivars a, de façon générale, fléchi légèrement du début de juin

TABLEAU IV

Teneur des trèfles rouges Dollard et Ottawa en certains éléments minéraux au cours du premier cycle de végétation, 1972-1974

Dates de la récolte	Ca %	P %	K %	Mg %	Na %
DOLLARD					
30 mai	1,55a	0,36a	3,19a	0,20ab	0,022a
7 juin	1,55a	0,35a	3,08a	0,21a	0,018bc
13 juin	1,47ab	0,31ab	3,03a	0,21a	0,017bc
20 juin	1,39bc	0,29bc	3,01ab	0,21a	0,019ab
27 juin	1,36bc	0,27bcd	2,68bc	0,20ab	0,017bc
4 juillet	1,39bc	0,25cd	2,38cd	0,18bc	0,016bc
11 juillet	1,32c	0,23cd	2,14de	0,17c	0,014c
18 juillet	1,32c	0,22d	2,08de	0,17c	0,014c
25 juillet	1,41bc	0,21d	1,98e	0,18bc	0,015bc
1 août	1,47ab	0,22d	1,89e	0,18bc	0,016bc
OTTAWA					
30 mai	1,60ab	0,37a	3,04a	0,22ab	0,019a
7 juin	1,65a	0,35ab	3,19a	0,23a	0,018ab
13 juin	1,55abc	0,32bc	3,22a	0,23a	0,019a
20 juin	1,48abc	0,27cd	2,98a	0,21abc	0,016bc
27 juin	1,43bc	0,24de	2,52b	0,21abc	0,016bc
4 juillet	1,39c	0,22de	2,20bc	0,18d	0,016bc
11 juillet	1,38c	0,20e	2,15bc	0,18d	0,014c
18 juillet	1,44bc	0,21de	2,03c	0,19cd	0,014c
25 juillet	1,59ab	0,22de	1,88c	0,20bcd	0,015c
1 août	1,65a	0,22de	1,95c	0,20bcd	0,016bc

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil  $P = 0,05$

à la mi-juillet (tableau IV) pour ensuite remonter jusqu'à la fin du cycle. Dollard et Ottawa avaient une teneur moyenne presque similaire (1,42% et 1,52% respectivement).

Chez les deux cultivars, la teneur du fourrage en phosphore et en potassium a baissé avec la maturité. Ces résultats corroborent ceux de Van Riper et Smith (1959), de Reid *et al.* (1970) et de Baker et Reid (1977). Il n'y a eu aucune différence significative dans les teneurs des cultivars Dollard et Ottawa en ces deux éléments, soit 0,27% et 0,26% respectivement pour le phosphore et 2,55% et 2,52% pour le potassium.

Le pourcentage de magnésium dans les tissus des deux cultivars est demeuré pratiquement stationnaire du début de la croissance à la fin de juin pour ensuite montrer une tendance à la baisse. Dollard et Ottawa contenaient en moyenne 0,19% et 0,20% de magnésium respectivement. La te-

TABLEAU V

Unités nutritives totales des trèfles rouges Dollard et Ottawa au cours du premier cycle de végétation, 1972-1974

Dates de la récolte	Dollard %	Ottawa %
30 mai	86,5a	86,2a
7 juin	84,0a	83,0b
13 juin	78,4b	78,0c
20 juin	70,6c	70,3d
27 juin	66,3d	67,8d
4 juillet	63,3de	64,1e
11 juillet	61,6e	62,8ef
18 juillet	59,9ef	60,8fg
25 juillet	57,8f	60,4fg
1 août	57,6f	59,9g

Les données suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil  $P = 0,05$ .

neur en sodium a décliné avec l'âge et a été faible dans les deux cultivars : 0,017% dans Dollard et 0,016% dans Ottawa. Bertrand et Gervais (1979) ont déjà rapporté une basse teneur en cet élément dans la luzerne cultivée sur ce type de sol.

*Unités nutritives totales (UNT)*. On a noté une diminution graduelle dans les pourcentages des UNT calculées des deux cultivars de trèfle rouge avec le vieillissement des tissus (tableau V), ce qui rejoint les résultats de Baumgardt et Smith (1962). Cette baisse est prononcée du début de la croissance au début de juillet, i.e. jusqu'aux environs de la pleine floraison. Par la suite, le déclin est faible. Les deux cultivars montrent des valeurs moyennes semblables (68,6% et 69,3%) en UNT.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les régies comportant une première récolte prélevée du début du stade floral au stade pleine floraison autorisent un fort rendement annuel d'un fourrage de qualité dosant de 16 à 18% de protéine et environ 65% d'UNT.

### Remerciements

Les auteurs remercient le Conseil des recherches et services agricoles du Québec pour l'aide financière apportée à la réalisation de cette étude et M. Jacques Debroux pour sa participation à l'analyse chimique des fourrages.

### Références

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (A.O.A.C.), 1950, 1960 and 1965. Official methods of analysis. 7<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> ed. — Washington, D.C.
- BAKER, B. S. & R. L. REID, 1977. Mineral concentration of forage species grown in Central West Virginia on various soil series. — W. Va. Univ. Bull., no. 667, 60 p.
- BAUMGARDT, B. R. & D. SMITH, 1962. Changes in estimated nutritive value of the herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover, and brome grass due to stage of maturity and year. — Univ. Wis., Madison, Wis., Bull., no. R1836. 17 p.
- BERTRAND, J. F. & P. GERVAIS, 1979. Evolution du rendement et de la composition chimique de la luzerne (*Medicago sativa* L.) avec l'âge. — Naturaliste can., 106 : 463-470.
- JOHNSON, C. M. & A. ULRICH, 1959. Analytical methods for use in plant analysis. — Calif. Agric. Exp. Stn Bull., no. 766, 44 p.
- PLUMMER, B. E., Jr., 1953. Chemical composition of grasses and legumes in Maine. — Me. Agric. Exp. Stn Bull., no. 513, 29 p.
- REID, R. L., A. J. POST & G. A. JUNG, 1970. Mineral composition of forages. — W. Va. Agric. Exp. Stn Bull., no 589T, 35 p.
- SMITH, D., 1964. Chemical composition of herbage with advance in maturity of alfalfa, medium red clover, ladino clover, and birdsfoot trefoil. — Univ. Wis., Madison, Wis., Bull., no. R1905, 10 p.
- SMITH, D., 1965. Forage production of red clover and alfalfa under differential cutting. — Agron. J., 57 : 463-465.
- SMITH, D., 1975. Forage management in the North (3<sup>rd</sup> ed.). — Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, IOWA.
- TAYLOR, N. L., 1973. Red clover and Alsike clover. — Pages 148-158 in Forages., (3<sup>rd</sup> ed.). — Iowa State Univ. Press., Ames, Iowa.
- VAN RIPER, G. E. & D. SMITH, 1959. Changes in the chemical composition of the herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover and brome grass with advance in maturity. — Univ. Wis., Madison, Wis., Bull., no. R1728, 25 p.
- VARLEY, J. A., 1966. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material. — Analyst, 91 : 119-126.
- WARD, G. M. & F. B. JOHNSTON, 1962. Chemical methods of plant analysis. — Min. Agric. Can. Publ. 1964, 59 p.
- WHITEHEAD, D. C. & E. C. JONES, 1969. Nutrient elements in the herbage of white clover, red clover, lucerne and sainfoin. — J. Sci. Fd Agric., 20 : 584-590.
- WILSIE, C. P. & E. A. HOLLOWELL, 1948. Effect of time of cutting red clover on forage yields, seed setting and chemical composition. — Iowa Agric. Exp. Stn Res. Bull., 357 : 639-668.



## EFFETS DE LA MARÉE INTERNE ET DES OSCILLATIONS DE BASSE FRÉQUENCE SUR LA CIRCULATION CÔTIÈRE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

M. GAGNON<sup>1</sup> et M. I. EL-SABH

*Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski,  
310 avenue des Ursulines, Rimouski, Québec G5L 3A1*

### Résumé

Les mesures de courant, de salinité et de température effectuées dans la région de Rimouski (Québec) en 1974 nous ont permis d'identifier certains mécanismes qui contrôlent la circulation et le mélange des masses d'eau de cette région de l'estuaire du Saint-Laurent: les courants de marée barocliniques et barotropiques, la topographie et les oscillations de basse fréquence. Ces phénomènes se traduisent par une variation spatiale des courants de marée sur une superficie d'environ 20 km<sup>2</sup>, la présence d'un fort gradient horizontal de densité, la remontée d'eau profonde près de l'île St-Barnabé, des variations bimensuelles des caractéristiques des masses d'eau plus importantes que les variations de période semi-diurne et la présence de contre-courants de basse fréquence. La complexité dynamique de cette région tient au fait que plusieurs forces d'égale importance agissent sur la circulation et le mélange des masses d'eau.

### Abstract

Measurements of current, salinity and temperature taken in 1974 in the lower St. Lawrence estuary off Rimouski (Québec) permit us to identify certain mechanisms which control both circulation and mixing processes in that coastal region. The most important of which are: barotropic (surface) and baroclinic (internal) tidal currents, topography and low frequency oscillations, i.e. lower than the diurnal oscillation. The complex character of the circulation pattern and mixing processes off Rimouski are demonstrated and discussed. The main features of these physical processes are: a spatial variation of tidal current in an area of approximately 20 km<sup>2</sup>, the presence of a strong horizontal density gradient at the surface, the upwelling of the sub-surface water near St. Barnabé Island, the bi-monthly variations of the water mass characteristics which are found to be more important than the semidiurnal variations, and the presence of a low frequency counter current.

### Introduction

Les mesures de courant effectuées pendant des périodes de 2 semaines à 2 mois sur une section de Pointe-des-Monts (Farquharson, 1966), sur une autre de Rimouski (Forrester, 1967, 1970), à certains endroits le long de l'axe de l'estuaire du Saint-Laurent entre Trois-Pistoles et Baie-Comeau (Forrester, 1974) et près des Escoumins (Ingram, 1973, 1979), illustrent bien la complexité de la circulation dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. La présence dans la région de Rimouski d'un courant résiduel dirigé de la

côte sud vers la côte nord (Forrester, 1967; El-Sabh, 1977, 1979; Murty & El-Sabh, 1977) et d'oscillation interne de période semi-diurne (Forrester, 1974) nous a incités à nous intéresser à la circulation de cette région.

L'objectif de cette étude a incité à étudier les mécanismes qui contrôlent la circulation et le mélange des masses d'eau dans cette région. La région étudiée (fig. 1) s'étend de la côte jusqu'à une distance de 16 km entre une section vis-à-vis Pointe-au-Père (extrémité est) et une section vis-à-vis la baie Hâtée à quelques kilomètres en aval de l'île du Bic.

<sup>1</sup> Adresse actuelle: Institut national de la recherche scientifique, INRS-Océanologie, 310 avenue des Ursulines, Rimouski, Québec

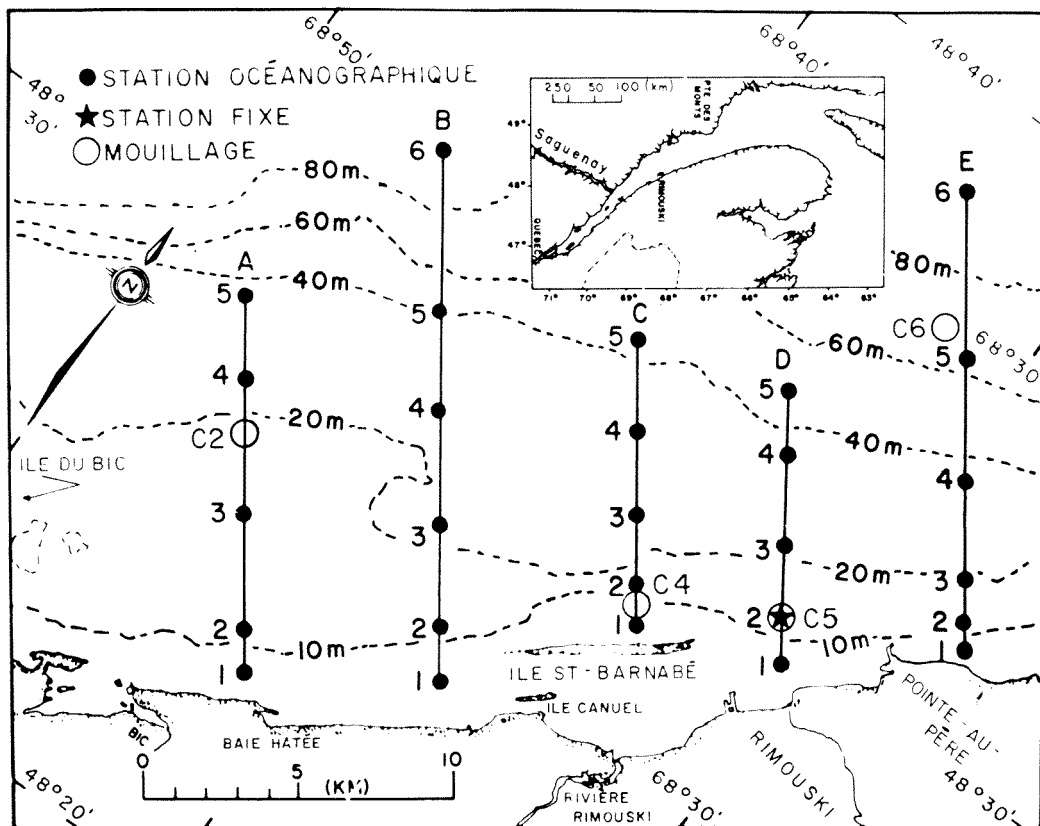


Figure 1. Location des sections et des stations.

Constituée d'un plateau peu profond dans le secteur ouest (moins de 20 m de profondeur à 7 km de la côte), cette région a par ailleurs une topographie côtière relativement accidentée. L'île Saint-Barnabé et l'île Canuel font face à la rivière Rimouski et l'île du Bic est à quelques kilomètres à l'ouest de la région étudiée. À marée basse, l'eau se retire presque totalement entre l'île Saint-Barnabé et la côte (surtout du côté ouest), de telle sorte que l'eau de la rivière Rimouski s'écoule alors sur une bande étroite entre l'île Saint-Barnabé et le quai de Rimouski-est.

La rivière Rimouski déverse en moyenne 25 m<sup>3</sup>/s d'eau douce dans la région étudiée, ce qui est négligeable en regard des apports exogènes. Comme pour les autres rivières de l'Estuaire, le débit de la rivière Rimouski est maximal en mai (rarement < 100 m<sup>3</sup>/s) et minimal pendant les mois d'hiver. Les précipitations fournissent un apport supplémentaire d'environ 10 m<sup>3</sup>/s alors que l'évaporation est négligeable dans la région d'étude.

### Méthodes et techniques

Dans la région côtière située entre l'île du Bic et Pointe-au-Père, 27 stations océanographiques, réparties sur cinq sections transversales (fig. 1) ont été visitées en moyenne quatre fois par mois, à différentes phases de la marée, de mai à novembre 1974. Des mesures de salinité et de température ont été effectuées aux profondeurs standards (0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 et 200 mètres).

Dans la plupart des cas, des mesures ont été faites aux profondeurs intermédiaires lorsque la profondeur n'excédait pas 40 m. Bien que la majorité des mesures ont été effectuées à l'aide des bouteilles Nansen et des thermomètres à renversement (précision:  $\pm 0,02^\circ\text{C}$  et  $\pm 0,005\%$ ) un CSTD Beckman a été utilisé pour une partie des stations des périodes de mai, juillet et août (précision:  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  et  $\pm 0,2\%$ ).

Les données recueillies aux différentes stations ont été regroupées en cinq périodes :

TABLEAU I  
Caractéristiques principales des données de courantométrie

Station	Profondeur (m)	Position	Période d'enregistrement (H.A.E.)		Nombre d'observations
			début	fin	
C2	7	68°45,5 O	31-08-74	06-10-74	5184
		48°27,5 N	13h 40	19h 40	
C2	17 (2 m/f)*	68°45,5 O	31-08-74	04-10-74	4982
		48°27,5 N	11h 37	23h 37	
C4	7 (2 m/f)	68°34,45 O	06-10-74	08-11-74	4487
		48°29,0 N	16h 35	10h 35	
C5	5	68°31,0 O	19-07-74	21-08-74	4753
		48°30,6 N	09h 40	05h 40	
C5	15 (2 m/f)	68°31,0 O	19-07-74	21-08-74	4753
		48°30,6 N	09h 40	05h 40	
C6	20	68°32,0 O	12-08-74	26-09-74	6453
		48°33,5 N	19h 30	11h 30	
C6	76 (2 m/f)	68°32,0 O	03-08-74	26-09-74	7795
		48°33,5 N	12h 30	10h 30	

\* 2 m/f: 2 mètres au-dessus du fond.

mai (du 21 au 31); juin (du 14 au 21); juillet (du 11 au 18); août (du 8 au 24); septembre-octobre (du 17-09 au 06-10); octobre-novembre (du 16-10 au 06-11). Les données recueillies ont ensuite été subdivisées en deux groupes, selon le flot et le jusant.

Pour obtenir une connaissance des variations temporelles de la salinité, de la température et de la densité ( $\sigma_t$ ), des mesures ont été effectuées chaque heure durant 25 heures à la station D2 (fig. 1), à deux reprises: en marée de vive-eau (19-07-74) et en marée de morte-eau (26-07-74).

Les mesures de courant ont été effectuées à partir de mouillages fixes de courantomètres Aanderaa de type RCM-4 avec intervalle de temps de 10 min. La figure 1 montre la localisation des mouillages C2, C4, C5 et C6 tandis qu'on trouve dans le tableau I leurs coordonnées, les périodes d'échantillonnage, le nombre de points et la profondeur de l'instrument.

Après la correction des erreurs de lecture, les données de courant ont été filtrées par l'application d'un filtre passe-haut du type A6-A6-A7 (voir Godin, 1972). Les données horaires ainsi obtenues ont été analysées d'après la méthode proposée par Godin (1978). L'analyse spectrale (d'après une transformée en série de Fourier) permet d'évaluer l'énergie cinétique contenue dans les

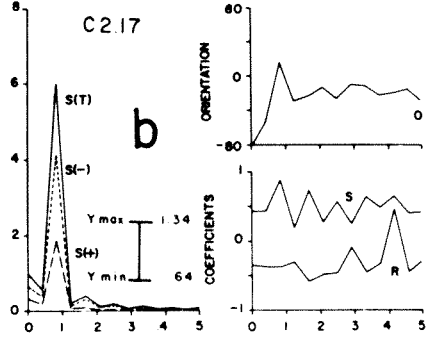
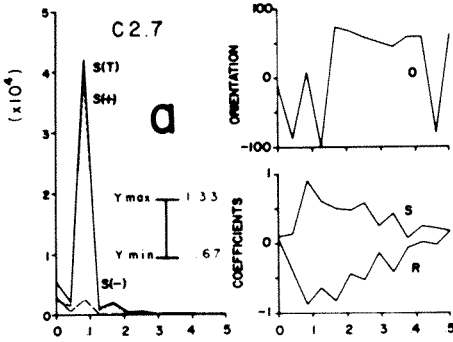
différentes bandes de fréquence, alors que l'analyse harmonique évalue les caractéristiques des oscillations périodiques contenues dans l'enregistrement d'après la méthode des moindres carrés. La précision des estimations est fonction dans le premier cas du nombre de bandes et du nombre de données alors que dans le second, elle dépend des critères de sélection des différentes oscillations et du postulat qu'il s'agit essentiellement de phénomènes périodiques.

## Résultats

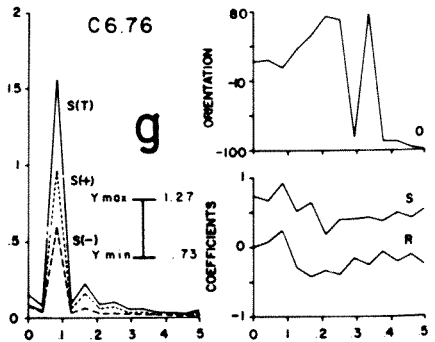
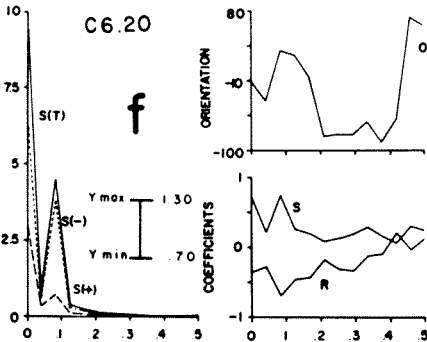
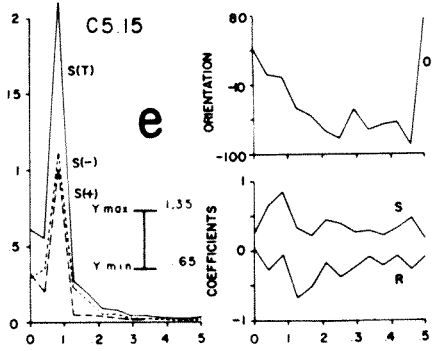
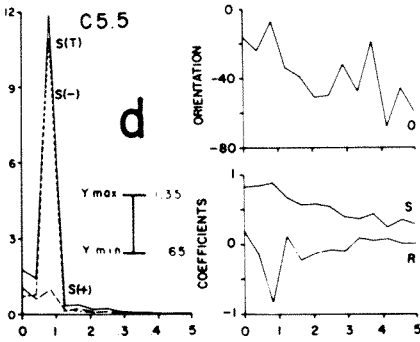
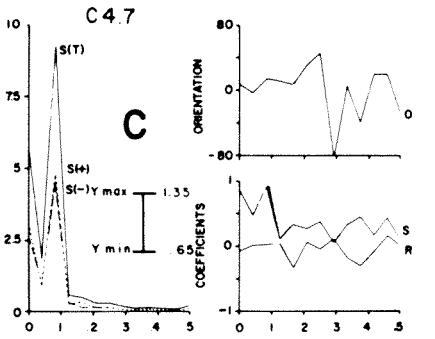
Les résultats révèlent une différence importante des caractéristiques des courants de marée sur une superficie d'à peine 20 km<sup>2</sup>. La variance de la bande semi-diurne de l'enregistrement C2.7 (nord-ouest de l'île Saint-Barnabé, profondeur de 7 m) représente plus de 80% de la variance totale alors que pour l'enregistrement C6.20 (nord-est de l'île Saint-Barnabé, profondeur de 20 m), c'est dans la bande de basse fréquence (fréquence inférieure à 0.0119 cycle/heure) qu'on retrouve plus de 80% de la variance totale (fig. 2a, 2f et 8). L'énergie cinétique (variance des courants) qui est concentrée dans ces deux bandes de fréquence nous incite à étudier plus attentivement les phénomènes de période semi-diurne et ceux de basse fréquence.



PUISSANCE SPECTRALE  $\times 10^{-3}(\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{h})$



$Y_{\max} = 1.33$   
 $Y_{\min} = 0.67$   
 $Nb = 12$   
 $Int = 1h$   
 Intervalle de confiance normalise (95 %)  
 $N = (670 - 1140)$



FRÉQUENCE (CYCLE / HEURE)

## PHÉNOMÈNES DE PÉRIODE SEMI-DIURNE

D'après l'analyse harmonique des données de courant, les caractéristiques de la principale composante de l'oscillation semi-diurne  $M_2$  sont fort différentes d'un enregistrement à l'autre, surtout si on compare les enregistrements du secteur situé au nord-ouest de l'île Saint-Barnabé avec ceux du nord-est. On constate (d'après le tableau II) que l'intensité de la composante  $M_2$  de l'enregistrement C2.7 est de 46 cm/s alors qu'elle n'est que de 24 cm/s et 25 cm/s pour les enregistrements C4.7 et C5.5. Aux mouillages C2 et C5, le courant possède un caractère rotatoire étonnant (d'après les caractéristiques de leurs ellipses de courant, intensité des composantes majeure et mineure) pour des mouillages côtiers. On constate également une importante différence de phase entre les enregistrements d'un même mouillage et même entre les enregistrements de mouillages différents à des profondeurs comparables. D'après Forrester (1972), l'orientation de l'axe majeur et la phase de la composante  $M_2$  devraient être  $180^\circ$  et  $324^\circ$  (dans le fuseau horaire H.A.E.) dans la région de Rimouski, en choisissant la côte comme axe de référence. Ces valeurs sont près des valeurs que nous obtenons pour les enregistrements des mouillages C2 et C4 (tableau II). Par contre, on constate que la phase est beaucoup plus hâtive (plus de 2 heures) pour les enregistrements C5.5 et C6.20. La phase est également plus tôt au fond qu'en surface (soit 45 min.). La différence maximale de phase a été observée entre les enregistrements du mouillage C6. D'après le tableau II, la phase de la composante  $M_2$  à 20 m est  $71^\circ$  plus tôt que celle à 76 m, soit environ 2 h 30 min. Ainsi, d'après les caractéristiques des ellipses de courant (phase, intensité, orientation) de ces enregistrements, les courants de marée de période semi-diurne se dirigent dans des directions opposées avec des intensités presque égales. Nous avons calculé l'intensité des courants de la composante  $M_2$  de tous les enregistrements à deux phases différentes (fig. 3),

soit  $303^\circ$  et  $123^\circ$ . Ces phases se situent respectivement pendant le flot et le jusant, lorsque le courant de l'enregistrement C6.76 atteint sa valeur maximale.

Pendant le flot (fig. 3b), on remarque une divergence des courants de surface: le courant à l'est (C5) et au nord-est (C6) de l'île Saint-Barnabé se dirige vers le sud-est, alors qu'il s'achemine vers le sud au nord-ouest (C2) de l'île Saint-Barnabé. Au même instant, le courant près du fond au nord (C4) et au nord-est (C6) de l'île Saint-Barnabé se dirige vers le sud-ouest parallèlement à la côte, alors qu'au mouillage C2 il se dirige vers le sud.

Pendant le jusant (fig. 3a), la situation est différente: le courant près de la surface converge et dévie vers le nord alors que le courant près du fond au nord (C4) et au nord-est (C6) de l'île Saint-Barnabé se dirige vers le nord-est. Au même instant, le courant au mouillage C2.17 se dirige vers le nord. En résumé, à l'est de l'île Saint-Barnabé l'eau de surface se déplace perpendiculairement à la côte alors que près du fond son mouvement est parallèle à la côte. Par contre, au nord-ouest de l'île Saint-Barnabé toute la colonne d'eau se déplace dans l'axe nord-sud. Ces résultats ajoutés au fait que le courant de marée possède un caractère rotatoire important et que les relations entre les composantes  $M_2$  et  $S_2$  varient d'un enregistrement à l'autre (d'après le tableau III) créent une circulation fort complexe.

Les variations spatio-temporelles de densité observées pendant la période de mai à novembre 1974 nous permettent d'étudier de façon plus détaillée certains mécanismes de circulation établis à partir des mesures ponctuelles de courant. D'après les répartitions horizontales de densité calculées en surface pendant les périodes de juillet et août, les patrons de distribution varient d'une période à l'autre (fig. 4). On constate également une grande variabilité spatiale des isopycnes en fonction du jusant et du flot. Pour la majorité des périodes les isopycnes sont

---

Figure 2. Résultats de l'analyse spectrale des enregistrements de courants. Définition des paramètres:  $S(T)$  = puissance spectrale totale.  $S(-)$  = puissance spectrale des composantes polarisées négativement (mouvement horaire),  $S(+)$  = puissance spectrale des composantes polarisées positivement (mouvement antihoraire).  $O$  = orientation de l'ellipse de courant par rapport à la direction parallèle à la côte (positif dans le sens antihoraire à partir de l'est).  $R$  = coefficient de rotation de l'ellipse de courant. Il détermine la qualité de l'ellipse;  $R = \pm 1$  mouvement circulaire,  $R = 0$  mouvement rectiligne,  $R < 1$  mouvement horaire et  $R > 0$  mouvement antihoraire.  $S$  = stabilité de l'orientation de l'ellipse de courant.

TABLEAU II

Estimation des principales composantes harmoniques du courant

Composantes Enregistrement	Zo		M2				S2				Msf-Mf				Mm			
	Intensité (cm/s)	Orientation ° (E) *	1/2 axe majeur (cm/s)	1/2 axe mineur (cm/s) **	Inclinaison ° (E)	Phase ° (H.A.E.)	1/2 axe majeur (cm/s)	1/2 axe mineur (cm/s)	Inclinaison ° (E)	Phase ° (H.A.E.)	1/2 axe majeur (cm/s)	1/2 axe mineur (cm/s)	Inclinaison ° (E)	Phase ° (H.A.E.)	1/2 axe majeur (cm/s)	1/2 axe mineur (cm/s)	Inclinaison ° (E)	Phase ° (H.A.E.)
C2.7	8,1	318,5	46,2	-29,4	188,3	345	14,4	-7,4	187,5	21	4,0	3,3	249,4	249	5,4	-0,3	125	31
C2.17	2,5	1,4	18,2	-2,4	196,5	335	6,8	-2,7	214,0	30	2,8	-1,7	282,0	30	1,5	-0,8	157	91
C4.7	9,7	14,2	23,7	0,3	193,7	345	6,5	1,4	204,0	351	6,9	-1,5	198,0	64	8,3	-1,6	181	37,6
C5.5	15,3	340,1	25,5	-14,7	352,0	230	7,1	-2,6	359,0	241	4,8	1,1	333,0	282	1,6	0	167	15
C5.15	3,5	18,3	11,8	-0,3	358,0	209	3,1	-0,1	17,0	220	3,0	0,5	233,0	92	1,0	0,7	207	319
C6.20	12,4	352,0	14,3	-5,4	27,0	232	5,0	-1,3	20,0	244	6,9	-2,1	186,0	273	11,0	1,0	160	325
C6.76	1,0	21,5	9,5	1,6	184,0	303	3,7	0,2	188,0	350	1,2	0,2	197,0	140	—	—	—	—

\* E = orientation de l'ellipse de courant par rapport à la direction parallèle à la côte : position antihoraire à partir de l'est.

\*\* le signe du 1/2 axe mineur détermine le sens de rotation de l'ellipse de courant : + = rotation antihoraire

- = rotation horaire

0 = mouvement rectiligne

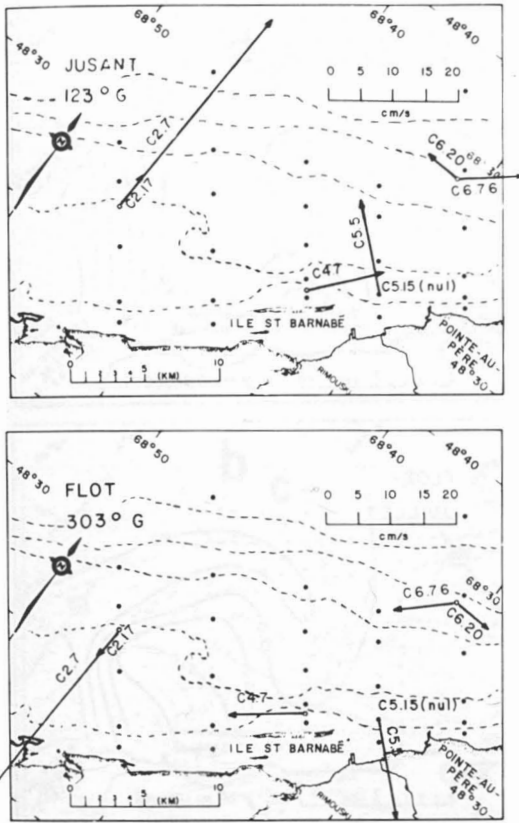


Figure 3. Distribution spatiale des courants de jusant et de flot dans la région de Rimouski d'après les résultats de l'analyse harmonique des enregistrements.

perpendiculaires à la côte à l'est de l'île Saint-Barnabé et identifient un fort gradient horizontal de densité qui se situe le plus souvent entre la section «D» et la section «E» (ce gradient est particulièrement important en mai, fig. 4a). Lorsque ce gradient horizontal est présent, il se caractérise par une eau plus dense à l'ouest de l'île Saint-Barnabé. Une comparaison entre les distributions spatiales de densité obtenues pendant le jusant et le flot nous permet de constater que lors du flot, les isopycnes de même valeur se déplacent vers l'amont et vers le large; on constate également une augmentation de leur angle d'inclinaison par rapport à la direction parallèle à la côte (fig. 4a et 4b). De plus, le patron de distribution de densité varie très rapidement en fonction de la profondeur. D'après les répartitions horizontales de densité calculées à 10 m et 25 m pendant le mois de mai (fig. 5), le fort gradient horizontal de densité observé en surface (fig. 4a et 4b) n'existe plus à

10 m et 25 m. À 10 m, on constate la présence d'une eau plus dense qui pénètre dans la région étudiée au niveau de la section «B» pendant le jusant. Certains patrons de distribution (fig. 4b, 4d, 4e) sont caractéristiques de remontée d'eau plus dense. En examinant les répartitions horizontales et verticales de densité pendant ces périodes (Gagnon, 1977), on remarque que cette eau plus dense pénètre dans la région près du fond lors du jusant. Lors du flot, lorsque cette masse d'eau rencontre l'eau moins dense qui se trouve près de la côte, elle remonte en surface au nord de l'île Saint-Barnabé entre les sections «B» et «D».

#### PHÉNOMÈNES DE BASSE FRÉQUENCE

La presque totalité des enregistrements se caractérisent par des fluctuations importantes du courant journalier moyen (dans le cas de l'enregistrement C6.20 la plage de variabilité est d'environ 50 cm/s, fig. 6) ainsi qu'une variation lente de température de la couche de surface (la variabilité peut atteindre 7°C, fig. 7).

Pour la majorité des enregistrements, les fluctuations du courant moyen journalier n'ont pas de périodicité définie. D'après l'analyse spectrale des enregistrements de courant (fig. 2), seuls les enregistrements C4.7, C5.15 et C6.20 possèdent une partie importante de leur variance dans la bande de basse fréquence (fréquence inférieure à 0,0417 cycle/heure). Une analyse spectrale plus détaillée de l'enregistrement C6.20,

TABLEAU III

Relations entre les composantes  $M_2$  et  $S_2$  du courant

Enregistrement	$(gS_2 - gM_2)$	$HM_2 / HS_2$
C2.7	36,5	3,2
C2.17	55,9	2,7
C4.7	9,0	3,6
C5.5	10,8	3,6
C5.15	10,9	4,0
C6.20	11,8	2,8
C6.76	46,6	2,6
PP*	34,0	4,4

\*: valeur moyenne proposée par Farquharson (1970) pour la section de Pointe-au-Père.

g: intervalle de temps exprimé en degrés entre le passage de la composante de la force au dessus du méridien de Greenwich et la réponse à cette force à un site donné.

H: intensité maximum du courant (demi axe majeur) associé à la composante de la force.

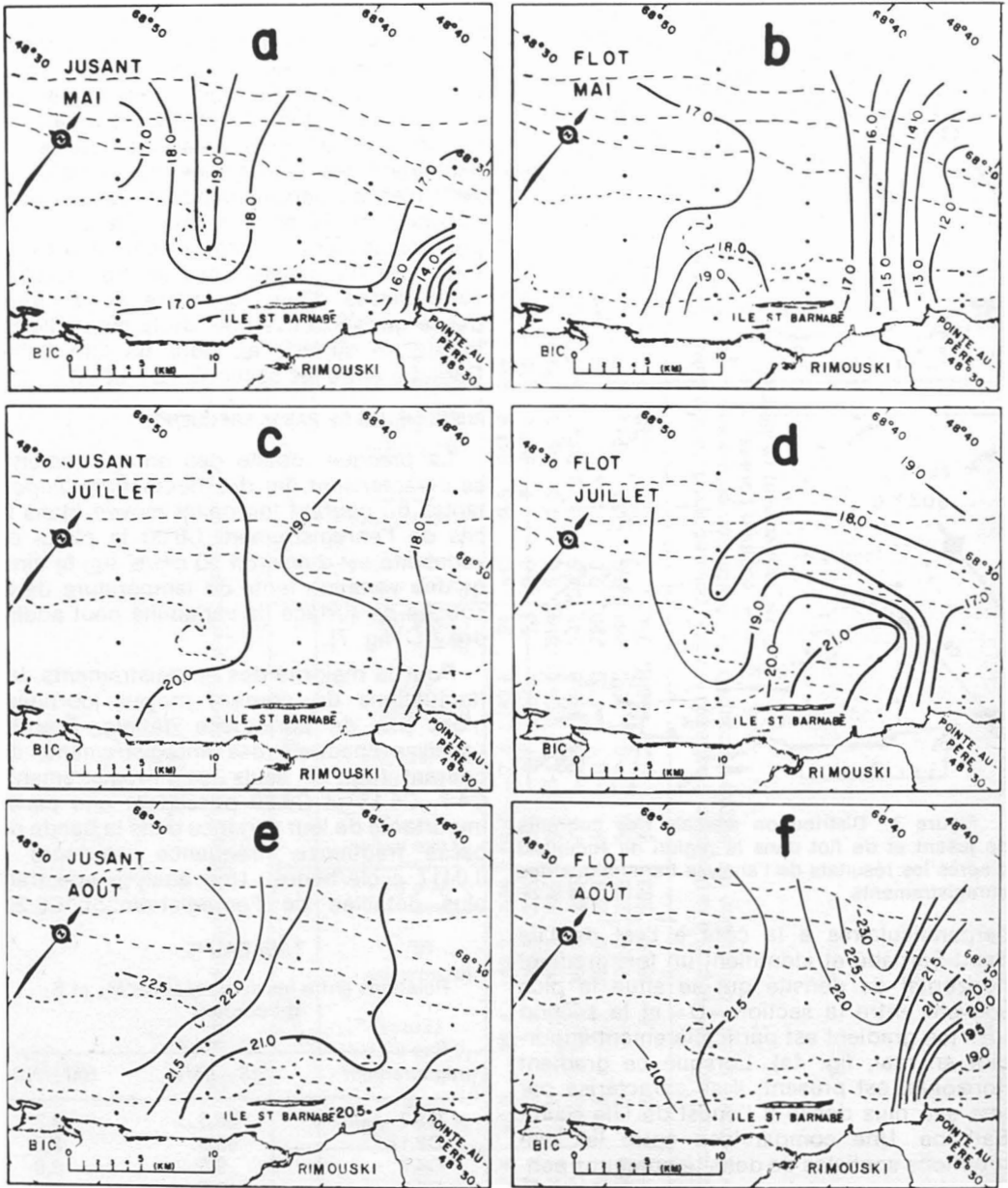


Figure 4. Répartition horizontale de la densité de surface en mai, juillet et août 1974, au jusant et au flot.

avec une résolution de 1 cycle/200 heures (fig. 8), nous a permis d'identifier plusieurs maxima dans la bande de basse fréquence. Malheureusement, l'étalement de la variance dans cette bande et la résolution recherchée en fonction du nombre de points d'observation ne nous permettent pas d'attribuer la variance à une oscillation périodique en parti-

culier. On constate cependant que la variance augmente lorsque la fréquence diminue et que la bande de fréquence inférieure à 0,0119 cycle/heure (3,5 jours) est significativement différente de la bande de fréquence située entre 0,0417 et 0,0119 cycle/heure (1 et 3,5 jours). C'est d'ailleurs dans la bande de fréquence inférieure à 0,0119 cycle/heure

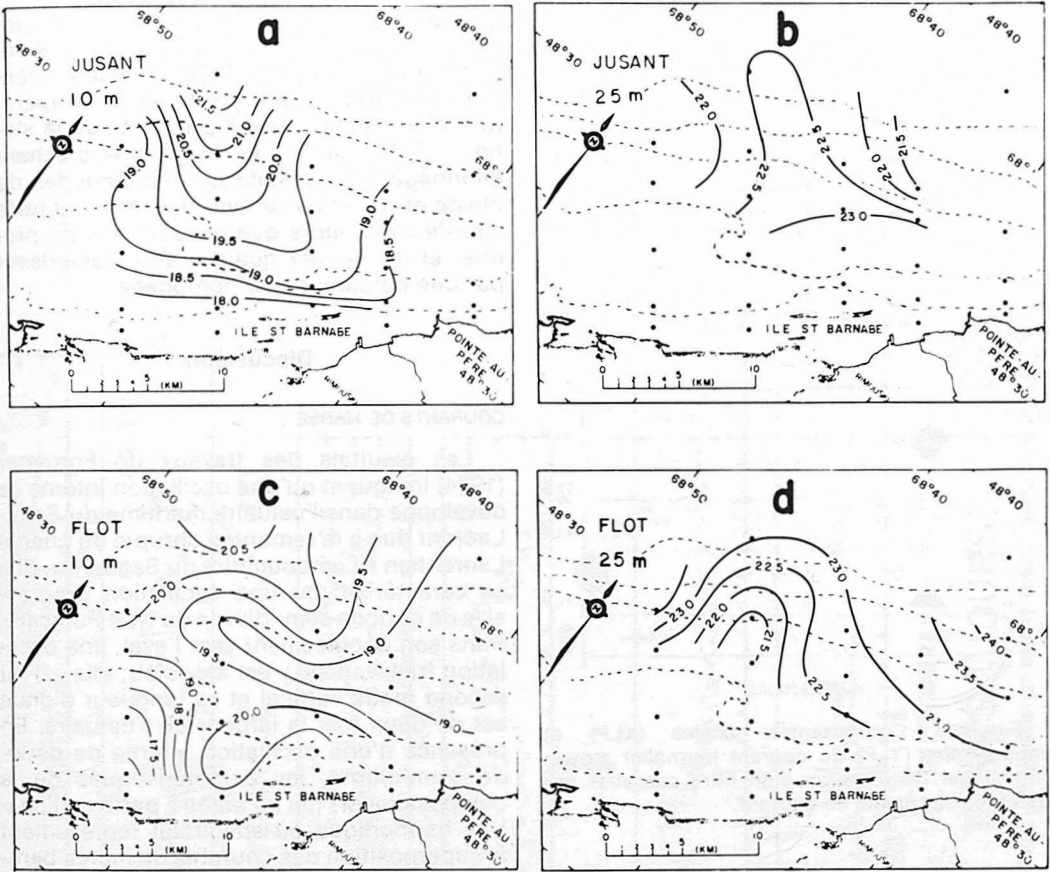


Figure 5. Répartition horizontale de la densité à 10 et 25 m en mai 1974, au jusant et au flot.

que l'on retrouve plus de 80% de la variance. Les phénomènes de basse fréquence jouent incontestablement un rôle très important sur la circulation de cette région.

L'analyse harmonique nous donne la meilleure estimation possible des composantes du courant contenu dans un enregistrement compte tenu de la longueur de notre enregistrement, de la qualité du signal et des caractéristiques des composantes périodiques de basse fréquence (Mm et Msf-Mf). D'après ces résultats (tableau II) pour l'enregistrement C6.20 l'intensité du courant des composantes Msf-Mf et Mm est légèrement plus élevée que celle de la composante  $Z_0$  (courant résiduel moyen évalué sur 44 jours). Il est donc possible d'observer un renversement ou tout au moins une diminution importante du courant journalier pendant quelques jours. Durant la période étudiée, compte tenu de l'orientation et de la phase de ces composantes (tableau II), ce phénomène sur-

viendrait environ trois jours avant la pleine lune.

D'après l'analyse des séries chronologiques de températures mesurées en même temps que le courant (fig. 7), la température de la couche superficielle se caractérise par une fluctuation bimensuelle plus importante que celle de période semi-diurne. La température la plus élevée survient en moyenne de 2 à 3 jours avant la pleine et la nouvelle lune. Pour les mouillages peu profonds (C2 et C5), les variations bimensuelles de température près du fond sont presque aussi importantes que celles mesurées en surface. Pendant les périodes de température maximum, les fluctuations semi-diurnes de température sont plus importantes, mais d'amplitude inférieure aux variations bimensuelles. De plus, la température de la couche profonde, représentée par l'enregistrement C6.76, possède des caractéristiques différentes de la couche superficielle. Après

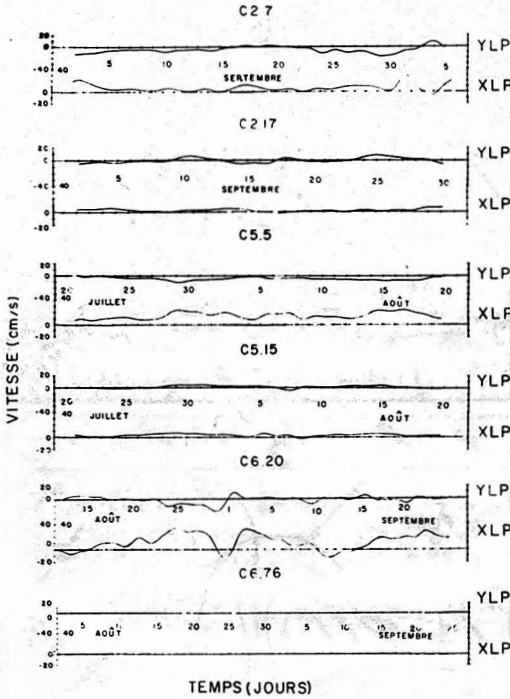


Figure 6. Composantes axiales (XLP) et transversales (YLP) du courant journalier moyen obtenu par l'application d'un filtre passebas sur les enregistrements de courant.

la pleine et la nouvelle lune, on constate une augmentation importante de la variabilité semi-diurne de température qui persiste plusieurs jours (3 à 6 jours).

Deux stations fixes occupées à différentes phases de la lune nous permettent d'étudier ce phénomène de façon détaillée (fig. 9). Des mesures de température et de salinité ont été effectuées à différentes profondeurs (1 m, 3 m, 5 m et 10 m) lors des marées de vive-eau (fig. 9a) et de morte-eau (fig. 9b) à la station D2. Nos résultats montrent que la différence de stratification et la variabilité de salinité observées sur une période d'une semaine sont plus importantes que celles observées sur une période semi-diurne. Les observations effectuées lors des marées de vive-eau se caractérisent par une colonne d'eau bien stratifiée (variation de salinité de 4‰, sur 10 m, fig. 9a) alors que celles des marées de morte-eau se caractérisent par une colonne d'eau homogène (variation de salinités de 0.3‰ sur 10 m, fig. 9b).

Ces résultats corroborent ceux de Sinclair (1978). Chaque semaine pendant la période de juin à octobre 1974, Sinclair a effectué des mesures de salinité et de température à une station sise à proximité de la station D4. Pendant toute la période d'échantillonnage, on constate que les périodes de pleine et de nouvelle lune révèlent une forte stratification, alors que les périodes du premier et du dernier quartier se caractérisent par une colonne d'eau homogène.

## Discussion

### COURANTS DE MARÉE

Les résultats des travaux de Forrester (1974) indiquent qu'une oscillation interne se développe dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent due à la remontée abrupte du chenal Laurentien à l'embouchure du Saguenay. Elle se caractérise par une oscillation progressive de période semi-diurne du type Poincaré. Dans son déplacement vers l'aval, une oscillation transversale y est associée; elle est du second mode vertical et sa longueur d'onde est de deux fois la largeur de l'Estuaire. En présence d'une oscillation interne de période semi-diurne, les caractéristiques de la composante  $M_2$  (tel qu'établi à partir de l'analyse harmonique ou spectrale) représentent la superposition des courants de marée barotrope et baroclinique (dus aux ondes internes).

La présence d'une oscillation interne progressive de période semi-diurne explique les variations radicales de phase et d'amplitude de la composante  $M_2$  (tableau II) observées dans la région de Rimouski. En présence de marée interne, la phase de la composante  $M_2$  est plus tôt qu'elle ne devrait en surface et les courants de marée de la couche superficielle se déplacent dans la direction opposée à ceux du fond (Farquharson, 1970). À ce point de vue, les résultats obtenus aux mouillages C5 et C6 confirment les travaux de Forrester (1974). À l'est (mouillage C5) et au nord-est (mouillage C6) de l'île Saint-Barnabé, la phase de la composante  $M_2$  est plus tôt qu'elle ne devrait ( $232^\circ$  et  $230^\circ$  au lieu de  $345^\circ$ ) et les courants de la couche superficielle (5 m au mouillage C5 et 20 m au mouillage C6) se déplacent dans une direction presque opposée à ceux près du fond (fig. 3). Par contre au nord-ouest de l'île Saint-Barnabé (à peine à 20 km à l'ouest du mouillage C6), l'intensité de la composante  $M_2$  est beaucoup plus forte et sa phase est

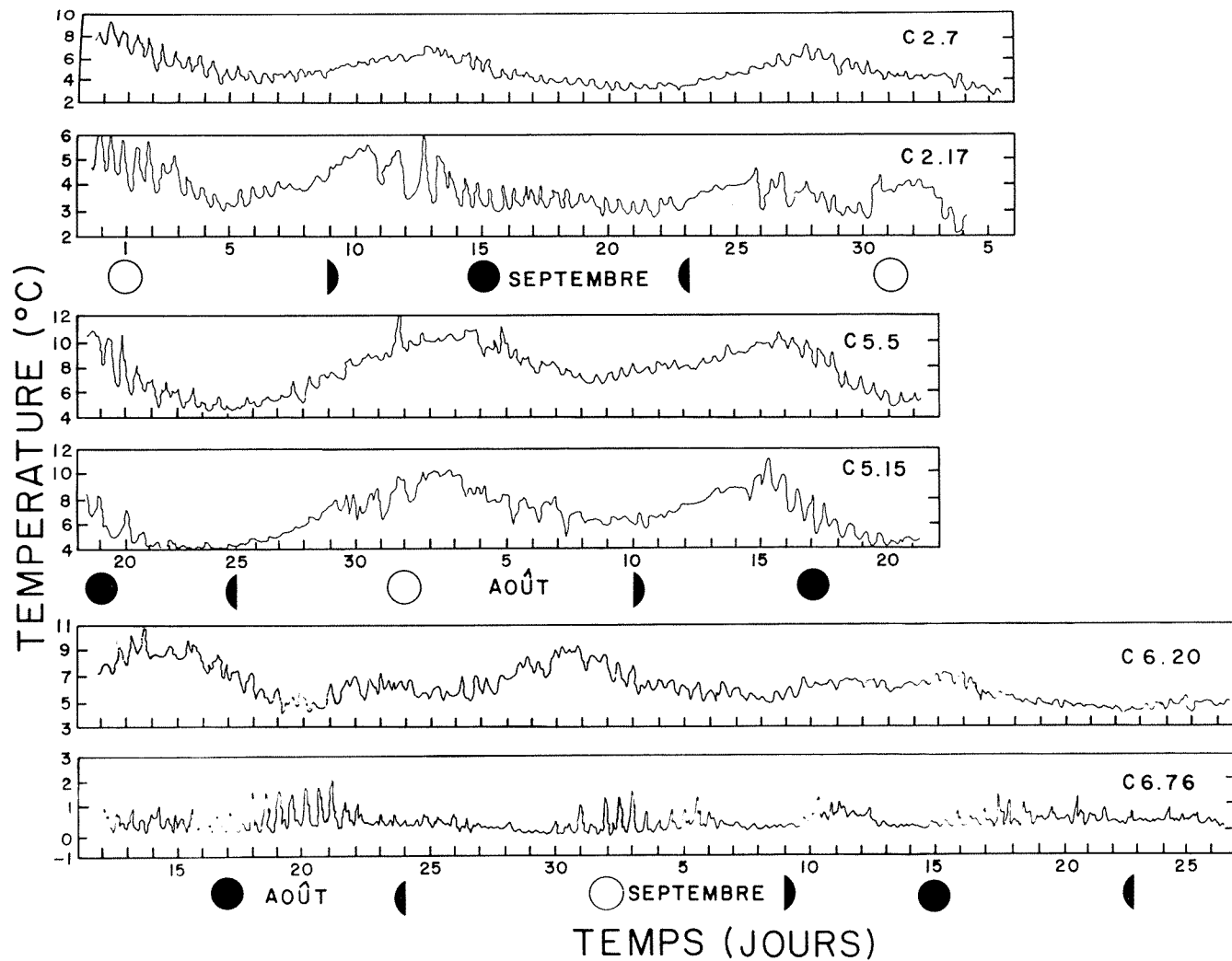


Figure 7. Variations de la température de l'eau observées en même temps que les mesures de courant (intervalle entre chaque mesure: 10 min).



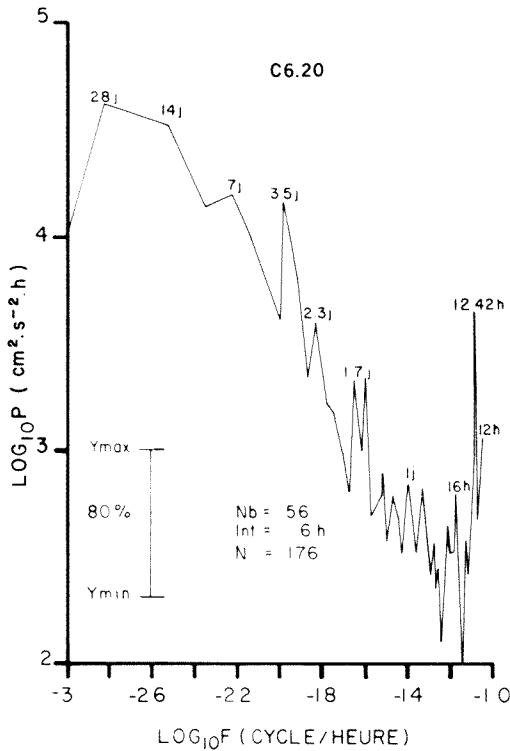


Figure 8. Puissance spectrale (variance) du courant P, en fonction de la fréquence de l'enregistrement C6.20.

près de la phase prédite par Forrester (1972) à partir des données de niveau d'eau. Les variations spatiales des caractéristiques de l'oscillation semi-diurne observées entre le secteur situé à l'est et celui situé à l'ouest de l'île Saint-Barnabé sont à notre avis reliées à la présence d'un plateau de faible profondeur (20 m à plus de 10 km au large) situé à l'ouest de l'île Saint-Barnabé et aux mécanismes de propagation de l'oscillation interne. En effet la faible longueur d'onde de l'oscillation interne (40-60 km) et sa sensibilité aux variations spatiales de densité est susceptible de créer des zones de divergence et de convergence (Forrester, 1974).

Les relations existant entre les composantes  $M_2$  et  $S_2$  (tableau III) nous permettent de reproduire les variations des courants de marée sur une période bimensuelle. D'après Farquharson (1970), la phase de la force lunaire, lorsque la réponse à  $M_2$  et  $S_2$  agit en conjonction, est considérée comme relativement constante pour l'Estuaire. Il a calculé

la différence de phase ( $g_{S_2} - g_{M_2}$ ) et le rapport d'amplitude ( $HM_2/HS_2$ ) de ces composantes d'après les données de courant (valeur moyenne) recueillies par Forrester (1967) à la section de Pointe-au-Père (tableau III). Les résultats indiquent que ces quantités ne sont pas constantes dans la région de Rimouski. Les valeurs calculées pour les enregistrements du mouillage C2 sont près de celles proposées par Farquharson alors que celles des mouillages C5 et C6 sont fort différentes. Cet état de choses ne surprend pas, compte tenu des variations spatiales des caractéristiques de la composante  $M_2$ , et de la sensibilité des courants de marée baroclinique aux variations de stratification. Par contre, ceci a pour conséquence une variation spatiale de l'ellipse résultante  $M_2S_2$  qui se traduit par une variation temporelle du mode de circulation de la région de Rimouski tel que proposé à la figure 3. Les variations spatio-temporelles des courants de marée de période semi-diurne déterminent un mode de circulation fort complexe dont la variabilité bimensuelle représente environ 20 à 30% de la variabilité en fonction du flot et du jusant.

GRADIENT HORIZONTAL DE DENSITÉ OU ÉVIDENCE DE FRONT PRODUIT PAR LE MÉLANGE VERTICAL

D'après Fearnhead (1974) et Bowman et Esaias (1978) un front se réfère à la surface formée par la juxtaposition de deux masses d'eau distinctes. Lorsque la transition entre les eaux stratifiées et bien mélangées survient sur une distance suffisamment courte, le gradient horizontal des propriétés de l'eau peut être suffisant pour construire un cisaillement géostrophique qui intensifiera les gradients et conduira à la formation d'un front. D'après Fearnhead (1974) et Simpson *et al.* (1977), il est possible à partir de données de courant et de profondeur d'eau de connaître la frontière entre le régime stratifié et bien mélangé. À cette fin, Simpson *et al.* (1977) utilise un paramètre de stratification K, ou

$$K = \frac{H}{\mu_m^3}$$

H = profondeur de l'eau  
 $\mu_m$  = courant de marée moyen durant les vives eaux

pour lequel il existe une valeur critique  $\log_{10} K \approx 2$ . Cette valeur (après vérification *in situ*) semble une indication raisonnable de la frontière entre le régime stratifié et le régime bien mélangé.

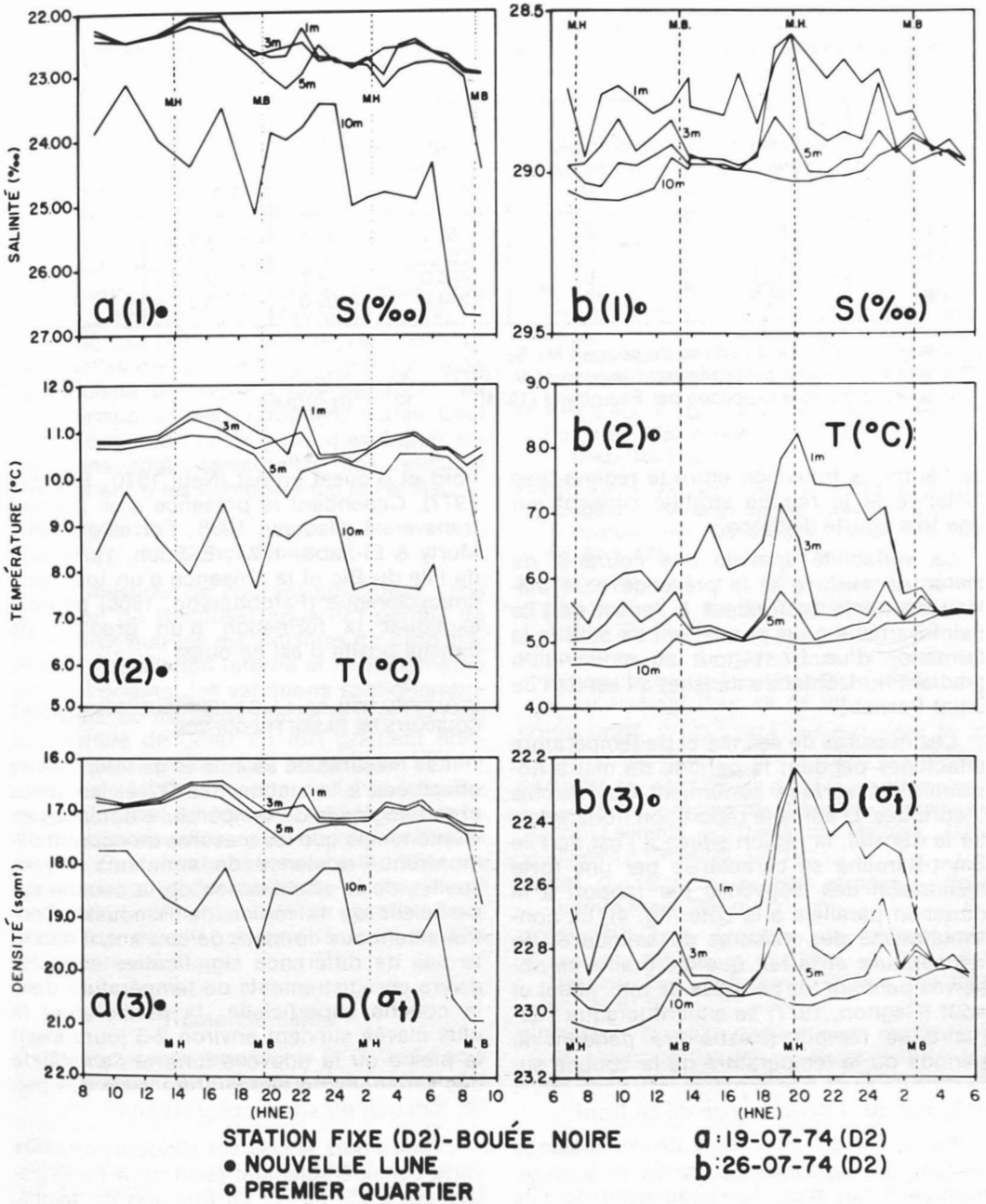


Figure 9. Variations temporelles de la température, de la salinité et de la densité à la station D2, à différentes phases de la lune (vive-eau, a; et morte-eau, b).

Nous avons calculé ce paramètre à partir des valeurs de l'ellipse de courant  $M_2S_2$  pour les enregistrements de surface (tableau IV) après avoir fixé la couche superficielle à 10 mètres. D'après ces résultats, le secteur situé à l'ouest de l'île Saint-Barnabé se ca-

ractrise par un régime bien mélangé jusqu'à une distance de plus de 10 km de la côte alors qu'à l'est de l'île Saint-Barnabé le régime stratifié persiste jusqu'à peine 1 km de la côte. En considérant que les mouillages C2 et C6 sont à environ 20 km l'un

TABLEAU IV

Paramètre de stratification pour une couche superficielle (h) de 10 m dans la région de Rimouski

Mouillage	Courant de marée, $\mu_m$ (cm/s)	Profondeur de l'eau, H (m)	Paramètre de stratification		$\log_{10} K_s$	$\log_{10} K_t$
			$K_s^{**}$	$K_t^{***}$		
C2	60,2	18	82,5	36,7	1,9	1,6
C4	31,1	9	299,0	—	2,4	—
C5	32,5	16	466,0	174,7	2,7	2,2
C6	20,3	77	9204,0	8009,0	3,9	3,9

\* Valeur calculée dans l'ellipse de courant  $M_2 S_2$ \*\* d'après la formule proposée par Simpson *et al.* (1977)  $K_s = H/\mu_m^3$ \*\*\* d'après la formule proposée par Fearnhead (1974)  $K_t = (H-h)/\mu_m^3$ 

de l'autre, la transition entre le régime bien mélangé et le régime stratifié survient sur une très courte distance.

La variabilité spatiale des courants de marée en surface et la présence d'un plateau de faible profondeur à l'ouest de l'île Saint-Barnabé nous permettent de prédire la formation d'un front (tout au moins d'un gradient horizontal de densité) à l'est de l'île Saint-Barnabé.

Les mesures de salinité et de température effectuées pendant la période de mai à novembre en surface confirment nos calculs théoriques. D'après la répartition horizontale de la densité, la région située à l'est de l'île Saint-Barnabé se caractérise par une forte inclinaison des isopycnes par rapport à la direction parallèle à la côte (fig. 4). La non-simultanéité des mesures de salinité et de température et le fait que les gradients observés pendant les périodes de mai, juillet et août (Gagnon, 1977) se situent lorsque l'Estuaire se remplit (c'est-à-dire pendant la période où la température de la couche superficielle croît très rapidement) nous incite à douter de la permanence de ce front.

La formation d'un front dû au mélange vertical des courants de marée et à la remontée d'eau plus dense au nord de l'île Saint-Barnabé sont cependant des mécanismes susceptibles d'expliquer la présence d'un gradient de densité positif d'est en ouest près de Rimouski (fig. 4, 5). La rivière Rimouski ne possède pas un débit suffisant ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) pour maintenir un gradient de densité aussi important et la couche superficielle en amont de la région de Rimouski, et de l'Estuaire en général, se caractérise plutôt par un gradient positif du sud vers le

nord et d'ouest en est (Neu, 1970; El-Sabh, 1977). Cependant la présence d'un courant transversal (Nadeau, 1938; Forrester, 1967; Murty & El-Sabh, 1977; El-Sabh, 1979) près de l'île du Bic et la présence d'un tourbillon anticyclonique (Farquharson, 1966) peuvent expliquer la formation d'un gradient de densité positif d'est en ouest.

#### STRATIFICATION DE LA COUCHE SUPERFICIELLE ET COURANTS DE BASSE FRÉQUENCE

Les mesures de salinité et de température effectuées à la station fixe D2 et les séries chronologiques de température obtenues en même temps que les mesures de courant démontrent l'existence de variations bimensuelles de la stratification de la couche superficielle de la région de Rimouski. Contrairement aux données de courant, il n'existe pas de différence significative entre les divers enregistrements de température dans la couche superficielle: la température la plus élevée survient environ 2-3 jours avant la pleine ou la nouvelle lune et l'amplitude des variations de température varie très peu en fonction du site d'observations.

D'autre part, le courant résiduel journalier varie considérablement (sauf pour l'enregistrement C5.5, fig. 7) en fonction du temps. Compte tenu de la longueur des enregistrements (maximum 44 jours) et de l'étalement de la variance dans la bande de basse fréquence, nous ne pouvons attribuer les variations du courant résiduel journalier à une composante de la force lunaire en particulier. Toutefois les estimations des composantes Msf-Mf (tableau II) de l'enregistrement C6.20 sont aussi importantes que le courant résiduel évalué sur une période de 44 jours.

Théoriquement (Farquharson, 1970), les variations bimensuelles de stratification sont dues aux variations du courant résiduel journalier sur une période semi-mensuelle. La longueur de nos enregistrements de courant et de température ne nous permet pas d'apporter des précisions sur les mécanismes qui contrôlent les variations bimensuelles de la température de la couche superficielle.

La sensibilité des oscillations internes à la stratification de densité peut occasionner une modification des caractéristiques des courants barocliniques (Forrester, 1974). Il est donc fort probable que les variations bimensuelles de la stratification de la couche superficielle provoquent une variation des caractéristiques des courants de marée. Ceci nous permettrait entre autre d'expliquer les variations spatio-temporelles des relations existant entre les composantes  $M_2$  et  $S_2$ .

### Conclusions

Les mesures de courant effectuées dans la région de Rimouski nous ont permis de démontrer que les mécanismes de propagation de l'oscillation interne et la bathymétrie sont à l'origine des variations spatio-temporelles des courants de marée et que ceci est susceptible de créer un fort gradient horizontal de densité. Les variations bimensuelles de la stratification de la couche superficielle sont à notre avis reliées aux variations bimensuelles du courant résiduel moyen. Ces variations peuvent modifier les caractéristiques des courants de marée sur une période bimensuelle et le gradient horizontal de densité observé à l'est de l'île Saint-Barnabé.

### Remerciements

Nous voudrions remercier le Dr G. Godin pour sa collaboration au traitement et à l'analyse des données de courants et le Dr P. LeBlond pour ses précieux conseils et critiques sur le manuscrit. Notre reconnaissance s'adresse également à Mlle Céline Lavoie pour la dactylographie de ce manuscrit. Ce travail de recherches fut réalisé grâce à l'appui financier du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie Canada (CRSNG) attribué à M.I. El-Sabh. Des bourses post-grades furent accordées à M. Gagnon par l'Université du Québec à Rimouski.

### Références

BOWMAN, M. J. & W. E. ESAIAS, 1978. Oceanic fronts in coastal processes. — Springer-Verlag, N.Y., 114 p.

- EL-SABH, M. I., 1977. Circulation pattern and water characteristics in the lower St. Lawrence Estuary. — Proc. Symp. on Modelling of Transport Mechanism in Ocean and Lakes — Mar. Sci. Director., Fish. Envir. Can., MS Dep., no. 43, p. 243-248.
- EL-SABH, M. I., 1979. The lower St. Lawrence Estuary as a physical oceanographic system. — *Naturaliste can.*, 106: 55-73.
- FARQUHARSON, W. I., 1966. St. Lawrence current survey. — Bedford Inst. Oceanogr. Dartmouth, N.S., unpubl. MS Rep. no. 66-6, 84 p.
- FARQUHARSON, W. I., 1970. Tides, tidal currents and currents in the Gulf of St. Lawrence. Second ed. Part 1 — Tides and tidal streams. — Bedford Inst. Oceanogr., Dartmouth, N.S. AOL Rep. 1970-5.
- FEARNHEAD, P. G., 1974. On the formation of fronts by tidal mixing around the British Isles. — *Deep-Sea Res.*, 22: 311-321.
- FORRESTER, W. D., 1967. Currents and geostrophic currents in the St. Lawrence Estuary. — Bedford Inst. Oceanogr., unpubl. MS Rep. no. 67-5, 175 p.
- FORRESTER, W. D., 1970. Geostrophic approximation in the St. Lawrence Estuary. — *Tellus*, 22: 53-65.
- FORRESTER, W. D., 1972. Tidal transports and streams in the St. Lawrence River and Estuary. — *Int. Hydrogr. Rev.*, 49: 95-108.
- FORRESTER, W. D., 1974. Internal tides in St. Lawrence Estuary. — *J. mar. Res.*, 32: 55-56.
- GAGNON, M., 1977. Étude d'océanographie physique dans la région de Rimouski: estuaire du Saint-Laurent. — Thèse de Maîtrise, Univ. Québec à Rimouski, 159 p.
- GODIN, G., 1972. The analysis of tides. — Univ. Toronto Press, 264 p.
- GODIN, G., 1978. L'analyse des données de courant, théorie et pratique. — Mar. Sci. Director., Dep. Fish. Envir. Ottawa. MS Rep. no. 49, 91 p.
- INGRAM, R. G., 1973. Current meter results from St. Lawrence Estuary. — Pages 4-25 in M.I. El-Sabh (ed.). Proceedings of Workshop on Physical Sciences in the Gulf and Estuary of St. Lawrence. Univ. Québec à Rimouski, October 11-12, 1973.
- INGRAM, R. G., 1979. Water mass modification in the St. Lawrence Estuary. — *Naturaliste can.*, 106: 45-54.
- MURTY, T. S. & M. I. EL-SABH, 1977. Transverse currents in the St. Lawrence Estuary: a theoretical treatment. — Pages 35-62 in R. Gibbs (ed.). Transport Process in Ocean and Lakes. Mar. Sci. Ser. no. 7, Plenum Press, N.Y., 288 p.
- NADEAU, A., 1938. Salinité des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. — *Contrib. Stn. biol. Saint-Laurent, Univ. Laval*, n° 11, p. 1-9.

- NEU, J. H. A., 1970. A study on mixing and circulation in the St. Lawrence Estuary up to 1964. — *Atlant. Oceanogr. Lab. Rep. no. 1970-9*, 31 p.
- SIMPSON, J. H., D. G. HUGHES & N. C. G. MORRIS, 1977. The relation of seasonal stratification to tidal mixing on the continental shelf. — *Deep-Sea Res., Suppl. to vol. 24*, p. 327-340.
- SINCLAIR, M., 1978. Summer phytoplankton variability in the lower St. Lawrence Estuary. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 1171-1185.

## HABITAT ET CYCLE BIOLOGIQUE DES *SPHAERODERUS* DU QUÉBEC (COLEOPTERA : CARABIDAE : CYCHRINI)

Yves BOUSQUET et Jean-Guy PILON

Département des sciences biologiques, Université de Montréal,  
Case postale 6128, Montréal H3C 3J7

### Résumé

Au cours des années 1975 et 1976 nous avons étudié l'habitat et le cycle biologique des trois espèces de *Sphaeroderus* du Québec. *S. lecontei* est une espèce à reproduction printanière que l'on rencontre surtout en forêts mixtes, mais aussi dans les forêts décidues; les larves se développent durant l'été et l'émergence survient en fin d'été. *S. canadensis* fréquente les forêts décidues. À la limite nord de son territoire, l'espèce envahit les forêts mixtes où elle cohabite avec les deux autres espèces; cependant, elle occupe surtout les endroits en pente. Les femelles pondent au printemps et au début de l'été; les larves apparaissent durant l'été, mais l'émergence ne survient qu'à l'automne. Contrairement aux deux autres espèces, *S. nitidicollis brevoorti* se reproduit à l'automne. L'hibernation se ferait à l'état d'œuf, de sorte que l'éclosion ne surviendrait qu'au printemps. Les larves complètent leur développement l'été et l'émergence arrive en août. La ségrégation spatiale et temporelle des espèces empêche les adultes d'entrer en compétition.

### Abstract

In 1975 and 1976, the habitat and life cycle of three *Sphaeroderus* species inhabiting Québec were studied. *S. lecontei* is a spring breeder which is mostly found in mixed forest but also in deciduous forest; the larvae grow during summer and the adults emerge at the end of this period. *S. canadensis* lives in deciduous forest. At the northern limit of its distribution it can live in mixed forest with the two other species but prefers slopes. Eggs are laid in spring and at the beginning of summer. The larvae are seen during summer but the adults appear only in fall. *S. nitidicollis brevoorti* is a mixed forest species which breeds in fall. Eggs would appear to overwinter, and consequently hatching occurs in spring. The larvae complete their development during summer and the adults emerge in August. Spatial and temporal segregation of these species reduces the possibility of competition between adults.

### Introduction

Jusqu'à ce jour, les Carabidae du genre *Sphaeroderus* n'ont fait l'objet d'aucune recherche approfondie. Les descriptions sommaires de l'habitat des espèces canadiennes par Lindroth (1955, 1961), Larochelle (1975) et Lévesque *et al.* (1976) et les quelques notes sur l'activité saisonnière du *S. lecontei* Dejean et du *S. nitidicollis brevoorti* LeConte (Bousquet & Pilon, 1977) constituent les seules informations publiées sur l'habitat et le cycle biologique de ces insectes.

Dans la région de Charlevoix, on trouve, souvent dans un même habitat, les trois espèces du Québec: *S. canadensis* Chau-

doir, *S. lecontei* Dejean (= *S. stenostomus lecontei*, Barr *in litt.*) et *S. nitidicollis brevoorti* LeConte. Cette particularité nous a incités à étudier leurs caractéristiques écologiques. Cependant, il faut considérer que l'étude des *Sphaeroderus* est rendue particulièrement ardue par la rareté de populations riches en individus. Malgré cette difficulté, la présente étude vise à donner un aperçu de l'habitat et des caractéristiques écologiques de chaque espèce.

### Matériel et méthodes

Cette étude est basée sur la capture de quelque 750 adultes et 85 larves récoltés

principalement à Port-au-Saumon (47°46'N., 69°57'O.) en 1975 et à la Station de biologie de Saint-Hippolyte (46°N., 74°O.) en 1976.

#### ÉCHANTILLONNAGE

Les individus ont été recueillis à la main et au moyen de pièges à fosse. En 1975, cent pièges ont été installés dans une sapinière à bouleau blanc située à Port-au-Saumon. La description des pièges et celle du milieu ont déjà été publiées (Bousquet & Pilon, 1977). Les individus capturés furent recueillis à tous les jours du 15 mai au 30 août et à tous les trois jours par la suite jusqu'au 15 octobre.

L'année suivante, 60 pièges, tous des tronçons de chéneau, ont été installés dans une jeune érablière à sucre située sur le terrain de la Station de Saint-Hippolyte. Ce biotope a déjà été inventorié par Trudel-Lévesque (1971). Les individus furent recueillis à tous les deux ou trois jours du 8 mai au 15 octobre.

#### ÉLEVAGE

Afin d'étudier le développement préimaginal, nous avons fait l'élevage de chaque espèce. Ainsi, plusieurs individus récoltés sur le terrain tôt au printemps furent gardés dans des boîtes de plastique (9 cm × 13 cm × 7 cm); chaque récipient contenait environ 3 cm de terre tamisée et renfermait en moyenne 2 mâles et 5 femelles. Ces contenants furent déposés en chambre climatisée à 20 ± 1°C, sous une humidité relative de 60% et à l'obscurité, ce qui constitue des conditions propices au développement de ces insectes nocturnes. Les adultes étaient nourris régulièrement avec des larves de ténébrions à raison de 0,25 larve/adulte/jour et occasionnellement avec des morceaux d'escargots.

À tous les jours, le sol de chaque boîte était fouillé de façon systématique afin d'y recueillir les œufs. Ceux-ci furent déposés dans des vases de Pétri de 5 cm de diamètre × 1,5 cm de profondeur dont le fond avait été préalablement recouvert d'une mince couche de terre tamisée. À l'éclosion, chaque larve était transférée et élevée individuellement dans un vase de Pétri; la nourriture consistait exclusivement en morceaux d'escargots et de limaces remplacés à tous les jours. Les œufs, larves et nymphes ont été conservés dans les mêmes conditions de température et d'humidité que les adultes.

#### ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ REPRODUCTRICE

Tout au long de la période de récolte, plusieurs femelles ont été disséquées et les ovaires examinés afin de préciser la période de ponte en nature. Il est possible de distinguer à l'automne les individus qui viennent d'émerger des individus de la génération parentale, par la sclérification incomplète des élytres et des sternites qui persiste pour quelques semaines après l'émergence.

### Résultats et discussion

#### *SPHAERODERUS LECONTEI* DEJ.

#### HABITAT

Le *S. lecontei* vit dans les forêts mixtes et décidues (bétulaies, érablières), parmi les accumulations de feuilles mortes; il se rencontre également, mais en petit nombre, dans les peuplements de conifères. De plus, nous en avons trouvé en lisières et dans les clairières où les individus se réfugient le jour sous les pierres. Durant l'hiver, les adultes se récoltent dans les troncs d'arbres pourris (A. Larochelle, comm. pers.), sous les pierres en bordure de forêt ou encore directement au sol sous quelques millimètres de terre (F. Liard, comm. pers.). Les larves habitent sous les feuilles mortes dans les forêts; aucune n'a été trouvée au cours de cette étude sous l'écorce d'arbres tombés.

#### CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

##### Adulte

La figure 1 présente les variations saisonnières du nombre d'individus piégés au cours de 1975; l'espèce est abondante au printemps ainsi qu'à la fin de l'été et à l'automne. Puisque la période de récolte n'a débuté que le 15 mai, il est impossible de préciser le début de l'activité des individus. Cependant, les basses températures ainsi que la neige qui recouvrait la région en avril nous laissent croire que la sortie des sites d'hibernation s'est faite vers la fin d'avril et début de mai. L'activité locomotrice des adultes est alors intense durant tout le printemps, puis elle décroît au début de l'été. Cette période de faible abondance s'est prolongée pour plus d'un mois; vers la mi-août les adultes reprennent leur activité. La population est alors composée d'individus de la génération parentale et surtout d'individus de la nouvelle génération. Ce deuxième cycle d'activité se prolonge jusqu'en octobre.

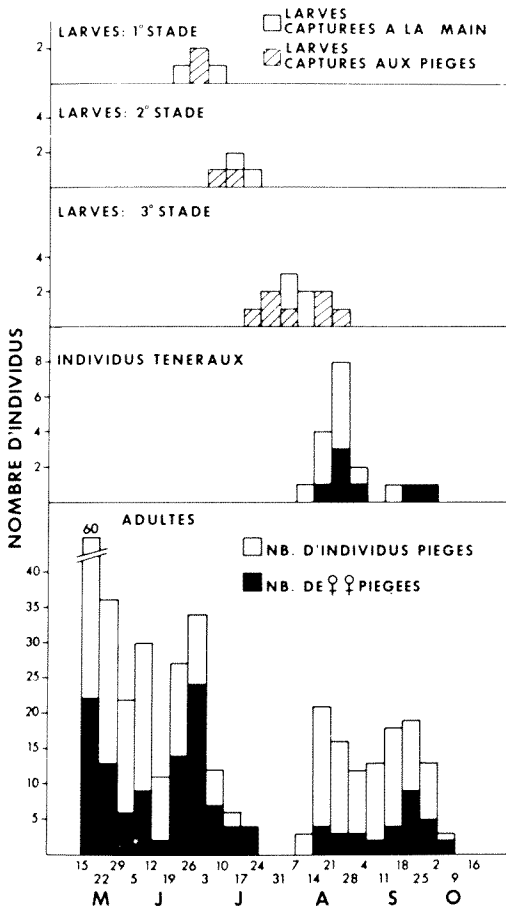


Figure 1. *Sphaeroderus lecontei*: nombre d'adultes piégés et nombre de larves piégées et capturées à la main, à Port-au-Saumon, en 1975.

Les récoltes aux pièges montrent également une divergence dans la distribution des sexes; durant les cinq premières semaines, la proportion de mâles est plus élevée ( $P < 0,001$ ) tandis que les femelles apparaissent en plus grand nombre vers la fin du

premier cycle ( $P < 0,05$ ). Durant le second cycle, les mâles sont plus nombreux que les femelles ( $P < 0,001$ ). Ces écarts reflètent sûrement une différence dans l'activité motrice des individus puisque nous avons capturé à la main autant de femelles que de mâles (tableau I).

L'accouplement a été observé à 14 reprises dans nos pièges et en nature; des 14 couples, 9 furent trouvés en mai, 3 en juin, un en juillet et un autre vers la fin d'août. Lindroth (1961) rapporte un couple en septembre alors que Larochelle (1972a) en signale 7 en fin d'avril, 2 en mai, 4 en fin de septembre et 2 autres en octobre. Ces données montrent que l'accouplement se produit surtout au début du printemps et pendant l'automne.

Au laboratoire, la ponte s'effectue de la mi-mai au début de juillet (fig. 2). En nature, la ponte s'effectue durant la même période; d'ailleurs la majorité des femelles disséquées de la mi-mai au début de juillet étaient ovigères. Aucune femelle récoltée après le 21 juillet ne contenait d'œufs. Sous les conditions d'élevage, 5 femelles, gardées de mai à décembre, ont pondu en moyenne 15,2 œufs chacune.

#### Développement embryonnaire

En 1975, 68 des 203 œufs obtenus en élevage ont éclos. L'année suivante, nous avons obtenu 29 larves à partir des 38 œufs pondus. À 20°C, le développement embryonnaire dure  $13,0 \pm 0,5$  jours ( $n = 97$ ).

#### Développement larvaire

À Port-au-Saumon, durant l'été 1975, les larves étaient actives du 25 juin au 22 août; deux larves du premier stade furent piégées le 26 et le 30 juin, deux du second stade le 6 et le 14 juillet et 7 du troisième et dernier stade entre le 17 juillet et le 22 août. En laboratoire (20°C), la durée du premier stade est de  $5,7 \pm 0,7$  jours ( $n = 52$ ), celle du second

TABLEAU I

*Sphaeroderus* adultes récoltés à la main, à Port-au-Saumon, de juin à septembre 1975.

	Juin		Juillet		Août		Septembre		TOTAL	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
<i>S. lecontei</i>	9	4	8	8	16	12	3	5	36	29
<i>S. canadensis</i>	11	2	3	2	9	3	1	0	24	7
<i>S. nitidicollis brevoorti</i>	3	5	9	8	11	11	5	6	28	30



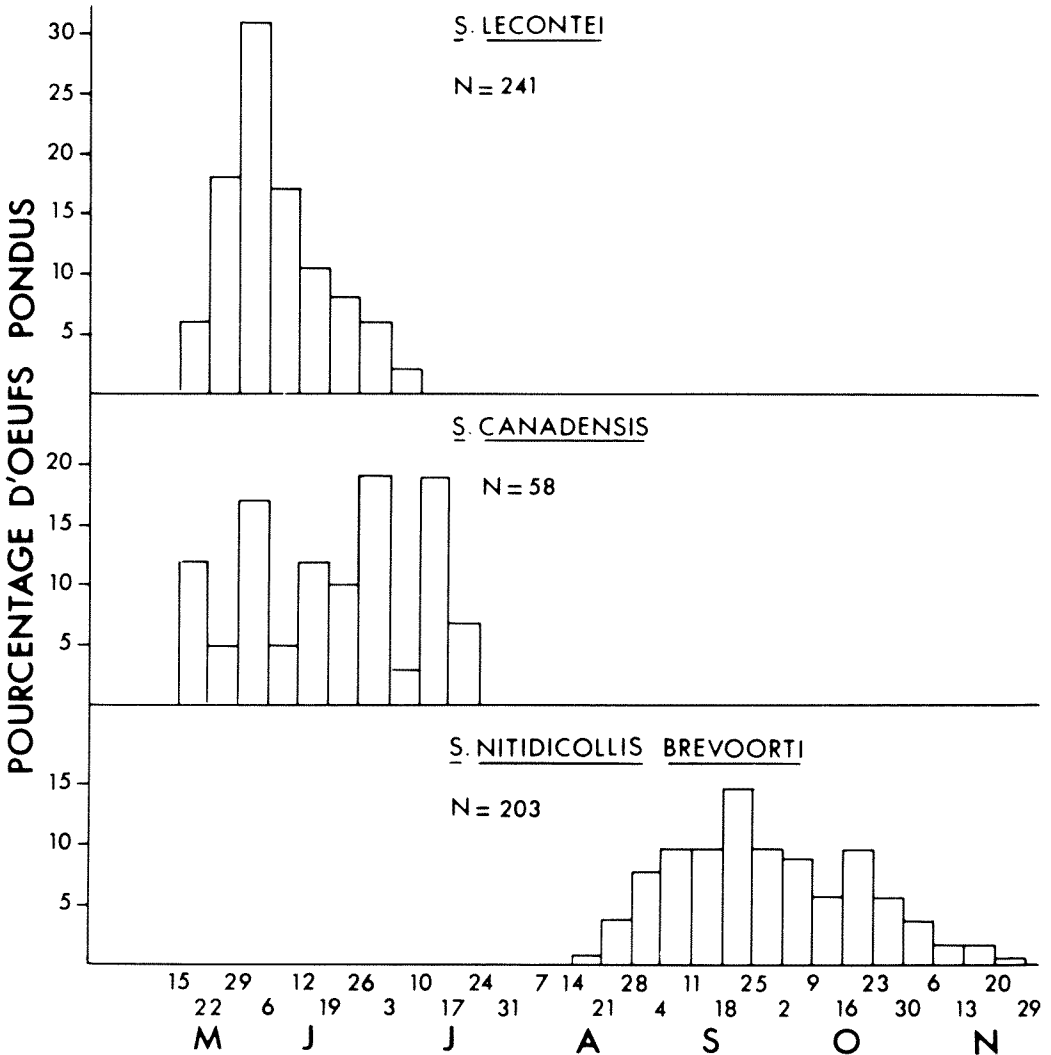


Figure 2. *Sphaeroderus lecontei*, *S. canadensis* et *S. nitidicollis* : pourcentage d'œufs pondus au laboratoire, de mai à décembre, 1975 et 1976.

stade de  $5,7 \pm 1,2$  jours ( $n = 32$ ) et celle du troisième stade de  $21,3 \pm 3,8$  jours ( $n = 17$ ).

#### Développement nymphal

Au laboratoire à  $20^{\circ}\text{C}$ , le développement de la nymphe demande  $9,9 \pm 1,2$  jours ( $n = 15$ ).

#### CYCLE BIOLOGIQUE

Les adultes du *S. lecontei* ont deux phases d'activité par année (Bousquet & Pilon, 1977). Au printemps, après l'hibernation, les adultes commencent leur activité à la surface du sol; la population est alors

composée d'individus de la nouvelle génération, dont l'émergence a eu lieu l'été précédent, et probablement de quelques individus de la génération parentale. Cette période d'activité est consacrée à la reproduction et à la recherche de nourriture et s'étend de la fin d'avril ou début de mai, selon les conditions climatiques, jusqu'à la fin de juin. Par la suite l'activité des adultes diminue rapidement.

Les femelles pondent de la mi-mai jusqu'au début de juillet; entre juin et la mi-juillet, les larves éclosent et complètent leur développement avant septembre. Vers la fin

du troisième stade, la larve se construit une petite loge à la surface du sol dans laquelle elle se nymphose. Les nouveaux adultes émergent de la mi-août à la fin de septembre; par la suite, ces adultes et ceux de l'ancienne génération deviennent actifs. Durant cette période, certains individus de la génération parentale s'accouplent et probablement aussi certains individus de la nouvelle génération.

Le deuxième cycle d'activité s'étend jusqu'en octobre et possiblement même jus-

qu'en novembre dépendant des conditions climatiques. À mesure que la température du sol diminue, les adultes se réfugient dans leurs sites d'hibernation.

*SPHAERODERUS CANADENSIS* CHD.

HABITAT

Dans le sud du Québec, les individus se rencontrent dans les forêts décidues spécialement les érablières; plus au nord, dans la région de Charlevoix, ils se trouvent en fo-

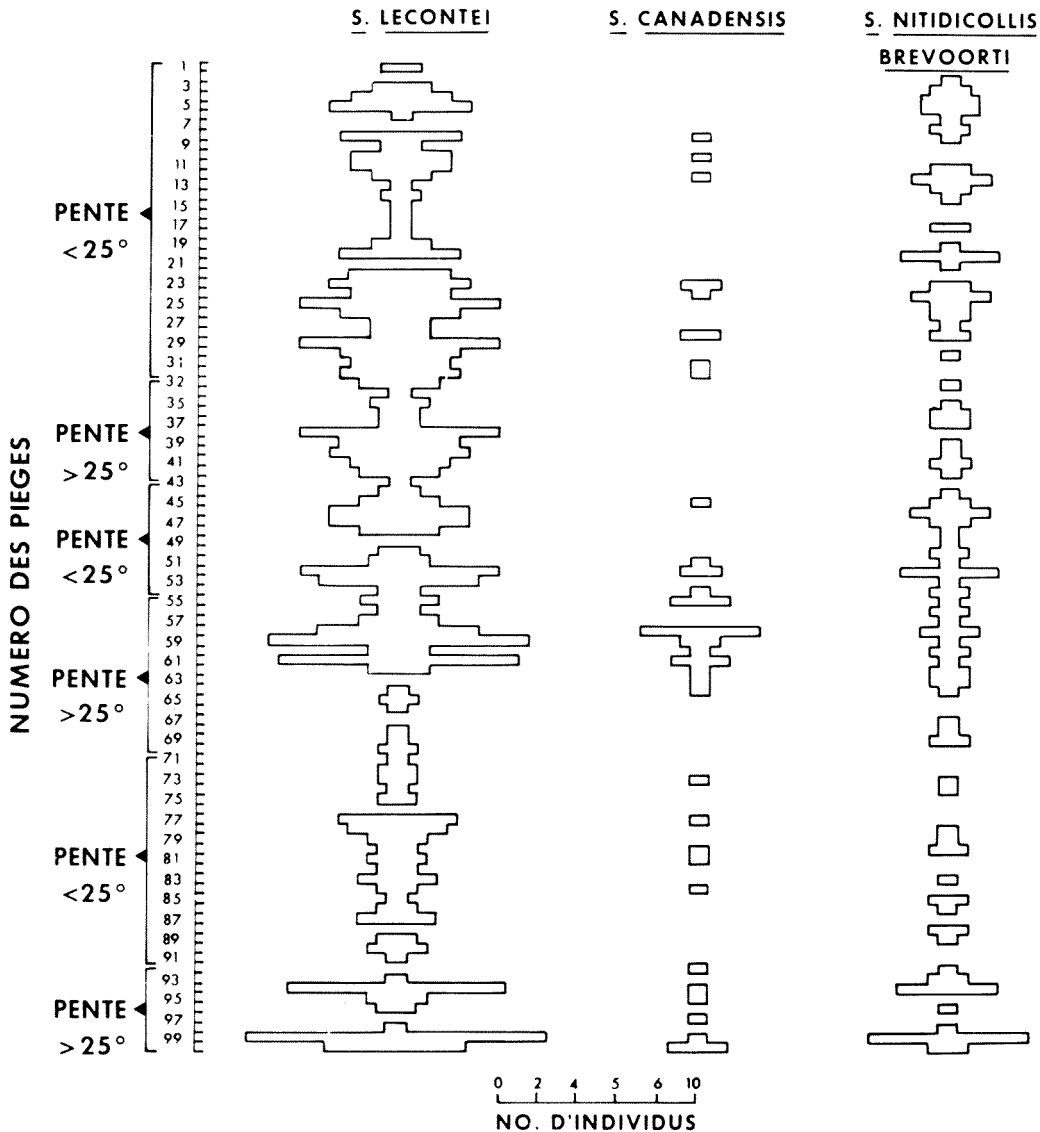


Figure 3. Répartition relative des *Sphaeroderus* piégés en terrain très incliné (pente  $> 25^\circ$ ) et peu incliné (pente  $< 25^\circ$ ), à Port-au-Saumon.

rêts mixtes tout comme les deux autres espèces. Le jour, les adultes se cachent sous les feuilles mortes, quelquefois sous les arbres tombés. À Port-au-Saumon, nous avons observé que *S. canadensis* vit surtout aux endroits en pente tandis que les deux autres sont indifférents à l'inclinaison du terrain (fig. 3). En effet, 36% des cent pièges furent installés en terrain très en pente ( $> 25^\circ$ ). Si les Coléoptères sont répartis uniformément dans la forêt et considérant que l'efficacité des pièges est identique sans égard à la pente, il faut s'attendre à ce que la répartition des captures coïncide avec celle des pièges. Or, nous avons capturé plus d'individus de *S. canadensis* en terrain en pente ( $P < 0,01$ ); par contre, la répartition des captures de *S. lecontei* ( $P > 0,05$ ) et *S. nitidicollis brevoorti* ( $P > 0,05$ ) suit la répartition des pièges.

Nous n'avons que peu de données sur l'hibernation des adultes; les quelques individus capturés tôt au printemps furent trouvés sous les feuilles en forêt. Les larves se récoltent l'été sous les feuilles mortes dans le même habitat que les adultes.

#### CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

##### Adulte

La figure 4a montre les variations du nombre d'individus récoltés à Port-au-Saumon durant 1975; l'espèce est présente dans les pièges seulement au printemps et au début de l'été. Les adultes apparaissent dès la mi-mai et continuent d'être actifs jusqu'à la fin de juin; c'est d'ailleurs durant la dernière semaine de juin que nous avons récolté le plus de spécimens. Par la suite, le nombre d'individus diminue rapidement et dès la mi-juillet ils sont absents des pièges; toutefois, il demeure possible d'en récolter à la main (tableau I). Tout au long de la période où nous avons récolté cette espèce, la proportion de mâles était plus élevée (39 mâles pour 8 femelles); il en est de même pour les récoltes à la main (tableau I).

La figure 4b présente des données similaires recueillies cette fois à Saint-Hippolyte en 1976; les individus furent piégés au printemps et au début de l'été de même qu'à la fin de l'été et au début de l'automne. L'activité des adultes commence un peu avant la mi-mai et s'étend sur une période de plus de deux mois; elle se termine vers la fin de juillet. Vers la fin d'août et jusqu'au mois d'octobre, quelques autres individus furent piégés. Malgré le peu de captures, nous

avons constaté que durant le cycle printanier les mâles sont plus abondants.

Au cours de cette étude, l'accouplement du *S. canadensis* a pu être observé à trois reprises en nature: une fois le 21 juin à Port-au-Saumon et une fois les 3 et 25 mai à Rigaud. Larochelle (1972a, b) rapporte la capture de couples les 2, 3 et 8 mai ainsi que le 4 juillet; au laboratoire, nous avons observé l'accouplement en mai et juin. Ces données montrent que l'accouplement survient surtout au printemps.

En élevage, l'espèce pond de la mi-mai à la fin de juillet (fig. 2). La période de ponte est probablement la même en nature; des femelles ovigères ont pu être capturées dès le 22 mai et aussi tard que le 23 juillet. Deux femelles isolées ont pondu respectivement 11 et 13 œufs.

##### Développement embryonnaire

En 1975, 15 des 30 œufs ont éclos; l'année suivante, l'éclosion est survenue pour 10 des 28 œufs pondus. Sous une température constante de  $20^\circ\text{C}$ , le développement embryonnaire dure  $13,1 \pm 0,8$  jours ( $n = 25$ ).

##### Développement larvaire

Durant l'été 1975, les larves furent capturées du 28 juillet au 20 août (fig. 6a) alors qu'en 1976, elles furent piégées du 18 juillet au 29 août (fig. 6b). Au laboratoire ( $20^\circ\text{C}$ ), la durée du premier stade varie de 5 à 8 jours ( $\bar{x} = 6,3$ ;  $n = 14$ ), celle du second stade de 6 à 16 jours ( $\bar{x} = 10,2$ ;  $n = 9$ ) et trois larves ont complété leur dernier stade en 24, 25 et 30 jours.

##### Développement nymphal

Les trois nymphes obtenues en élevage ont complété leur développement en 9 jours à  $20^\circ\text{C}$ .

#### CYCLE BIOLOGIQUE

Malgré deux années d'échantillonnage, les données relatives à cette espèce sont peu nombreuses. Néanmoins, il est possible de constater que le patron d'activité du *S. canadensis* se rapproche de celui du *S. lecontei*. L'espèce se reproduit au printemps et au début de l'été, entre en période de faible activité durant la période la plus chaude de l'année, puis normalement reprend son activité en fin d'été; quant aux larves, elles sont actives durant l'été. Toutefois, les femelles de *S. lecontei* sont ovigères de la mi-mai à la fin de juin alors que certaines femelles de

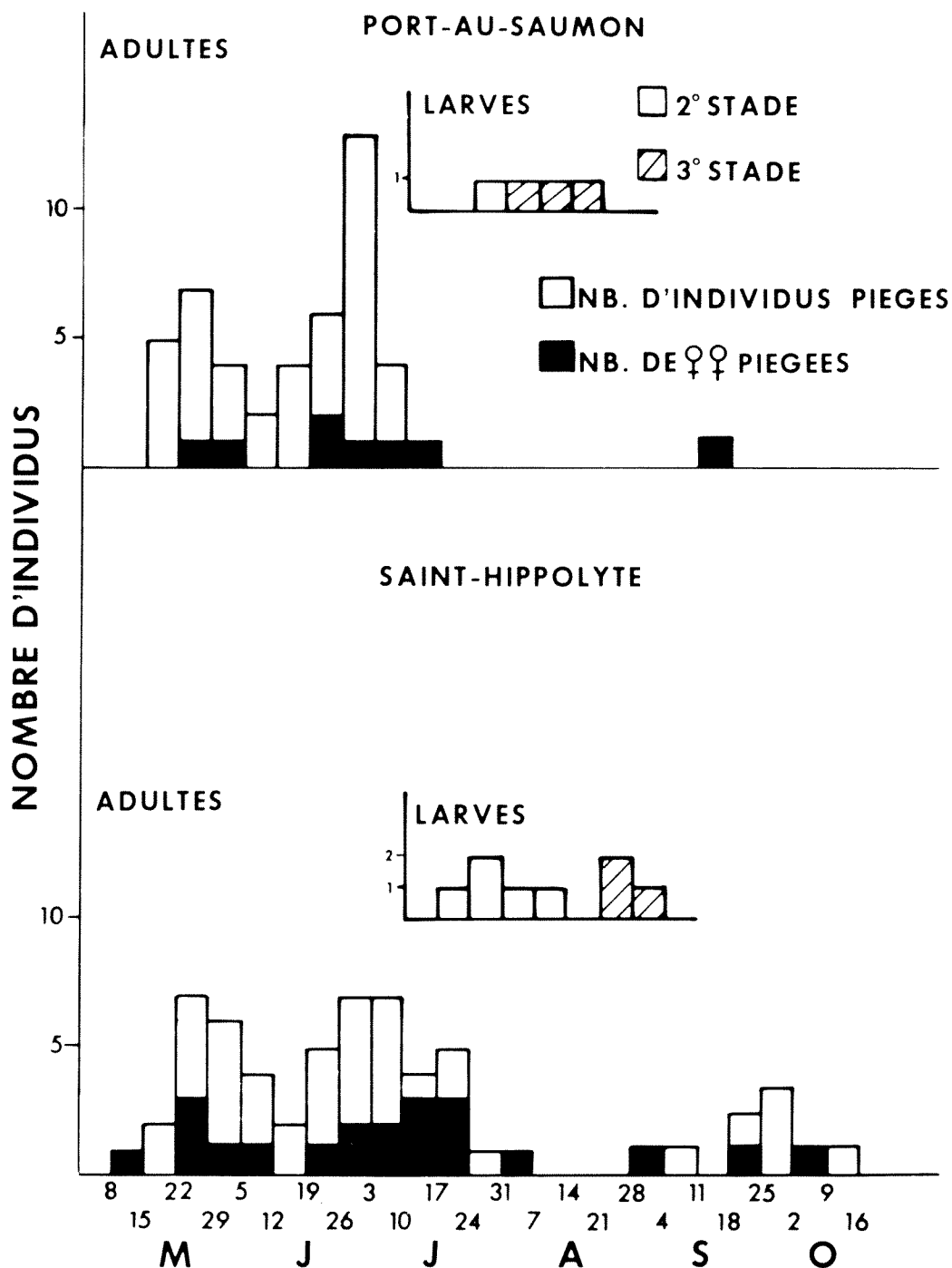


Figure 4. Nombre d'adultes et de larves de *Sphaeroderus canadensis* piégés à Port-au-Saumon, en 1975 et à Saint-Hippolyte, en 1976.

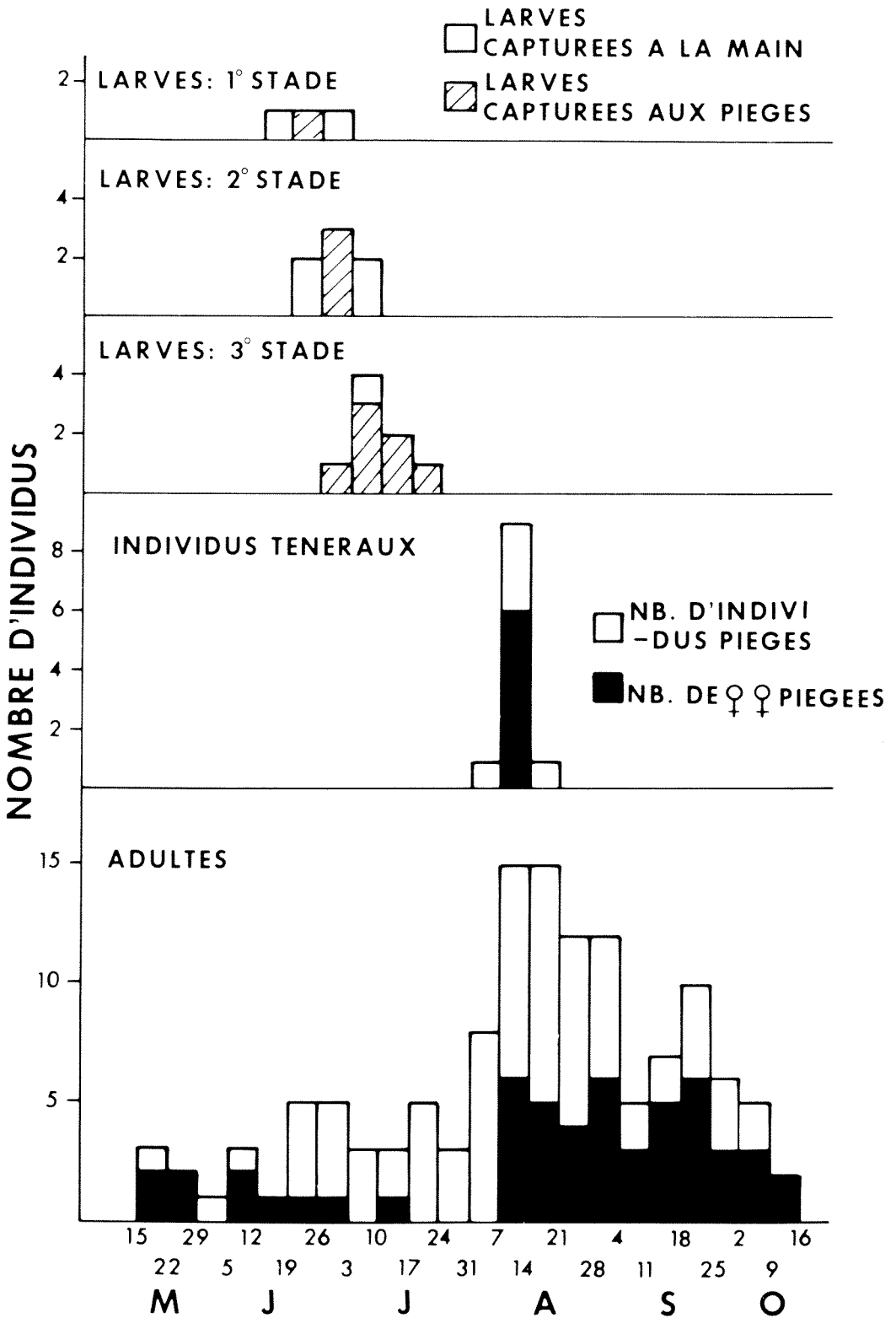


Figure 5. *Sphaeroderus nitidicollis breacorti*: nombre d'adultes piégés et nombre de larves piégées et récoltées à la main, à Port-au-Saumon, en 1975.

*S. canadensis* sont ovigères également en juillet. Cette constatation laisse supposer que les périodes de ponte maximale ne sont pas les mêmes; le cycle saisonnier de reproduction du *S. canadensis* est probablement plus tardif que celui du *S. lecontei* et ressemblerait à cet effet à celui de l'*Agonum retractum* LeC. (Carter, 1976).

*SPHAERODERUS NITIDICOLLIS*  
*BREVOORTI* LEC.

HABITAT

L'espèce a les mêmes exigences écologiques que le *S. lecontei*; nous les avons récoltés ensemble, dans le même microhabitat, à Port-au-Saumon et à Baie-Sainte-Catherine. C'est une espèce qui préfère les forêts mixtes et se rencontre quelquefois dans les forêts de conifères. Le jour, elle se réfugie parmi les feuilles mortes ou sous les troncs de bois. Les adultes hibernent dans les souches d'arbres pourris (A. Larochelle, communication personnelle) ou sous les pierres en bordure des forêts. Les larves se développent l'été aux mêmes endroits que l'adulte, sous les feuilles mortes en forêt.

CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

*Adulte*

Les variations saisonnières du nombre d'individus piégés durant 1975 sont présentées à la figure 5; l'espèce est présente durant toute la période des récoltes. Les adultes apparaissent à la surface du sol dès la mi-mai; cependant l'activité locomotrice demeure faible jusqu'en juillet. En août, alors que les nouveaux adultes émergent, les individus sont plus nombreux aux pièges; par la suite le nombre décroît. Tel qu'indiqué par les captures, les mâles sont plus abondants dans les pièges de mai à août ( $P < 0,05$ ), par la suite les femelles furent piégées au même rythme que les mâles ( $P > 0,05$ ). Ces écarts, durant les premiers mois, reflètent sûrement une différence de l'activité des sexes, puisqu'à la main nous avons capturé autant de femelles que de mâles (tableau I).

Au cours de 1975, l'accouplement a été observé en nature à 10 reprises: 5 fois en fin de juillet, 4 fois en août et une fois en septembre. Larochelle (1972a) rapporte la capture de 2 couples le 28 juin, un le 9 août et un autre le 21 octobre. Ces données montrent que l'accouplement survient principalement durant l'été.

Au laboratoire, nos femelles ont pondu de la fin d'août à la fin de novembre (fig. 2). En nature, la période de ponte s'étend probablement de septembre jusqu'en octobre; d'ailleurs les premières femelles ovigères furent récoltées au début de septembre et le 15 octobre, lors de notre dernière visite, les deux femelles capturées étaient également ovigères. En élevage, 5 femelles, gardées de mai à décembre, ont pondu en moyenne 14,8 œufs chacune.

*Développement embryonnaire*

En 1975, des 203 œufs obtenus, 3 seulement ont éclos. Cependant 80% des œufs ont été gardés en bon état à 20°C pendant plus de 30 jours; malheureusement, la moisissure a altéré par la suite le développement.

*Développement larvaire*

En 1975, les larves étaient actives du 17 juin au 18 juillet: nous avons piégé une larve du premier stade le 22 juin, deux du second stade le 26 et 29 juin et 7 du troisième stade entre le 2 et 17 juillet.

*Développement nymphal*

Cinq larves récoltées en nature et gardées au laboratoire se sont nymphosées; la durée du développement a été de 10 et 11 jours.

CYCLE BIOLOGIQUE

D'après ces observations, il est évident que le *S. nitidicollis brevoorti* n'a pas le même patron d'activité que le *S. lecontei*. Au printemps, après quelques mois d'hibernation les adultes manifestent une activité restreinte. L'accouplement survient en juillet et août, puis les femelles commencent à pondre vers le début de septembre et continuent tant que les conditions climatiques le permettent; par la suite, à mesure que les températures diminuent, les adultes se réfugient dans leurs sites d'hibernation.

Le développement embryonnaire du *S. lecontei* et *S. canadensis* dure 13 jours à 20°C; celui du *S. nitidicollis brevoorti* n'a pu être précisé. Cependant, si les œufs furent fécondés, nos données laissent supposer qu'il devrait être de plus de 30 jours à la même température. Comme la ponte s'effectue à l'automne, où les températures sont inférieures à 20°C, il reste peu probable que les larves éclosent avant l'hiver. L'espèce passerait donc l'hiver à l'état d'œuf (l'hypothèse reste toutefois à être confirmée). Le cas est exceptionnel chez les Carabidae;

exception faite de l'*Amara infima* Dft. (voir Schjøtz-Christensen, 1965), l'hibernation se fait à l'état larvaire ou adulte (Thiele, 1977: 246).

L'éclosion surviendrait au printemps et le développement larvaire se poursuit jusqu'à la fin de juillet. L'émergence survient durant la première moitié d'août; dans nos pièges, les individus ténéraux apparaissent surtout dans une même semaine alors que nous avons piégé des adultes ténéraux de *S. lecontei* sur une période de plus de 30 jours. Il s'agit probablement d'une conséquence de l'hibernation des œufs; les femelles de *S. nitidicollis brevoorti*, tout comme celles de *S. lecontei*, pondent sur une période de deux mois, mais la diapause hivernale des œufs, possible chez la première espèce, synchroniserait l'éclosion des larves et de ce fait le développement préimaginal. Ces nouveaux adultes se mêlent alors à la population déjà en place; nous ne pouvons cependant préciser s'ils parviennent à atteindre la maturité sexuelle dès l'automne.

### Conclusion

Cette étude est la première touchant l'habitat et le cycle biologique des *Sphaeroderus* du Québec. Elle nous a permis de déceler les caractéristiques écologiques de chaque espèce. Ainsi, dans le sud du Québec, *S. canadensis* et *S. lecontei* se rencontrent rarement, en grand nombre, dans le même biotope: le premier préfère les forêts décidues, spécialement les érablières, alors que le *S. lecontei* préfère les forêts mixtes, les lisières de bois et les forêts de feuillus comme les bétulaies.

Dans la région de Charlevoix, le *S. canadensis* atteint la limite nord de son territoire et envahit les forêts mixtes où il cohabite avec les deux autres espèces. Quelles caractéristiques permettent aux trois *Sphaeroderus* d'occuper un même habitat? D'après nos résultats, *S. canadensis* affectionne les terrains en pente alors que *S. lecontei* et *S. nitidicollis brevoorti* sont indifférents à l'inclinaison du terrain; de plus, d'après les récoltes à la main, ces deux dernières espèces se rencontrent fréquemment au pied des pentes où l'humidité est élevée. Il est possible que la répartition des espèces à l'intérieur du biotope dépende du degré d'humidité et de la température du sol (Bousquet, 1977).

Par contre, *S. lecontei* et *S. nitidicollis brevoorti* vivent essentiellement dans le

même microhabitat. Cependant, les adultes n'ont pas du tout le même patron d'activité. *S. lecontei* est surtout actif au printemps alors que l'autre espèce est surtout active à l'automne.

### Remerciements

Ce travail a été rendu possible grâce à l'aide financière du Conseil national de recherches du Canada et du ministère de l'Éducation du Québec.

### Références

- BOUSQUET, Y., 1977. Morphologie larvaire, biologie et écologie des Cychrini (Coleoptera: Carabidae) du Québec. — Mém. maîtrise, Univ. Montréal, 94 p.
- BOUSQUET, Y. & J. G. PILON, 1977. Activité saisonnière de quelques Coléoptères Carabidae du Québec. — Anns Soc. ent. Québec, 22: 40-58.
- CARTER, A., 1976. Wing polymorphism in the insect species *Agonum retractum* LeConte (Coleoptera: Carabidae). — Can. J. Zool., 54: 1375-1382.
- LAROCHELLE, A., 1972a. Notes sur les périodes d'accouplement de quelques Carabidae du Québec. — Naturaliste can., 99: 61-63.
- LAROCHELLE, A., 1972b. On the biology of some *Scaphinotus* and *Sphaeroderus* (Coleoptera: Carabidae). — Proc. ent. Soc. Wash., 74: 474.
- LAROCHELLE, A., 1975. Sur l'écologie des *Sphaeroderus* du Québec (Coleoptera: Carabidae). — Cordulia, 1: 92-93.
- LÉVESQUE, C., J. DUBÉ & J. G. PILON, 1976. Inventaire et étude biocénétique des Coléoptères Carabidae de biotopes forestiers des Laurentides (Québec). — Naturaliste can., 103: 569-582.
- LINDROTH, C. H., 1955. The carabid beetles of Newfoundland, including the french islands St-Pierre and Miquelon. — Opusc. ent. suppl., 12: 1-160.
- LINDROTH, C. H., 1961. The ground-beetles (Carabidae, excl. Cicindelinae) of Canada and Alaska. Part 2. — Opusc. ent. suppl., 20: 1-200.
- SCHJØTZ-CHRISTENSEN, B., 1965. Biology and population studies of Carabidae of the Corynephorum. — Natura. Jutl., 11: 1-173.
- THIELE, H. U., 1977. Carabid Beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. — Springer-Verlag, 369 p.
- TRUDEL-LÉVESQUE, C., 1971. Étude des Coléoptères Carabidae de forêts décidues des Laurentides (Québec), particulièrement en fonction de l'activité locomotrice. — Mém. maîtrise, Univ. Montréal, 86 p.

## ANALYSES ET COMMENTAIRES

# ESQUISSE POUR UNE CLASSIFICATION ET UNE PHYLOGÉNIE DES GOÉRIDES (TRICHOPTERA)

F. SCHMID

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,  
Ottawa, Ontario K1A 0C6

### Résumé

Ce travail démontre que les Goérides constituent une lignée qui s'est spécialisée à partir des Limnéphilides Apataniines. Les Goérines en sont la sous-famille la plus primitive et contiennent six genres qui se sont différenciés en une séquence linéaire. Les Lépaniines contiennent quatre petits genres relictés, très isolés les uns des autres, dont il est difficile d'évaluer le degré de spécialisation et qui ne se situent pas dans l'ascendance du reste de la famille. Ces résultats ont été obtenus par l'analyse des caractères imaginaires aussi bien que par celle des stades jeunes.

### Abstract

This paper shows that the Goeridae represent a specialized offshoot of the apataniine limniphilids. The Goerinae is the most primitive subfamily and contains six genera that differentiated in a linear sequence. The Lepaniinae contains four small relict genera, very isolated from each other. It is difficult to evaluate their respective degree of specialization, but they are not in the direct ancestral line of the rest of the family. These results have been deduced from an analysis of the characters of the adults as well as of the immature stages.

Les Goérides sont une famille de Trichoptères qui a connu certaines vicissitudes. Considérée d'abord comme une sous-famille des Sérécostomatides, elle a été subséquemment élevée au rang familial, puis ensuite rabaisée au niveau de sous-famille des Limnéphilides. Plus récemment, elle a été divisée en deux tribus.

J'ai déjà expliqué (1980) pourquoi il est nécessaire de conserver son rang familial à cette lignée et je n'y reviens donc pas ici. Dans une récente étude sur *Goereilla*, Wiggins (1974) a affirmé que ce genre est « a plesiomorph goerine, and a representative of the most primitive line known ». J'ai moi-même contredit cette opinion sur la base des caractères imaginaires (1979). Par une comparaison rapide et superficielle des génitalia du mâle, j'ai montré que ce sont les genres *Silo*, *Lithax* et *Goera* qui sont les plus primitifs, parce que les plus proches parents des Apataniines ancestrales. Néanmoins, j'ai adopté une autre opinion de l'auteur toron-

tois: *Goereilla* « may rightly be considered (a) phylogenetic relict ». Il me paraît aujourd'hui nécessaire d'étudier à nouveau et plus à fond les problèmes posés par la phylogénie et la classification des Goérides. Les limites de la sous-famille des Lépaniines paraissent peu précises. Cette dernière est-elle naturelle? Les Lépaniines sont-elles ou non plus primitives que les Goérides? Pour ce faire, nous allons d'abord étudier les caractères imaginaires en considérant la famille telle qu'elle se présente à nous. Nous allons interroger les caractères des divers genres pour en dégager une classification qui soit, non pas simplement claire et utile, mais aussi naturelle que possible, sans privilégier les genres de telle partie du monde au détriment des autres.

### Les caractères imaginaires

Tels qu'ils nous sont connus, les Goérides sont constitués par les genres suivants:



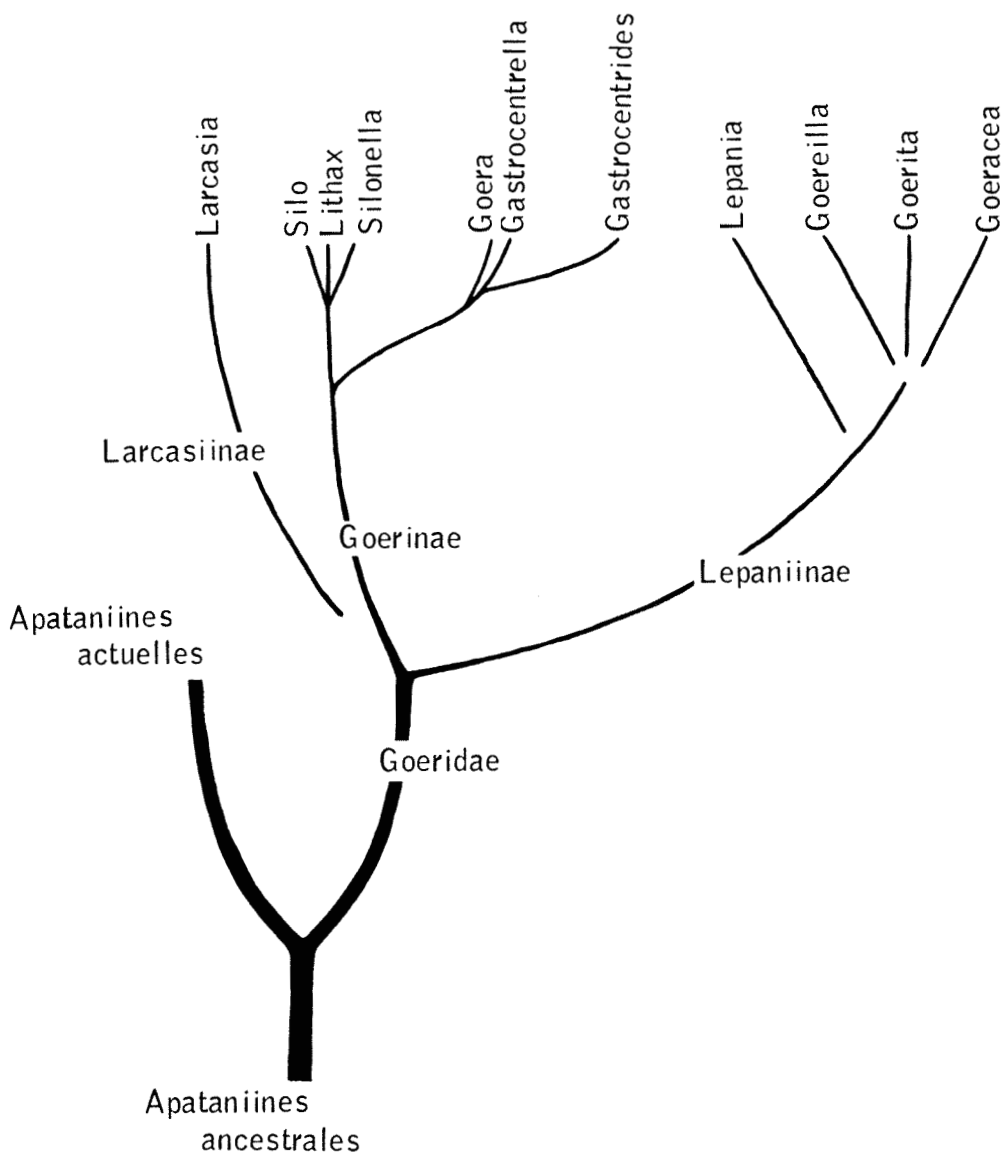


Figure 1. Arbre phylétique des Goeridae.

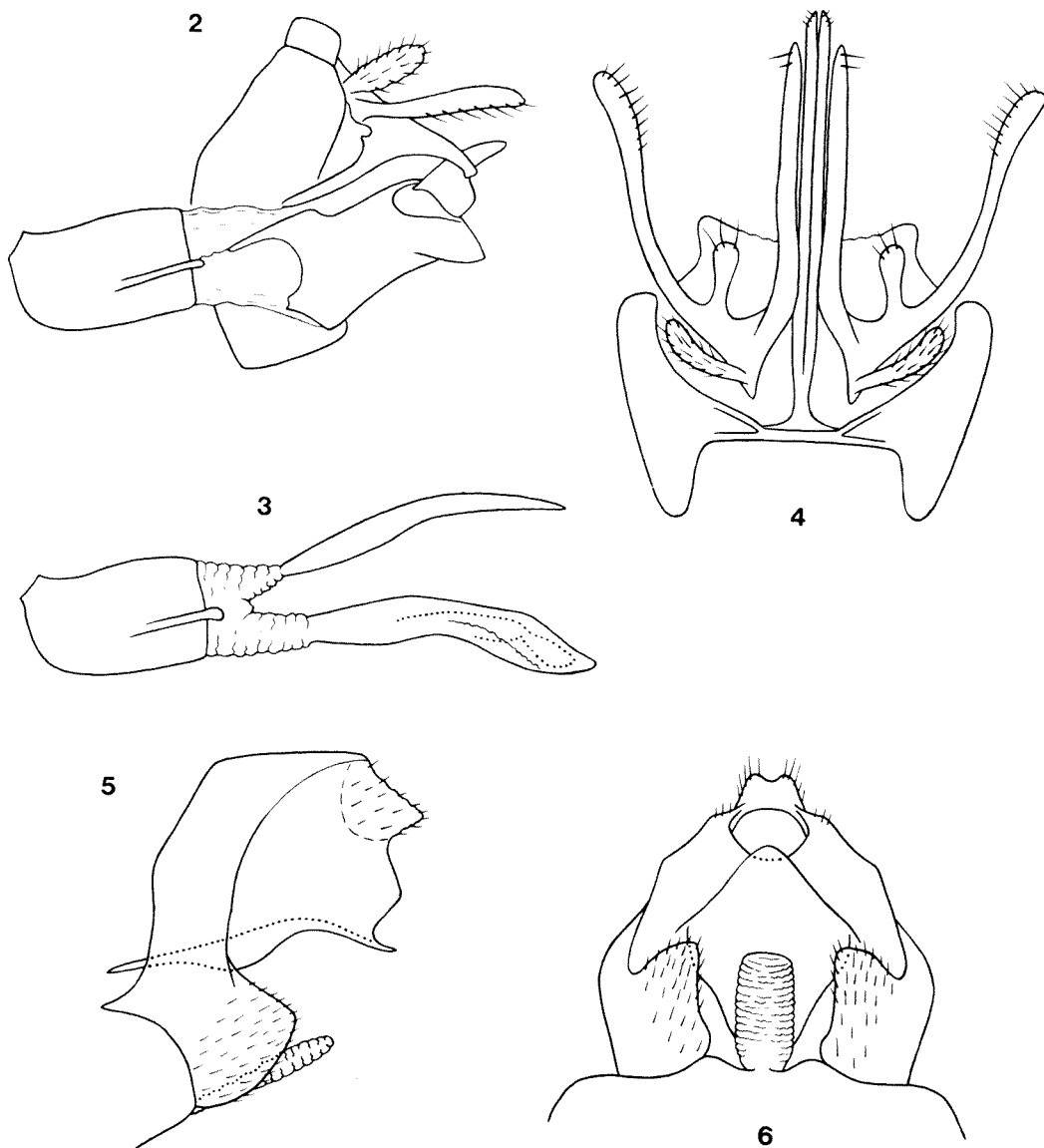
*Lepania* Ross, *Goerita* Ross, *Goeracea* Denning, *Goereilla* Denning, *Goera* Stephens, *Sinion* Barnard, *Silo* McLachlan, *Lithax* McLachlan, *Silonella* Fischer, *Gastrocentrella* Ulmer, *Gastrocentrides* Ulmer et *Larcasia* Navas. De cet ensemble, deux genres se détachent immédiatement des autres par leurs caractères très particuliers. Ce sont *Larcasia* et *Lepania*. Le second a été séparé par Wiggins dans la sous-famille (pour lui alors tribu) des Lépaniines. *Larcasia* a également été originellement inclu par Navas dans une tribu spéciale, les Larcasiini, de la sous-

famille des Goérinae, *sensu* Ulmer 1903. De par l'élévation des Goérines au rang de famille (Ross, 1944), cette tribu a automatiquement pris rang de sous-famille. Nous retrouverons plus bas *Lepania*, mais n'aurons plus à nous occuper de *Larcasia* (fig. 1).

Des onze genres restant, *Silo*, *Lithax* et *Silonella* ont depuis longtemps frappé les auteurs par leur parenté étroite avec les Apataniines. Nielsen a même réduit les Goérides au rang de sous-famille des Limnéphilides sur cette base-là. C'est d'abord ce

problème que nous allons étudier. Ces trois petits genres ont une répartition européenne, avec des affinités méditerranéennes. Ils sont si étroitement apparentés entre eux par les génitalia des deux sexes, que les deux derniers pourraient entrer en synonymie du premier. En fait, ils ne se distinguent guère que par des caractères sexuels secondaires situés sur les ailes.

Les figures 2 à 11 permettront une comparaison des génitalia des deux sexes des Apataniines et de la lignée de *Silo*. Mais ce faisant, il nous faudra faire abstraction de certains caractères génériques ou de groupe d'espèces des Apataniines tels le dédoublement des branches externes du X<sup>e</sup> segment chez *Radema*, la perte du lobe dorsal apical du IX<sup>e</sup> segment et la fusion entre elles des



Figures 2-6. Fig. 2, *Apatania fimbriata*, armature génitale du mâle, vue de profil — Fig. 3, appareil phallique du même, vu de profil — Fig. 4, *Radema bellicosa*, armature génitale du mâle, vue de dessus — Fig. 5, *Apatania fimbriata*, armature génitale de la femelle, vue de profil — Fig. 6, Id., vue de dessous.

branches internes du X<sup>e</sup> segment chez *Apatania* du groupe de *fimbriata*. Les Apataniines sont beaucoup plus variées que les genres *Silo*, *Lithax* et *Silonella*.

Les caractères communs sont les suivants. Génitalia du mâle complexes et composés de pièces en général très allongées et subparallèles. IX<sup>e</sup> segment pourvu d'un ou deux lobes dorsaux apicaux. X<sup>e</sup> segment en général virtuel et représenté par son armature seulement. Cette dernière se compose des appendices préanaux, en boutons et de texture chagrinée, de deux branches internes et de deux branches externes. Ces dernières sont perdues chez *Silo*, *Lithax* et *Silonella*, mais conservées chez certains *Goera*. Appendices inférieurs composés de deux articles bien distincts et situés bout à bout, le second étant fréquemment bifurqué. Base interne du 1<sup>er</sup> article formant un tendon articulé avec les tenons de la phalothèque, caractère très primitif présent aussi chez *Rhyacophila*. Appareil phallique très allongé, complet, avec phalothèque, endothèque, édéage et paramères.

Chez la femelle, sexe plus conservateur que le mâle, les caractères sont moins nombreux, mais encore plus similaires. IX<sup>e</sup> segment non divisé en tergite et sternite, mais formé d'une seule pièce étranglée latéralement. Partie dorsale du IX<sup>e</sup> segment dominant la base du X<sup>e</sup>. Partie ventrale du même segment formant deux lobes proéminents flanquant latéralement l'écaïlle vulvaire. X<sup>e</sup> segment formant deux lobes en toit. Plaque supra-génitale présente et ogivale. Écaïlle vulvaire non tri-lobée, mais formant une pièce unique.

Les représentants des deux groupes comparés ici habitent les eaux courantes et froides des basses, moyennes et hautes altitudes. Ils sont donc restés dans l'habitat lotique froid primitif.

Les différences sont de deux sortes: les détails des caractères et les grandes lignes de l'architecture. Pour les détails, chez le mâle de *Silo*, *Lithax* et *Silonella*, le IX<sup>e</sup> segment a une forme plus complexe et plus spécialisée que chez les Apataniines. L'armature du X<sup>e</sup> segment est composée de branches plus fortes et plus allongées, les branches externes sont perdues (mais conservées chez certains *Goera*, nous l'avons vu), les appendices inférieurs sont plus forts, en position horizontale, avec la suture entre les deux articles moins mobile. La base de l'appareil phallique est modifiée chez les

trois genres européens: la phalothèque est réduite et intégrée à ses tenons qui sont agrandis en un ensemble unique et de grande taille. Mais les paramères sont en position latérale inférieure par rapport à l'édéage, caractère plus primitif que chez les Apataniines, où ils sont en position supérieure.

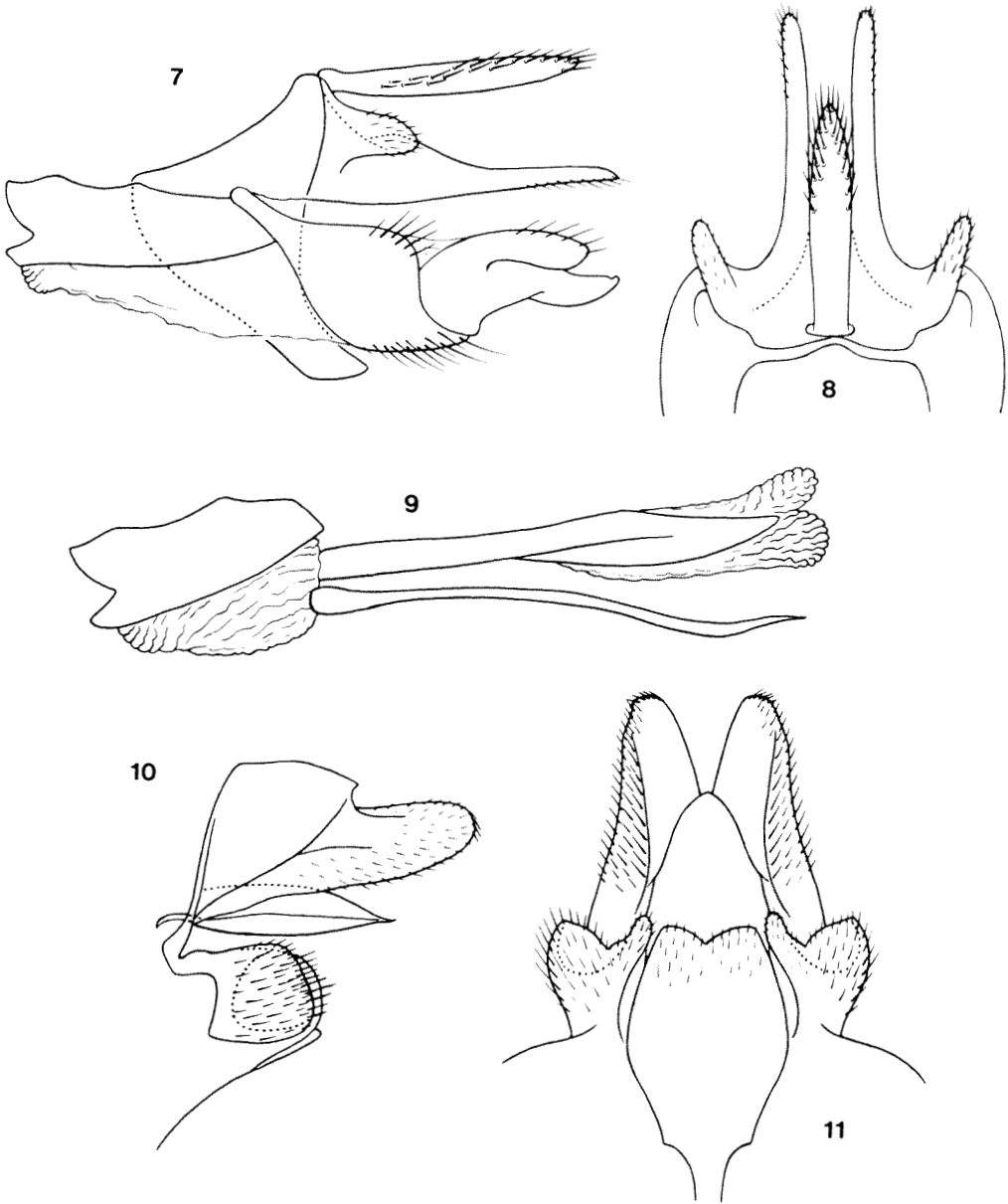
Chez la femelle des trois genres goérides, le IX<sup>e</sup> segment est plus fortement étranglé au milieu de ses faces latérales et le X<sup>e</sup> segment forme des lobes plus grands. Surtout, le VIII<sup>e</sup> sternite est modifié afin de servir de base concave pour la rétention temporaire de la masse des œufs: son centre est partiellement désclérotisé, son pourtour renforcé par un cadre chitineux et l'écaïlle vulvaire est entièrement sclérotisée, agrandie et en bonne partie intégrée au VIII<sup>e</sup> sternite.

Les grandes lignes de l'architecture montrent des différences si considérables dans le développement des proportions de tous les appendices des deux sexes qu'elles pourraient presque à elles seules justifier la séparation familiale des Goérides et des Limnéphilides.

Il nous reste à examiner les caractères non-génitaux. Chez *Silo*, *Lithax* et *Silonella*, la taille est plus grande que chez les Apataniines, la stature plus lourde, le corps et les ailes recouverts d'une pilosité épaisse et très dense. La face et les palpes sont recouverts d'androconies en massue et les ailes antérieures ou postérieures forment des replis emplis de poils écaïlleux. La tête et son armature sont primitives chez les Apataniines. Les palpes maxillaires sont de 3 et 5 articles chez chacun des sexes respectivement et de taille normale. Le 1<sup>er</sup> article des antennes est petit et les ocelles présents. Chez les trois genres goérides considérés, les palpes maxillaires sont de 2 et 5 articles respectivement. Ceux du mâle sont fortement réduits et relevés contre la face. Les ocelles sont perdus et le 1<sup>er</sup> article des antennes fortement développé et beaucoup plus long que la tête.

La nervulation des trois genres goérides est complète, primitive et ne montre pas les spécialisations de celle des Apataniines.

De la longue liste des caractères communs entre les génitalia des deux sexes des Apataniines et de *Silo*, *Lithax* et *Silonella* se dégage la conclusion que ces trois genres se sont diversifiés directement des Apataniines ancestrales. Ces goérides ont conservé la même structure des génitalia, quoique les



Figures 7-11. Fig. 7, *Silo nigricornis*, armature génitale du mâle, vue de profil — Fig. 8, X<sup>e</sup> segment du même, vu de dessus — Fig. 9, appareil phallique du même, vu de profil — Fig. 10, *Silo nigricornis*, armature génitale de la femelle, vue de profil — Fig. 11, Id., vue de dessous.

proportions des formes des appendices aient été fortement modifiées. Par contre, l'armature céphalique montre des caractères céphaliques très nettement plus spécialisés que ceux des Apataniines.

*Goera* est un genre de répartition essentiellement tropicale, mais aussi représenté,

quoique faiblement, dans les régions holarctique et, nous le verrons plus bas, sud-africaine. C'est de beaucoup le genre le plus important de la famille. Il compte environ 70 espèces cataloguées et je possède en collection un grand nombre de formes encore non décrites. Le nombre des espèces existantes doit donc être considérable. Tous

ses caractères, sauf un très petit nombre, montrent que *Goera* s'est différencié de l'ancêtre direct de *Silo*, *Lithax* et *Silonella*, qu'il a évolué dans la même direction, mais se trouve beaucoup plus spécialisé qu'eux. Les palpes maxillaires du mâle sont également minuscules, biarticulés et relevés contre la face, mais le second article est pourvu d'un lobe interne fortement érectile et portant des zones d'écaillés. Chez certaines espèces, ces lobes peuvent être de taille considérable et atteindre presque la taille des palpes de certains *Sericostoma*. Dans ce cas, la face est glabre et très fortement concave pour l'insertion de ces lobes. Les ocelles sont évidemment absents et le 1<sup>er</sup> article des antennes très grand. La nervulation est voisine des trois genres primitifs et s'en distingue surtout par la cellule cubitale des ailes antérieures qui est dilatée à son extrémité et glabre à cet endroit (la *nakte Flecke* de Ulmer). Il n'y a pas de replis alaires emplis de poils écaillés.

Les génitalia du mâle sont du même type que ceux des trois genres primitifs, mais avec des proportions encore plus accentuées et surtout des variations spécifiques extrêmement variées. Il suffit de parcourir l'ouvrage de Mosely sur les Trichoptères indiens (1938) pour le constater. Certaines espèces ont le lobe dorsal apical du IX<sup>e</sup> segment double, comme certaines Apataniines primitives et les branches externes du X<sup>e</sup> segment sont conservées, caractères plus primitifs que ceux de *Silo* et de ses deux proches parents. D'autre part, les paramères sont perdus et la phallosèque et l'endothèque minuscules. L'édéage est très grand et constitue à lui seul l'appareil phallique. Cas unique à ma connaissance chez les Trichoptères, il est parfois membraneux, fortement érectile et spinifère. Les génitalia de la femelle sont exactement du même type que ceux des trois genres étudiés plus haut sauf que l'écaille vulvaire n'est pas échancrée et que les formes en sont plus élancées.

*Goera* peuple les eaux lotiques et parfois lénitiques aussi, mais il monte beaucoup moins haut en altitude que *Lithax* et ses proches parents. Il peuple des eaux moins froides et est surtout bien représenté en Asie tropicale et subtropicale.

*Sinion* contient une seule espèce, *hageni* Barnard (1934), isolée dans la Province du Cap. L'étude des figures aussi bien que du texte original ne révèle pas un seul caractère qui puisse servir à isoler cette espèce

dans un genre particulier. Le texte dit: «Distinguished from the other Goerine genera by the scalling of the male maxillary palp and the single jointed claspers, though very near *Lithax*». Or, les palpes maxillaires écaillés sont un caractère typique et exclusif de *Goera* et les appendices inférieurs de *Sinion* sont évidemment bi-articulés, quoique la suture entre les deux articles ne soit pas visible sur les figures. Aux ailes postérieures, M3 + 4 se détache de Cul, ce qui est certainement une erreur de dessin. En fait, *Sinion hageni* est un *Goera* typique, assez voisin de *tungusensis* Martynov, aussi bien par les génitalia que par les palpes maxillaires du mâle. Je n'hésite pas à faire entrer ici *Sinion* en synonymie de *Goera* (*nova synonymia*).

*Gastrocentrella* est un rejet spécialisé de *Goera* dont il possède tous les caractères, le lobe érectile du second article des palpes maxillaires du mâle, la *nakte Flecke* de la cellule cubitale des ailes antérieures et l'ensemble des caractères des génitalia du mâle. Il se distingue de *Goera* par la fourche 2 des ailes antérieures pétiolée, la fourche 5 atteignant l'anastomose, la cellule discoïdale courte, l'aire anale des ailes postérieure réduite et la présence sur le VI<sup>e</sup> sternite, non pas d'un peigne d'épines, mais d'une seule corne. L'avant-dernier caractère est important mais les autres, ceux de la nervulation et du VI<sup>e</sup> sternite ne le sont pas et se retrouvent, en nombre variable et différemment associés chez un grand nombre de *Goera* incontestables par d'autres caractères. Il est probable que *Gastrocentrella* soit à considérer comme un simple groupe d'espèces de *Gœra*.

*Gastrocentrella* est localisé dans les eaux courantes de la partie méridionale de l'aire de *Goera*: Indonésie et sud de l'Inde.

*Gastrocentrides* est un dérivé spécialisé de *Gastrocentrella* ou du groupe des espèces comprises sous ce nom, comme l'indiquent la conformation des palpes maxillaires du mâle et tous les caractères de la nervulation des ailes antérieures. Toutefois, l'aire anale des postérieures est encore plus réduite et la fourche 5 est perdue. Les génitalia du mâle, surtout, sont minuscules par rapport à l'abdomen (comme chez certaines *Chimarra*) et grandement simplifiés. Les branches du X<sup>e</sup> segment sont perdues, le corps du X<sup>e</sup> segment est membraneux et les deux articles des appendices inférieurs intimement fusionnés l'un à l'autre.

Ces caractères indiquent que *Gastrocentrides* est un rejet extrêmement spécialisé de la lignée de *Silo*. Ceci est confirmé par la taille minuscule des insectes (longueur des ailes antérieures: 3-4 mm) et par l'habitat dans les eaux chaudes, faiblement courantes ou tranquilles, claires ou turbides des très basses altitudes de l'Asie tropicale: Indonésie, Birmanie et Inde orientale et méridionale.

Pour résumer ce qui précède, nous voyons que les genres *Silo*, *Lithax*, *Silonella*, *Goera*, *Gastrocentrella* s'il y a lieu et *Gastrocentrides* forment une lignée homogène et de structure phylétique claire et plus en plus méridionales et peuplent des eaux de plus en plus chaudes et tranquilles à des altitudes de plus en plus basses. L'armature céphalique est du même type chez les six genres.

Restent maintenant à être étudiés *Lepania* et *Goerella* qui constituent la sous-famille des Lepaniinae et *Goeracea* et *Goerita* qui sont considérés par Wiggins comme des Goerinae. Les caractères imaginaires sur lesquels Wiggins a originellement basé les Lépaniines se réduisent à un seul, la présence des ocelles. Il est clair que cette seule particularité est insuffisante pour baser un taxon de statut aussi important qu'une sous-famille.

En définissant des familles et sous-familles sur la base d'un ou deux caractères seulement, nous obtenons des taxa facilement séparables par des tables dichotomiques et de classification claire et commode. Mais une classification qui se prétend naturelle doit exprimer la phylogénie des groupes dont elle traite et cela aussi objectivement que possible et même si elle est peu claire. Une définition scientifique doit exprimer la nature de l'objet auquel elle s'applique avant les positions psychologiques de l'esprit qui l'a formulée. Comme Ross l'a montré de façon assez convaincante (1956), les familles et sous-familles de Trichoptères sont d'une

antiquité considérable, s'étant différenciées au Crétacé probablement. Il serait étonnant qu'une évolution s'exerçant sur une durée aussi considérable ait modifié un ou deux caractères seulement. Nous devons nous attendre, au contraire, à ce que beaucoup, sinon presque toutes les parties du corps se soient différenciées et spécialisées.

Si nous comparons ces quatre genres avec les six de la lignée de *Silo*, il apparaît clairement qu'aucun ne peut y être inclus. Peut-être forment-ils à eux quatre une lignée monophylétique, quoique les éléments en soient fort disparates. Mais, comme une catégorie, quelle soit logique ou phylétique, ne saurait se définir par le seul fait qu'elle ne contient que des éléments hors catégorie, il nous faut chercher quels sont les caractères communs à ces quatre genres. Nous allons rencontrer ici des difficultés assez considérables, à cause de l'hétérogénéité de l'ensemble de ces genres, chacun présentant beaucoup de caractères qui lui sont propres et fort peu de traits communs.

Leurs principaux caractères sont les suivants. Palpes maxillaires du mâle tri-articulés, peu ou pas modifiés, de taille réduite et relevés contre la face. Premier article des antennes court. Ocelles présents chez les deux premiers genres, mais absents chez les deux derniers. Palpes dépourvus d'androcories. Ailes sans replis emplis d'écaillés et nervulation complète. Taille plus petite et stature moins lourde que chez les Goerinae.

*Génitalia mâles* formant un ensemble hétérogène et non directement dérivé de ceux des Apataniines. Ils ne sont pas allongés, mais massifs et de structure simple, avec le X<sup>e</sup> segment non multibranché (sauf chez *Lepania*). Lobe dorsal apical du IX<sup>e</sup> segment absent (sauf peut-être chez *Lepania*). Appendices préanaux présents. Armature du X<sup>e</sup> segment profondément modifiée de façon telle qu'il n'est en général plus possible d'identifier les pièces présentes avec certitude. Appendices inférieurs courts et massifs, avec le second article bien distinct, non bifurqué et inséré à l'apex du premier ou avant ce dernier. Appareil phallique réduit à la phallothèque et à l'endothèque (sauf chez *Lepania*), cette dernière étant parfois pourvue d'épines.

*Génitalia femelles*, au contraire de ceux du mâle, formant un ensemble relativement homogène. Ils sont du même type que ceux de la lignée de *Silo*, mais sont de proportions plus massives. Partie dorsale du IX<sup>e</sup> segment fortement réduite ou virtuelle et

ne recouvrant donc pas la base du X<sup>e</sup> segment. Partie ventrale du même segment formant en général deux lobes proéminents encadrant l'écaille vulvaire, mais parfois très réduits ou virtuels. X<sup>e</sup> segment en deux plaques triangulaires et concaves vers le bas. Plaque supra-génitale présente et ogivale. Écaille vulvaire unilobée et fortement intégrée dans le VIII<sup>e</sup> sternite (sauf chez *Lepania*). VIII<sup>e</sup> sternite en général membraneux en son centre et formant deux plaques latérales (ou quatre chez *Lepania*) plus ou moins sclérotisées (sauf chez *Goereilla* où il est entier).

Ces caractères montrent que *Lepania*, *Goereilla*, *Goerita* et *Goeracea* forment une lignée naturelle et monophylétique, si écartelée soit-elle. Nous pouvons remarquer que ces quatre genres forment un ensemble dont les caractères céphaliques sont plus primitifs que ceux de la lignée de *Silo*, mais dont l'ensemble des génitalia des deux sexes est plus spécialisé, car ces derniers se sont beaucoup plus fortement transformés à partir de ceux des Apataniines que ceux de la lignée de *Silo*.

Quelles sont les relations de parenté que ces quatre genres ont entre eux? *Lepania* et *Goereilla* ont conservé leurs ocelles. Mais *Lepania* a des génitalia mâles fort complexes, alors qu'ils sont simples chez *Goereilla*. L'appareil phallique est réduit à la phallothèque et à l'endothèque chez ce dernier, alors que chez *Lepania* les pièces terminales sont présentes mais réduites et si profondément transformées qu'il n'est plus possible de les identifier. D'autre part, l'aire anale des ailes postérieures est encore ample chez *Lepania*, comme chez les Apataniines, alors qu'elle est réduite par spécialisation chez *Goereilla*. *Goereilla*, *Goerita* et *Goeracea* ont tous trois perdu l'édeage et les paramères; le X<sup>e</sup> segment forme deux grands lobes chitineux chez les deux premiers, alors que chez *Goeracea* le X<sup>e</sup> segment est profondément modifié, presque entièrement membraneux et forme deux pièces latérales d'identité incertaine. L'écaille vulvaire est entièrement intégrée dans le VIII<sup>e</sup> sternite qui est membraneux en son centre et forme deux lobes latéraux sclérotisés chez *Goerita* et *Goeracea*, mais elle est en forte discontinuité avec le VIII<sup>e</sup> sternite chez *Lepania* où ce sternite forme quatre lobes et non deux. Chez *Goereilla*, l'écaille vulvaire est également intégrée dans le VIII<sup>e</sup> sternite, mais ce dernier ne forme pas de lobes latéraux.

Nous voyons donc que quel que soit le caractère choisi comme base, nous ne pou-

vons pratiquer aucune coupe à travers cet ensemble qui ne soit pas contredite par un ou plusieurs autres caractères. Nous sommes donc en face d'un groupe de genres à très faibles effectifs et dont chacun possède de nombreux caractères qui lui sont propres. Chacun s'est spécialisé dans une direction indépendante, de façon telle qu'il est impossible de reconstituer l'ordre de leur différenciation, sauf de les considérer comme un ensemble de quatre éléments tous également isolés, même dans ce groupe restreint, probablement parce qu'il s'est différencié le premier. La solution qui se dégage de cette étude est évidemment de maintenir la sous-famille des Lepaniinae et d'y inclure non seulement *Lepania* et *Goereilla*, mais aussi *Goerita* et *Goeracea*.

Wiggins affirme, nous l'avons vu plus haut, que *Goereilla* est: «a representative of the most primitive (goerine) line yet known». Cette définition apparaît-elle encore vraie maintenant? *Goereilla* montre plusieurs caractères primitifs à côté d'autres plus spécialisés. Ceci est d'ailleurs le cas aussi des autres genres lépaniines. Le problème se trouve donc déplacé au niveau subfamilial. Les Lépaniines sont-elles ou non plus primitives que les Goérines? Les pages précédentes ont répondu à cette question. Les Lépaniines sont plus primitives que les Goérines par certains caractères de l'armature céphalique et ceux qui conditionnent le faciès, mais elles sont plus spécialisées par les génitalia des deux sexes. Les Goérines illustrent le cas contraire. Les caractères primitifs des Goérines étant plus nombreux que ceux des Lépaniines, je répondrai que ceux-là sont approximativement plus primitifs que celles-ci.

L'arbre phylétique de la figure 1 illustre la différenciation des Goérides telle que nous avons pu la reconstituer à l'aide des seuls caractères imaginatifs. Les Goérines, réduits maintenant à la lignée de *Silo*, forment un ensemble clairement structuré, alors que les Lépaniines (*sensu mihi*) y apparaissent comme une structure étoilée et imprécise. Ces résultats sont différents de ceux auxquels est arrivé Wiggins. Mais, comme ce dernier a tiré ses conclusions principalement des caractères jeunes, il nous reste à examiner ceux-ci.

#### Les caractères des jeunes stades

Originellement établies (1973) pour le genre *Lepania* seulement, les Lépaniines (*sensu*

Wiggins) se définissent par les caractères suivants. Chez la larve, les mandibules sont dentées, le labre a son bord antérieur sclérotisé, les soies céphaliques 14 et 15 sont normalement distantes et les éperons des griffes tarsales sont courts et le mésépisternum est également étiré en corne. Chez la nymphe, il y a deux longues soies frontales et les appendices anaux sont grêles, arqués et denticulés. Tous les autres genres, constituant pour Wiggins la sous-famille des Goérinae, présentent les caractères inverses. *Lepania* vit dans des sources hélocrènes, avec peu d'eau et beaucoup de matériel organique en décomposition, alors que les Goérines peuplent les eaux agitées à substrat rocheux.

En 1974, Wiggins redécrivit le genre *Goereilla* et l'inclut aussi dans les Lépaniines, quoique avec quelques doutes: «*Goereilla*... seems best assigned to the tribe Lepaniini». En effet, la larve de ce genre possède des dents mandibulaires, le bord antérieur du labre est sclérotisé, les éperons des griffes tarsales sont courts et le mésépisternum est étiré, quoique moins et de façon différente de celui de *Lepania*. Par contre, les soies céphaliques 14 et 15 sont distantes et le pronotum n'est pas modifié. La nymphe a des soies frontales courtes et les appendices anaux sont également courts, comme chez *Goeracea* et *Goerita*. Comme *Lepania*, *Goereilla* vit dans les boues organiques.

*Goerita* et *Goeracea* ne possèdent aucun des caractères larvaires des Lépaniines, alors que leurs particularités imaginales leur assignent une place dans cette sous-famille.

Il semble donc que les jeunes stades ne présentent guère de caractères propres à établir une coupe nette et précise entre les deux sous-familles telles que je les définis, car les particularités utilisées par Wiggins sont irrégulièrement présentes ou absentes chez les divers genres. Ce sont donc les caractères imaginaux détaillés plus haut qui paraissent révéler le mieux, et de beaucoup, la structure phylétique des Goérides.

Pour terminer, nous pouvons nous poser une seconde fois la question de la primitivité relative des Lépaniines (*sensu* Wiggins) et des Goérines, mais en nous basant maintenant uniquement sur les caractères larvaires. Wiggins affirme que les quatre caractères larvaires qui lui ont servi à définir les Lépaniines sont primitifs (« plesiomorph »), car ils se retrouvent chez les Limnéphilides. Il y a là, je le crains, une erreur de raisonnement.

Les Goérides ne se sont pas différenciés « des Limnéphilides », ni de l'ancêtre commun de toute la famille. Ils se sont différenciés après que les Limnéphilides se soient eux-mêmes diversifiés en plusieurs sous-familles. Plus précisément, ils sont issus d'Apataniines primitives, comme nous l'avons vu. C'est donc avec les caractères de leurs cousines les Apataniines qu'il convient de comparer ceux des Goérides. Les mandibules non dentées, le labre avec son bord antérieur membraneux, les soies céphaliques 14 et 15 proches l'une de l'autre et les longs éperons des griffes tarsales sont des caractères très constamment présents à la fois chez les Goérines et les Apataniines. Ils font donc figure de caractères communs et primitifs (« plesiomorph ») et les particularités des Lépaniines apparaissent comme des états dérivés (« apomorph »). Si c'était l'inverse, comme l'affirme Wiggins, il faudrait alors admettre que les Goérines ont développé ces quatre caractères par convergence avec leurs ancêtres immédiats les Apataniines, ce qui serait impossible.

Nous rejoignons donc ici les conclusions tirées de l'étude des génitalia: sauf pour le mésépisternum de *Goereilla*, les caractères larvaires montrent, plus nettement encore que ceux des imagos, que les Goérines sont franchement plus primitives que les Lépaniines.

Il reste à expliquer pourquoi les quatre caractères larvaires de certaines Lépaniines se trouvent être semblables à ceux des Limnéphilides non apataniines. Si c'étaient vraiment des caractères communs et primitifs, il faudrait alors admettre que les Lépaniines se sont diversifiées d'une autre sous-famille limnéphilide que les Apataniines et donc indépendamment des Goérines. Or, cela est contredit par d'autres caractères, dont le développement — unique chez les Trichoptères — du mésépisternum et par le fait que ces quatre caractères sont très inconstamment présents chez les genres lépaniines (*sensu mihi, nec* Wiggins). Les Goérides apparaissent incontestablement comme une lignée monophylétique. Les quatre caractères commentés ici ont probablement été secondairement modifiés chez certaines Lépaniines en fonction des diverses particularités écologiques de ces genres. Ces modifications sont certainement explicables, mais leur analyse se situe hors du cadre de cette étude.

Ce travail se trouve être une bonne illustration des thèses que j'ai soutenues dans



ma récente «disputatio» (1979, p. 54) et qui sont fondées sur une quarantaine d'années d'expérience dans l'étude des Trichoptères. Les adultes ayant une morphologie plus différenciée et plus variée que les larves, les caractères imaginaires sont plus nombreux et plus complexes que ceux des jeunes stades. Ces derniers sont intéressants en eux-mêmes et par eux-mêmes et leur étude doit être encouragée et poursuivie. Mais, sauf quelques exceptions, ils ne sont pas vraiment essentiels pour l'élaboration des reconstitutions phylétiques.

Cette dernière phrase doit être prise dans son sens plein mais sans négliger les nuances qu'elle comporte. À ma connaissance, les rares cas qui font exception à cette situation générale sont les petits genres relictés et très particuliers qui se sont détachés de la base du tronc des Dicosmoecines: *Allo-myra* Banks, *Moselyana* Denning, *Pedomoe-cus* Ross et *Rossiana* Denning. Wiggins (1977), sur la base des caractères larvaires, les a détachés de la sous-famille des Dicosmoecines où je les avais inclus (1955) sur la base des caractères imaginaires, pour en faire une catégorie *incertae sedis*. Depuis, les genres *Manophylax* Wiggins et *Archithremma* Martynov ont été découverts ou redécouverts et également inclus dans ce groupe d'*incertae sedis genera*. L'initiative de Wiggins est certainement justifiée. Elle représente un incontestable progrès dans nos connaissances de ces genres, mais pas pour leur classification, car leur statut d'*incertae sedis* est aussi insatisfaisant pour l'esprit que leur inclusion dans la sous-famille des Dicosmoecines. Le cas de ces genres est des plus ambigus.

J'ai déjà critiqué l'affirmation de Wiggins sur l'importance essentielle des caractères larvaires pour les reconstitutions phylétiques, mais je ne crois pas inutile d'y revenir brièvement pour terminer ce travail. Littré explique le mot essentiel par: «Absolument nécessaire, indispensable, qu'on ne peut séparer». L'affirmation de Wiggins équivaut

donc à nier la validité de la majorité des études phylétiques qui ont jusqu'ici été consacrées aux Trichoptères [Ross, 1956 (*pro parte*) et autres; Schmid, 1955, 1970 et autres; Gordon, 1974; Morse, 1975], car la plupart sont basées presque uniquement sur les caractères imaginaires. Venant de la part d'un auteur qui n'a pas entrepris d'études phylétiques, cette affirmation apparaît pour le moins... téméraire.

### Références

- BARNARD, K. K., 1934. South African Caddisflies — Trans. R. Soc. S. Afr., 21: 291-394.
- GORDON, A. E., 1974. A synopsis and phylogenetic outline of the Nearctic members of Cheumatopsyche — Proc. Acad. nat. Sci. Philad., 126: 117-160.
- MORSE, J. C., 1975. A phylogeny and revision of the Caddisfly genus *Ceraclea* — Contr. Am. ent. Inst., 11: 1-97.
- MOSELY, M. E., 1938. The Indian Caddis Flies. Part V — J. Bombay nat. Hist. Soc., 40: 486-496.
- SCHMID, F., 1955. Contribution à l'étude des Limnophilidae — Mitt. schweiz. ent. Ges., 28 (Beiheft), 245 p.
- SCHMID, F., 1979. On some new trends of Trichopterozoology — Bull. Soc. ent. Can., 11: 48-57.
- SCHMID, F., 1980. Les Insectes et Arachnides du Canada. Génère des Trichoptères du Canada et des États adjacents — Agric. Canada, Ottawa, 296 p.
- ROSS, H. H., 1956. Evolution and classification of the mountain Caddisflies — Univ. Urbana Press, 213 p.
- WIGGINS, G. B., 1973. New systematic data for the North-American Caddisfly genera *Lepania*, *Goeracia* and *Goerita* — Life Sci. Contr. R. Ont. Mus., 91, 33 p.
- WIGGINS, G. B., 1974. Contribution to the systematics of the Caddisfly family Limnephilidae III: The genus *Goereilla* — Proc. First Int. Symp. Trichoptera, Junk, The Hague, p. 7-19.
- WIGGINS, G. B., 1977. Larvae of North American Caddisfly genera — Univ. Toronto Press, 401 p.

## COMMUNICATIONS BRÈVES

# LIMITES AMONT DE DISTRIBUTION DES ALGUES MARINES BENTHIQUES DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC), ET ADDITION DE QUELQUES ESPÈCES À LA FLORE DE CETTE RÉGION

Benoît GAUTHIER

*Conseil consultatif de l'environnement,  
1020, St-Augustin, Québec, G1R 4Z4*

André CARDINAL et John H. HIMMELMAN

*GIROQ, Département de biologie, Université  
Laval, Québec, G1K 7P4*

### Résumé

Les auteurs précisent les limites amont de distribution de 29 espèces d'algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. De plus, ils mentionnent la présence dans l'Estuaire de 11 espèces qui n'y avaient pas été trouvées jusque là.

### Abstract

The authors state more precisely the upstream limits in the distribution of 29 species of marine benthic algae in the St. Lawrence Estuary. In addition, they mention the presence of 11 species not yet found in that area.

En 1971, Cardinal et Villalard dressaient un inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent, et y indiquaient les localités où ces algues avaient été récoltées. Cet inventaire n'avait toutefois pas à l'époque la prétention de fixer les limites de pénétration des diverses espèces dans l'Estuaire. Depuis lors, l'un des auteurs de la présente note a procédé à des herborisations intensives dans la partie amont de l'Estuaire, ayant entre autres comme objectif précis de fixer rigoureusement la limite amont de distribution des algues benthiques (Gauthier, 1977); les deux autres auteurs ont accumulé également un certain nombre d'observations pertinentes au cours des dernières années.

Ainsi, nous présentons ici certaines modifications significatives en termes biogéographiques aux distributions relatées par Cardinal et Villalard (1971) pour ce qui est de 29 espèces (tableau I), et nous mentionnons la présence, de même que les sites et

mois de récolte, de 11 espèces que l'on ne retrouvait pas dans ce premier inventaire (tableau II), ce qui porte à 165 le nombre d'espèces retrouvées dans l'estuaire du Saint-Laurent. À la lumière de cette information nouvelle, nous pouvons maintenant considérer les points de distribution mentionnés dans le présent travail comme les véritables limites amont de ces espèces, et aussi, dans la majorité des cas, les points les plus méridionaux donnés par Villalard et Cardinal (1971) pour les distributions des autres espèces.

Le matériel correspondant au présent travail, de même qu'à celui de Cardinal et Villalard (1971), est déposé dans l'Herbier Louis-Marie (QFA) et dans l'Herbier du Département de biologie, tous deux situés à l'Université Laval à Québec.

Nous tenons à adresser nos remerciements au Dr G. R. South de l'Université Memorial de Terre-Neuve qui a assisté le premier auteur pour l'identification de bon nombre d'espèces.

TABLEAU I

Modifications aux limites amont de distribution des algues marines benthiques  
telles que présentées par Cardinal et Villalard (1971)

<i>Espèces</i>	<i>Rive Nord</i>	<i>Rive Sud</i>
<b>RHODOPHYTA</b>		
<i>Ahnfeltia plicata</i> (Huds.) Fries		Les Pèlerins
<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömf.) Fosl.	Port-au-Saumon	Les Pèlerins
<i>Halosaccion ramentaceum</i> (L.) J. Ag.		Les Pèlerins
<i>Odonthalia dentata</i> (L.) Lyngb.		Les Pèlerins
<i>Phyllophora truncata</i> (Pallas) A. Zin.		Cacouna
<i>Polysiphonia flexicaulis</i> (Harv.) Coll.		Kamouraska
<i>Palmaria palmata</i> (L.) O. Kuntze	Ile aux Loups Marins	
<i>Porphyra miniata</i> (C. Ag.) C. Ag.		Cacouna
<i>Porphyra umbilicalis</i> (L.) J. Ag.	Ile aux Coudres	Pte aux Iroquois (Rivière-Ouelle)
<b>PHAEOPHYTA</b>		
<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jol.	Petite-Rivière	Pointe Ouelle
<i>Chordaria flagelliformis</i> (O. F. Müll.) J. Ag.		Cacouna
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev.		Notre-Dame-du-Portage
<i>Fucus distichus</i> L. subsp. <i>distichus</i>	Ile aux Loups Marins	
<i>Fucus distichus</i> subsp. <i>edentatus</i> (Pyl.) Powell	Ile aux Loups Marins	
<i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> (C. Ag.) Powell		Les Pèlerins
<i>Fucus vesiculosus</i> L.	Petite-Rivière Ile aux Loups Marins	Pointe Ouelle
<i>Laminaria longicuris</i> Pyl.		Les Pèlerins
<i>Petalonia fascia</i> (O. F. Müll.) O. Kuntze		Notre-Dame-du-Portage
<i>Pilayella littoralis</i> (L.) Kjellm.		Pte aux Iroquois
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link	Ile aux Coudres	Isle Verte
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Blidingia marginata</i> (J. Ag.) P. Dang.		Isle Verte
<i>Enteromorpha ahlneriana</i> Bliding		Isle Verte
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link		Ile aux Grues
<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J. Ag.	Ile aux Loups Marins	
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O. F. Müll.) J. Ag.		Ile aux Grues
<i>Monostroma grevillei</i> (Thur.) Wittr.		Cacouna
<i>Monostroma undulatum</i> Wittr.	Saint-Siméon	Isle Verte
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. in Le Jol.		Cacouna
<i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral	Petite-Rivière	

TABLEAU II

Espèces qui s'ajoutent à l'inventaire des algues marines benthiques de Cardinal et Villalard (1971)

<i>Espèces</i>	<i>Localités de récolte</i>	<i>Niveau</i>	<i>Mois de récolte</i>
RHODOPHYTA			
<i>Clathromorphum compactum</i> (Kjellm.) Fosl.	De Rimouski à Saint-Fabien, Baie-Sainte-Catherine	Infralittoral	6,8
<i>Neodilsea integra</i> (Kjellm.) A. Zinova	Cap-à-L'Orignal, Cacouna, Port-au-Saumon	Infralittoral	8,9
<i>Kallymenia schmitzii</i> de Toni	Godbout, Les Escoumins, Bon Désir	Infralittoral	6-8, 12
<i>Lithothamnium glaciale</i> Kjellm.	Rimouski, Bic, Baie-Sainte-Catherine	Infralittoral	7,8
<i>Lithothamnium lemoineae</i> Adey	Matane, Rimouski, Ile aux Lièvres, Baie-Sainte-Catherine	Infralittoral	7,8
<i>Rhodophyllis dichotoma</i> (Lepesch.) Gobi	Les Escoumins	Infralittoral	7
PHAEOPHYTA			
<i>Desmarestia viridis</i> (O. F. Müll.) Lamour.*	Port-au-Saumon, Les Escoumins, Métis	Infralittoral	
CHLOROPHYTA			
<i>Enteromorpha kylinii</i> Bliding	Isle Verte	Supra-médiolittoral	8
<i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Kütz.	Isle Verte	Supra-médiolittoral	8
<i>Rosenvingiella polyrhiza</i> Silva**	Isle Verte	Supralittoral	8
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.	Trois-Pistoles, Isle Verte	Médio-infralittoral	5, 6, 8

\* La seule mention dans Cardinal et Villalard (1971) représentait une algue détachée de son substrat.

\*\* Déjà mentionné par Hooper et South (1977).

### Références

- CARDINAL, A. & M. VILLALARD, 1971. Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec). — *Naturaliste can.*, 98 : 887-904.
- GAUTHIER, B., 1977. Recherches des limites biologiques du Saint-Laurent (phytogéographie du

littoral). — Thèse de doctorat, Univ. Laval, Québec, 233 p.

- HOOPER, R. & G. R. SOUTH, 1977. Additions to the benthic marine algal flora of Newfoundland III, with observations on species new to eastern Canada and North America. — *Naturaliste can.*, 104 : 383-394.



## COMPÉTITION ENTRE LE CORMORAN À AIGRETTES ET LE GRAND HÉRON AU MOMENT DE LA NIDIFICATION

Jean-Luc DESGRANGES

Service canadien de la faune, Région du Québec, 2700 boul. Laurier,  
C.P. 10100, Ste-Foy, Québec G1V 4H5

### Résumé

Au cours des dernières années, quelques héronnières du Québec sont devenues des cormorandières. Cette transformation, que l'on attribue en grande partie au dépérissement des arbres, serait accélérée par la compétition que les Cormorans à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) livrent aux Grands Hérons (*Ardea herodias*) pour la possession de leurs nids.

### Abstract

Within recent years, some heronries in Québec have progressively become cormorants colonies. This transformation, attributable mainly to dieback of trees, would be accelerated by competition for the possession of nests between Double-crested Cormorants (*Phalacrocorax auritus*) and Great Blue Herons (*Ardea herodias*).

Au printemps de 1978, une douzaine d'heures ont été passées à observer le comportement reproducteur du Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) et du Grand Héron (*Ardea herodias*) dans une colonie mixte située dans l'île du Gros Pèlerin, comté de Kamouraska, Québec. Les observations ont été faites à partir de caches construites en périphérie de la colonie. L'absence de réactions des oiseaux à mon égard me permet de croire que mon camouflage était efficace et que le comportement des oiseaux n'était pas modifié par ma présence.

Lorsque les premiers cormorans et les premiers hérons arrivent vers la mi-avril, ils s'installent à des endroits différents de l'île. Les cormorans se rassemblent dans la partie orientale de l'île tandis que les hérons se regroupent dans la cuvette située au centre de la colonie. Il n'y a probablement pas d'interactions entre les deux espèces à ce moment puisqu'elles ne cohabitent pas. Toutefois, vers le début de mai, lorsque presque tous les oiseaux sont arrivés, les cormorans occupent de plus en plus de nids à l'intérieur de la héronnière. Ce sont habituellement des nids typiques de Cormoran à aigrettes (c'est-à-dire 18 cas). Leur taille est inférieure à celle des nids du Grand Héron et ils contiennent très souvent des algues séchées ainsi que d'autres matériaux non ligneux d'origine marine (DesGranges, en pré-

paration). Toutefois, quelques cormorans s'installent dans de gros nids semblables à ceux que construisent les hérons (c'est-à-dire 9 cas). Dans la majorité des cas, il s'agit de nids abandonnés par les hérons.

Le nombre de couples dans la colonie ayant été plus élevé dans le passé (DesGranges *et al.*, 1979), la héronnière englobe maintenant plus de nids qu'elle ne comprend de couples nicheurs. Il y avait 48 nids en 1978 dont seulement 23 étaient actifs (DesGranges & Laporte, 1979). Les cormorans peuvent donc s'installer sans opposition dans des nids vacants de héron et se servent des matériaux qu'ils trouvent dans de vieux nids afin de consolider ceux où ils tentent de nicher.

Par ailleurs, j'ai observé à deux reprises des cormorans s'accaparer d'un nid actif de héron. Habituellement, les hérons se défendent bien contre les attaques des cormorans. Toutefois, ceux-ci s'acharnent à les agresser, volent des matériaux en leur absence et réussissent éventuellement à s'emparer des nids dont les propriétaires s'absentent trop souvent. Dès qu'un couple de hérons abandonne son nid pour une période assez longue, un cormoran qui le convoite s'y installe et entreprend aussitôt de le convertir en se débarrassant des grosses branches qui forment son pourtour. Quand ils reviennent, ils ne cherchent pas à déloger

le cormoran, mais vont plutôt s'installer dans un autre nid vacant, habituellement dans un secteur de la colonie où les hérons sont majoritaires.

Ces deux appropriations de nids ont eu lieu au début de la période de nidification. Je n'en ai plus observées une fois la ponte commencée alors que ces espèces nichaient côte à côte sans paraître se préoccuper l'un de l'autre. J'ai néanmoins observé dans un autre cas un changement d'occupants après qu'un Goéland argenté (*Larus argentatus*) eut mangé l'unique œuf d'un couple de Grand Héron en l'absence des deux conjoints. Un cormoran est venu ensuite s'installer dans ce nid et a entrepris sa parade nuptiale afin d'y attirer une femelle.

Il arrive parfois qu'au cours des années, une héronnière se transforme en cormorandière. À part la colonie de l'île du Gros Pèlerin, c'est aussi le cas de la héronnière située à l'île Blanche (Comté de Rivière-du-Loup) et celle de l'île aux Loups Marins (Comté Îles-de-la-Madeleine) (Observation personnelle; P. Drapeau, communication personnelle). Jusqu'à présent, on a imputé ce changement au seul dépérissement des arbres. L'utilisation des mêmes arbres pour la nidification pendant plusieurs années entraîne l'accumulation d'excréments sur le sol. L'équilibre ionique du sol change à tel point que les arbres dépérissent (Dusi, 1977). Les branches desséchées finissent par tomber lors de bourrasques, entraînant dans leur chute les nids de hérons. Contrairement aux hérons qui construisent leur nid assez loin du tronc, les cormorans installent souvent le

leur à la jonction des branches et du tronc; ils peuvent ainsi utiliser des arbres secs plusieurs années après que les hérons ne le peuvent plus. Le remplacement des hérons par des cormorans pourrait donc se faire sans qu'il n'y ait de pression de la part des envahisseurs. Toutefois, mes observations m'incitent à croire que ce remplacement serait accéléré par la compétition que les Cormorans à aigrettes livrent aux Grands Hérons pour la possession de leur nid. Il se peut aussi que les dérangements humains à l'intérieur des colonies jouent dans l'abandon des nids de Grand Héron, facilitant ainsi la colonisation par le Cormoran à aigrettes.

### Remerciements

Je tiens à remercier messieurs Pierre Desmeules, Pierre Drapeau et Austin Reed qui ont discuté avec moi les idées exposées dans cette note. Deux arbitres anonymes ont aussi formulé des recommandations qui ont contribué à parfaire cette note.

### Références

- DESGRANGES, J.-L., P. LAPORTE & G. CHAPDELAINE, 1979. Première tournée d'inspection des héronnières du Québec, 1977. — Cah. Biol. (Serv. can. faune), n° 93, 4 p.
- DESGRANGES, J.-L. & P. LAPORTE, 1979. Deuxième tournée d'inspection des héronnières du Québec, 1978. — Cah. Biol. (Serv. can. faune), n° 105, 13 p.
- DUSI, J. L., 1977. Impact of Cattle Egrets on an upland colony area. — Proc. Colonial Waterbird Group, 1977, p. 38-40.

## REVUE DES LIVRES

TRICART, J. et J. KILIAN, 1979. **L'Éco-géographie.** Collection Hérodote. François Maspéro, Paris, 326 p., 11 fig., 20 × 17 cm. Carton souple. Approx. 26,00\$.

Éco-géographie, voici un nouveau terme dans la pléthore déjà existante du vocabulaire environnementaliste. Pourtant, nous aurions davantage besoin d'idées nouvelles que de sémantique nouvelle pour donner à l'écologie la place qui devrait être la sienne dans l'actuelle crise de l'environnement. Ce volume n'est qu'un fol espoir de plus qui s'envole.

L'éco-géographie est l'étude de l'environnement naturel (titre de la 1<sup>re</sup> partie du volume). Malheureusement, très rapidement, les auteurs créent un imbroglio qui restera insoluble en introduisant le terme éco-graphie, avec deux orthographes différents selon les pages. Éco-graphie ou écogéographie est-il synonyme de écogéographie ? Alors pourquoi l'emploi des deux termes sans explication ? Ou bien est-ce simplement une faute d'édition ? Qu'elle soit, dans cette hypothèse, restée inaperçue est grave car elle sème la confusion dans l'esprit du lecteur.

À côté de cela, le titre lui-même est très racoleur ! En effet, le volume ne traite que de morphopédologie et d'aménagement agricole en pays tropicaux. Pour l'essentiel, il relate les expériences vécues par les deux auteurs lors de la réalisation de travaux d'aménagement agricole de petits territoires en zone tropicale. Les résultats cartographiques de tels travaux sont nécessairement exprimés à grande échelle. Les auteurs écrivent d'ailleurs que «l'échelle cartographique 1:50 000 permet seulement d'individualiser et de fixer la nature du terroir méritant des études plus précises».

Alors, pourquoi s'acharnent-ils à démolir (les mots ne sont pas trop forts) concepts, méthodologie et résultats du CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*), plus connu sous le vocable d'école australienne, sur lesquels la majorité des inventaires écologiques canadiens repose. Il est peut-être bon de rappeler que les écologues australiens et canadiens font face à d'immenses territoires à caractériser écologiquement dans des délais souvent trop brefs ; ils sont alors obligés de produire des documents cartographiques à petite échelle (1:125 000 ou 1:250 000 voire même 1:500 000). De tels résultats sont-ils pour autant aussi mauvais que le laissent paraître Tricart et Kilian lorsqu'ils écrivent «il est frappant de constater que les Australiens se sont fort peu préoccupés de se livrer à un examen critique de leur méthode». Ils vont plus loin même, en accusant «les Australiens d'avoir conservé, par fidélité à la tra-

dition, la carte des systèmes de terre (carte écologique de base) sans trop y croire mais comme une pieuse relique». Pour qui a lu avec respect les travaux de Christian, de Stewart, de Steiner, de Nakano voire de Verstappen, pour qui connaît les développements que la méthode a prise au Canada par les travaux de Lacate, Zoltai, Tarnocai, Smith, Gimbarzevski et Jurdant, un tel jugement est inacceptable. Mais, les auteurs d'éco-géographie ont une bonne explication au traditionalisme australien puisque «le monde anglophone méprise trop souvent les publications en langue étrangère».

Tricart et Kilian ne prouvent pourtant pas qu'ils ne méprisent pas les langues étrangères (références bibliographiques de langue anglaise réduites à la portion congrue) et, peut-être même, méprisent-ils les publications en leur langue maternelle hors de l'Hexagone. Sinon comment expliquer leur traduction si littérale, si française des niveaux de perception de l'espace écologique de l'école australienne et des travaux canadiens subséquents ? La simple lecture de quelques publications du gouvernement canadien officiellement bilingue leur aurait permis de traduire *land systems* par système écologique et non système de terres, *land units* par type écologique et non unité de terres, *land phases* par phase écologique au lieu de facettes de terres et *a land survey* n'est pas un levé de terres mais bien un inventaire écologique ou un inventaire biophysique.

De toutes façons, le CSIRO n'est pas le seul organisme à subir les foudres des deux auteurs. Tour à tour, le *Soil Survey Staff* des États-Unis et le Centre des Études Phytosociologiques et Écologiques de Montpellier, pour ne citer que les deux principaux, goûtent à leur médecine. Le premier aurait «adopté une attitude statique car elle évite de poser les problèmes et n'a suscité aucun examen de conscience pour vite verser dans la routine» alors que le second adopte «une position exclusiviste aboutissant à une pétition de principes». Finalement peu d'écoles de pensée, peu d'organismes, trouvent grâce auprès de Tricart et Kilian. Le lecteur reste même sur la très désagréable impression qu'en écologie appliquée à l'aménagement du territoire, il n'y aurait point de salut hors du Centre de géographie appliquée de Strasbourg.

La deuxième partie replace le volume dans son optique véritable : l'aménagement du monde rural tropical. Dans l'ensemble, les exemples retenus sont bien choisis et permettent un exposé clair du cheminement scientifique suivi. Cependant, de nombreux raisonnements et résultats obtenus renvoient à des cartes dont la pagination est indiquée mais qu'on ne retrouve pas dans le



texte; ceci entraîne l'incompréhension de la logique rédactionnelle des documents cartographiques, point fort de la méthodologie Tricart-Kilian. Mais, ici encore, les auteurs adoptent des positions tellement exclusivistes que certaines notions de base en aménagement du territoire, à nos yeux essentielles, sont bafouées: la notion de polyvalence, de complémentarité du territoire et de ses ressources, par exemple. Seule, la notion de production de biens matériels est retenue: « nous aborderons les problèmes d'aménagement des terres comme les bases d'une production végétale et animale utile à l'homme » ou « l'« aménagement du milieu rural à la nécessité d'assurer une production suffisante pour améliorer le niveau de vie, désir exprimé par beaucoup dans les pays industrialisés de voir leur condition d'existence devenir plus agréable ».

De telles assertions sont lourdes, très lourdes de conséquences. Tout d'abord, sur le plan strictement scientifique, on ne doit plus parler d'aménagement mais seulement de mise en valeur agricole. Comment dans un aménagement rationnel du milieu rural peut-on passer sous silence l'aspect récréatif, la sauvegarde des paysages, l'attrait et la beauté des paysages ou même l'aspect tourisme qui n'engendre pas que des nuisances comme l'écrivent les auteurs. Plus graves encore sont les conséquences sociales et politiques de telles attitudes. Contrairement aux idées qui semblaient percer dans l'introduction et la conclusion, ces deux scientifiques, par leur expertise, perpétuent l'ordre établi. Le monde industrialisé peut continuer à dormir sur ses deux oreilles, le pillage du tiers-monde rural est maintenant écologiquement organisé: la production industrielle de produits voués à l'exportation sera optimisée...

Non, ce volume ne jette aucun éclairage nouveau sur les problèmes généraux de l'aménagement du territoire même si les exemples ont trait à des régions névralgiques du globe. Il est trop restrictif, car il ne se préoccupe que de production agricole pour le mieux-être du monde industrialisé. Il est surtout trop exclusif vis-à-vis des autres écoles de pensée. Ni écologistes, ni écologues nord-américains francophones ne peuvent y trouver leur compte. Quant aux anglophones, s'il est vrai qu'« ils méprisent tellement les publications en langue étrangère » ce volume ne peut leur être adressé.

Jean-Pierre DUCRUC

*Service des inventaires écologiques  
Environnement-Québec*

WOODS, S. E. Jr., 1980. **Les écureuils du Canada.** Musées nationaux du Canada, Ottawa. 197 p., 83 ill. (23 en coul.), 44 cartes, 29,95\$.

*Les écureuils du Canada* de Shirley E. Woods Jr. est une publication des Musées nationaux du Canada et à ce titre se veut avant tout un ouvrage de vulgarisation. Dans la préface du livre, Monsieur

Louis Lemieux, directeur du Musée national des sciences naturelles, confirme d'ailleurs que ce volume vise à plaire au lecteur tout en le renseignant. Quant à l'auteur, il souligne que nombre de gens n'ont qu'une connaissance vague des diverses espèces qui existent, connaissance souvent empreinte de nombreux mythes; c'est pourquoi il dit s'être appliqué « à présenter des données de fait et à traiter de chaque espèce avec objectivité » (p. 13). C'est à la lumière des objectifs des promoteurs de ce livre que s'inscrit cette recension.

La conception graphique et la qualité de l'édition en font un volume attrayant. Chaque espèce est représentée par une photographie en couleurs et au moins un dessin en noir et blanc. La majorité des photos sont excellentes et illustrent très bien l'allure générale de l'espèce, par exemple celles du Grand Polatouche et du Spermophile arctique. Certaines ne montrent qu'une partie de l'animal, comme c'est le cas pour le Spermophile du Columbia et la Marmotte à ventre jaune, ce qui constitue, à mon avis, une certaine faiblesse pour un volume qui vise à faire connaître les différentes espèces de Sciuridés.

Dans sa présentation générale des Sciuridés, l'auteur divise cette famille en deux grands groupes: les écureuils arboricoles et les écureuils terrestres. Cette subdivision ne correspond pas à la classification zoologique des Sciuridés en deux sous-familles: 1) les Sciuridés, comprenant les écureuils terrestres (marmottes, chiens de prairie, spermophiles et tamias) et les écureuils arboricoles (écureuils proprement dits) et 2) les Pétauristinés, regroupant les écureuils volants. Il aurait été conséquemment préférable de ne pas regrouper écureuils arboricoles et écureuils volants dans un même groupe à cause de leurs importantes différences morphologiques, comme par exemple la présence du patagium chez les écureuils volants, et éthologiques, comme le fait que les Sciurinés sont diurnes tandis que les Pétauristinés sont nocturnes. Le dessin de la page 17 visant à illustrer les rapports phylogénétiques des différents groupes de Sciuridés est en conséquence inexact. Les autres caractéristiques des Sciuridés sont bien résumées et illustrées par quelques schémas explicatifs, rendant la tâche plus facile à l'amateur auquel s'adresse ce livre. Seule la question de la présence ou de l'absence d'abajoues, selon les espèces, n'a pas été abordée dans cette présentation bien que ceux qui s'intéressent aux écureuils s'interrogent souvent sur ce point.

Pour chaque espèce d'écureuil, tous les points suivants sont passés en revue: description, aire de distribution, mœurs, comportement, habitat, habitudes alimentaires, cycle biologique, ennemis, rapports avec l'homme, lieux d'observation.

La *description* donne des renseignements généraux sur la coloration et ses variantes, sur la mue, ainsi que sur la longueur totale et le poids de chaque espèce. Ce qui devrait permettre à l'amateur de bien différencier chacune d'elles.

Comme la plupart des espèces se retrouvent à la fois au Canada et aux États-Unis, voire même jusqu'au Mexique, une carte de l'*aire de distribution* nord-américaine est d'abord donnée. La répartition canadienne est reprise sur une carte plus détaillée du Canada. Quelques renseignements très généraux sur la densité de population complètent cette section.

Les sections sur les *mœurs* et le *comportement* sont inégales et souvent entachées d'anthropomorphismes et d'anecdotes, ce qui n'est pas pour aider à faire disparaître les nombreux mythes auxquels l'auteur avait annoncé qu'il voulait s'attaquer. Pourtant les quatre cents sources (p. 10) de renseignements consultées par l'auteur auraient dû lui fournir le matériel nécessaire à l'élaboration de résumés plus factuels et plus enrichissants pour l'amateur. La section sur le comportement aurait dû être titrée « anecdote », car elle ne traite aucunement du comportement au sens zoologique du mot et, en ce sens, elle ne reflète pas la qualité des connaissances éthologiques que nous possédons sur de nombreux Sciidés canadiens.

Le paragraphe sur l'*habitat* fournit des renseignements généraux sur le type de milieu fréquenté par l'espèce et sur la nature des nids utilisés. Un schéma d'un terrier type vient parfois compléter cette description. L'amateur trouvera ici les informations nécessaires à la localisation des espèces sur le terrain.

La section sur les *habitudes alimentaires* comprend des renseignements généraux sur le régime alimentaire des espèces, incluant les variations saisonnières. Le comportement d'amassage est également discuté. Le dosage de renseignements est, à mon avis, suffisant pour la clientèle à laquelle s'adresse ce livre.

Sous le titre *cycle biologique*, l'auteur traite succinctement de la reproduction, de la croissance des jeunes, de la dispersion, de la maturité sexuelle et de l'hibernation ou de l'activité hivernale, dépendant des espèces. Ici, l'auteur a su résumer de façon pertinente les renseignements susceptibles d'intéresser ceux qui aiment observer les écureuils.

Dans le commentaire sur les *ennemis* propres à chaque espèce d'écureuils, l'auteur traite des prédateurs et parfois des parasites. Les principaux prédateurs terrestres et aériens sont énumérés. Les parasites mentionnés le sont parfois inutilement car tous les Sciidés sont souvent infestés de poux, de puces et d'acariens; il aurait suffi d'en avertir le lecteur dans la présentation générale du groupe. Seuls les cas vraiment spéciaux étaient dignes de mention.

Dans le paragraphe traitant des *rapports avec l'homme*, l'auteur analyse brièvement pour chaque espèce, d'une part les problèmes économiques causés par ces animaux et d'autre part les bénéfices directs (v.g. exploitation pour la fourrure) et indirects (v.g. agent de reforestation) qu'on peut en tirer. Certains problèmes récents semblent avoir échappé à l'attention de l'auteur,

comme les torts importants causés par l'Écureuil roux aux systèmes de collecte de sève d'érable utilisés par les acériculteurs (Lair, 1979. Carnets de zoologie, 38 : 36-41).

La dernière section portant sur les *lieux d'observation* est brève, mais redondante, puisque la plupart des renseignements ont déjà été donnés dans le paragraphe sur l'habitat. Les rares commentaires nouveaux apportés dans cette section auraient dû être incorporés à ce paragraphe.

Pour l'amateur qui désire en savoir plus, la bibliographie n'est pas d'un grand secours puisqu'elle fait uniquement référence aux auteurs cités dans le texte, dont une bonne partie l'ont été en rapport avec des anecdotes. L'addition d'une liste complémentaire de titres pertinents sur chaque espèce aurait guidé les lecteurs plus intéressés dans leur quête de renseignements.

*Les écureuils du Canada* constitue dans l'ensemble un excellent volume de vulgarisation présenté dans une édition fort attrayante et est le premier volume sur le sujet en langue française. Chaque espèce est traitée suivant le même plan, ce qui rend la consultation aisée et facilite la comparaison entre les espèces. Les renseignements présentés aux amateurs sont en général justes et suffisants; seules les sections sur les mœurs et le comportement présentent des lacunes importantes. Ce volume aidera sûrement le lecteur à préciser ses connaissances sur les Sciidés et à mieux les observer et les respecter, sans pour autant faire disparaître tous les mythes, comme le souhaitait l'auteur.

Jean FERRON

Département des sciences pures,  
Université du Québec à Rimouski

SCUDO, F. M. and J. R. ZIEGLER (éditeurs), 1978.  
**The golden age of theoretical ecology: 1923-1940.** Lecture notes in biomathematics, Vol. 22. Springer-Verlag, New York, xii + 490 p., fig., tableaux. 16,5 × 24 cm. Cartoné.

Le domaine de l'écologie théorique a connu un essor rapide ces dernières années. Cependant, comme les éditeurs de ce livre l'indiquent, plusieurs contributions exceptionnelles ont été publiées entre 1923 et 1940. Ils ont choisi de présenter vingt-trois articles publiés durant cette période par A. N. Kolmogoroff, V. A. Kostitzin, A. J. Lotka et V. Volterra. Ces articles sont regroupés en cinq sections, chacune étant précédée d'une introduction qui résume les textes inclus: (a) les approches logistiques; (b) la compétition et la prédation; (c) le parasitisme, les épidémies et la symbiose; (d) la sélection génotypique et l'évolution; (e) la vie et la terre. Quinze articles sont traduits en anglais du français et deux, de l'italien.

Je n'ai pas l'intention d'évaluer les textes eux-mêmes ou encore le choix des textes retenus par les éditeurs: chaque lecteur aura ses préférences personnelles à ce sujet. Le point fort de ce livre

reste le fait que plusieurs des textes, originellement en français ou en italien, sont disponibles pour la première fois en anglais. Ainsi que le mentionnent les éditeurs, la traduction anglaise de ces textes permettra à plusieurs écologistes de lire les originaux de ces travaux, d'en apprécier la haute qualité et contribuera à assurer qu'ils obtiennent la reconnaissance qu'ils méritent. Je crois que nous devrions entreprendre des démarches semblables afin d'assurer que des classiques dans différents domaines scientifiques, dont les originaux sont en anglais, soient disponibles en français.

Jeremy McNEIL

Département de biologie  
Université Laval, Québec

DE VOGEL, E. F., 1980. **Seedlings of dicotyledons.** Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen; UNIPUB, N.Y. 465 p., 17 × 24 cm. Cartonné, 125,00\$.

Un arbre au stade de plantule est souvent si différent de la plante adulte qu'il n'est pas facile et parfois même impossible de l'identifier. Un ouvrage comme celui-ci qui contribue à nous faire mieux connaître la morphologie des plantules d'espèces de dicotylédones ligneuses est donc le bienvenu.

Le titre, comme il apparaît sur la couverture, donne l'impression erronée que le livre en question traite d'une manière systématique des plantules des *Magnoliopsida* (*Dicotyledonae*) alors que, un peu plus loin, le titre développé nous apprend que l'auteur ne s'est intéressé qu'à des espèces tropicales. Les deux-tiers du livre sont effectivement consacrés à la description détaillée de 150 taxons ligneux de la région florale insulindopacifique. Cependant, l'ouvrage inclut aussi un glossaire et une revue historique des travaux sur les plantules allant de ceux de Caesalpin (1583) sur leur morphologie, à ceux de Marshall et Kozlowski (1977) sur la physiologie des cotylédons. L'auteur nous propose aussi une nouvelle classification basée sur le développement de la plantule et la fonction des organes. Un chapitre est consacré à la structure et à la fonction des différentes parties d'une plantule, un autre à la classification des plantules basée sur le type de développement et à la description des 20 types/sous-types que l'auteur reconnaît. Une comparaison est aussi faite entre la classification dite classique, celle que propose De Vogel et celles de Bokdam, Duke, Léonard et Klebs. Dans la première partie du livre, l'auteur discute aussi de l'importance relative des plantules en taxonomie et de leur écologie.

Les taxonomistes et les morphologistes, qu'ils soient étudiants, chercheurs ou enseignants, trouveront utiles les pages sur les techniques et méthodes d'échantillonnage employées par De Vogel au cours de ses expéditions à Java, Sumatra,

Bornéo et ailleurs, et sur les pratiques culturelles en pépinière. Cette première partie de l'ouvrage, qui est enrichie de vingt planches en couleur faites à partir d'aquarelles originales, est suivie d'une bibliographie de près de 200 références.

La deuxième partie du livre, consacrée à la description détaillée des plantules de dicotylédones d'une cinquantaine de familles traitées en ordre alphabétique, est truffée d'excellentes illustrations reproduites de dessins au trait des espèces décrites. La description de chaque espèce est faite suivant un ordre bien défini. La séquence du développement des différentes parties de la plantule est d'abord décrite. L'auteur poursuit avec des informations sur le type de plantule et sur la morphologie du système racinaire, de la tige hypocotylée, des cotylédons ou des paracotylédons, des entrenœuds, des feuilles. On ne peut s'empêcher, cependant, d'être surpris de voir que *Gnetum*, gymnosperme de la famille des *Gnetaceae*, est inclus parmi les genres décrits. L'auteur a-t-il inclus *Gnetum* simplement à cause de la présence de deux cotylédons dans l'embryon? Dans ce cas, pourquoi décrit-il la dicotylédone *Capparis pubiflora* qui a des graines à trois paracotylédons? Aurait-il inclus, s'il en avait rencontrées, des Magnoliopsides à 1 ou à 4 cotylédons? Elles sont rares, mais il en existe (Cronquist, 1968). Qu'entend-il par «normal» lorsqu'il dit, dans ses remarques sur *Gnetum*, que la plantule est différente des «normal Angiosperm seedlings». La plantule de *Gnetum* qui est une gymnosperme ou au mieux une chlamydosperme (Pulle, 1938) est tout simplement différente des plantules d'angiospermes. Signalons aussi que dans le seul cas de *Mammea odorata* de la famille des *Guttiferae* aucune mention n'est faite du nombre de cotylédons.

N'empêche que cet ouvrage sera très utile tant aux taxonomistes et morphologistes chevronnés œuvrant dans les régions tropicales qu'à ceux qui font leurs premières armes et ceux qui se limitent à l'étude de la flore des pays tempérés. Tous ces botanistes auront intérêt à consulter ce livre qui, malgré quelques imprécisions, rares d'ailleurs, n'en reste pas moins excellent, et à s'inspirer des idées de De Vogel concernant la classification des plantules et de leur importance relative en taxonomie.

Robert BEERAJ

Département de phytologie  
Université Laval

BOIVIN, Bernard, 1980. **Survey of Canadian Herbaria.** Provancheria (Mémoires de l'Herbier Louis-Marie, Université Laval, Québec), n° 10, 187 p. 17 × 24,5 cm. Cartonné, 8,00\$.

This is a meticulous and detailed compilation of the sort we have come to expect from Dr. Boivin. It contains descriptions of 404 Canadian herbaria. These are arranged alphabetically under

their acronyms and names. For each herbarium, information is given on history, size, major collections, areas of specialization, whether the collections are duplicated elsewhere, etc. Much of the information has been assembled first hand by the author and the remainder has been extracted from the literature. Addresses are given for many of the herbaria but it is unfortunate that these were not brought up to date by inclusion of the postal code.

A very useful and interesting statistical summary gives an overview of the number of specimens in the larger herbaria and the rates of expansion, with breakdowns by province. It will come as a surprise to many to learn that there are over 5 million specimens in Canadian herbaria (many of these were, of course, not collected in Canada) and an estimated 3 million Canadian specimens in foreign herbaria. However, our two national herbaria in Ottawa — the National Museum and the Department of Agriculture — are still quite modest in size by international standards, each with under one million specimens. It is also of interest to note that there are 218 active institutional herbaria and another 30 active private ones in Canada.

An excellent index enables the reader to trace references in the text to collectors (some 1 500 are mentioned), institutions, herbaria and the literature.

The very modest price of \$8 brings this work within the reach of all who are interested in our herbaria and the collectors who created them. It will, for a long time, be an invaluable reference work for Canadian botanists and for those who work on Canadian plants, providing a mine of information on the location of collections, the history of Canadian botany and those who have contributed to our knowledge of the flora of Canada.

J. K. MORTON

*Department of Biology  
University of Waterloo  
Waterloo, Ontario*

VOIGHT, Barry, (ed.) 1978. **Rockslides and avalanches, natural phenomena.** Elsevier Scientific Publishing Company, New York. 833 p., 350 fig., 37 tabl. 7 × 24,5 cm, cartonné, 117 \$US.

Dans un milieu aussi peu montagneux que le Québec, avalanches, glissements et décrochements de terrain en roche cohérente ne paraissent pas jouer un rôle majeur dans l'évolution des versants. En réalité, il existe des milliers d'exemples d'une activité significative de ces processus tant au Québec méridional que septentrional qui attendent d'être inventoriés et étudiés. Les conséquences peu néfastes de la plupart d'entre eux font souvent oublier rapidement l'existence du phénomène lui-même. Il suffit pourtant d'un simple regard sur le passé pour rappeler aux québé-

cois installés sous «le cap» que cet escarpement rocheux d'une centaine de mètres de hauteur seulement constitue un versant dangereux qui, un jour ou l'autre, fera des malheureux. De même, les mouvements récents qui ont affecté le versant rocheux entre Beauport et Beaupré rappellent aux autorités compétentes la fragilité de versants aussi modestes.

Dans ce domaine des sciences de la Terre comme dans plusieurs autres, nous accusons un retard considérable qu'il importe de rattraper. Jusqu'à maintenant, l'intérêt des spécialistes a surtout été centré sur les coulées boueuses et autres types de glissements de terrain en roche meuble, en particulier dans les argiles sensibles mises en place dans les mers du postglaciaire. Si, au Québec, les avalanches exercent une action modeste peu évidente, les décrochements de terrain sont beaucoup plus fréquents et causent parfois des dégâts considérables. Il faudrait en être conscient et faire un effort particulier dans le domaine de la géotechnique et de la géomorphologie des versants.

Il n'est pas superflu de rappeler que les mouvements en masse sur les versants constituent un chapitre important de la géomorphologie dynamique. Suite aux nombreuses catastrophes des temps modernes, cette branche du savoir s'est enrichie considérablement au cours des dernières décennies. Dans la mesure du possible, on essaie de prévoir et de contrer les effets néfastes résultant des avalanches et des décrochements massifs sur versant rocheux. Malheureusement, les forces de la nature sont capricieuses et déjouent souvent les calculs des spécialistes, de sorte que chaque année la liste des catastrophes s'allonge.

*Rockslides and Avalanches* nous rappelle pertinemment l'attention qu'il convient d'accorder au sujet. Cet ouvrage volumineux réunit 25 contributions de haute qualité; les unes sont des études de portée générale, d'autres, des études de cas. Rédigées par des nord-américains et des européens, elles renseignent utilement d'une part sur l'étendue et la variété des phénomènes et d'autre part sur les mécanismes en cause et les solutions techniques proposées pour contrer ou réduire les effets néfastes de l'évolution des versants rocheux à pente forte.

Les contributions sont groupées sous quatre grands thèmes: les glissements ou décrochements rocheux et les avalanches; les principaux cas de mouvements en masse des temps préhistoriques; la reptation et ses effets mineurs; les déplacements massifs liés à la neige et à la glace. Une longue introduction (67 p.) et un texte d'une vingtaine de pages servent de préambule. Les textes constituent de véritables articles de fond, comprenant à la fois un résumé, une introduction, un corpus (description-analyse-discussion du sujet), et une orientation bibliographique. Ils ont de 12 à 67 pages avec une médiane de 24. L'illustration est abondante et de bonne qualité dans l'ensemble.

L'excellence de l'ouvrage fait honneur à l'éditeur (un spécialiste renommé) et à la maison

d'édition. La qualité exceptionnelle des contributions en fait un outil de valeur pour tous ceux qui s'intéressent à l'évolution des versants raides, à leur aménagement et au contrôle des phénomènes brusques comme les avalanches et les mouvements de terrain.

Le prix de l'ouvrage le rend malheureusement hors de la portée de la plupart des chercheurs non fortunés. Une fois de plus, on ne peut que regretter que des livres qui, en principe, sont publiés pour être lus, utilisés et achetés par le plus grand nombre de chercheurs et d'étudiants deviennent des objets de luxe, des instruments de travail que seules les bibliothèques peuvent acquérir. Dans les pays capitalistes à économie libérale, le coût des ouvrages scientifiques, en particulier ceux de langue française, connaît des sommets de plus en plus inaccessibles qui risquent de provoquer prochainement des avalanches et des glissements catastrophiques. Il est temps que les maisons d'édition s'en rendent compte avant que les photocopieuses les remplacent.

Jean-Claude DIONNE

*Département de géographie  
Université Laval, Québec*

**Fundamenta Scientiae.** The international journal for critical analysis of science and the responsibility of scientists. Revue internationale pour l'analyse critique de la science et la responsabilité des scientifiques. Vol. 1, n° 1, p. 1-118. Pergamon Press Ltd., Oxford, New York, Toronto, Paris, Frankfurt, Sydney. 55,00 \$US (abonnement annuel).

Ce nouveau périodique trimestriel est publié sous la direction de B. Jourdan et M. Paty, de l'Université Louis-Pasteur à Strasbourg, assistés d'un comité de rédaction à forte prépondérance française et de l'habituelle brochette internationale d'avisers. L'éditorial de B. Jourdan précise le sens («la mission») de la revue: «...remettre

en question les savoirs établis, rouvrir les vieux dossiers, déstabiliser les identités classiques, questionner l'expertise...», (p. 4). On aura saisi qu'il s'agit d'une revue de philosophie, consacrée aux problèmes relatifs aux «fondements» des sciences. Le premier numéro comprend d'intéressantes contributions de R. Rashed («Science as a Western phenomenon»), R. Thom («Predication et Grammaire universelle»), Charles H. Marx («Structure et fonction vues par un physiologiste»), L. Reijnders («An analysis of three historical theories in the natural sciences»), etc. Au moins deux chroniques feront partie de la revue: «Sciences buissonnières» (titre anglais: «Science on the loose») et «Free paradigms». La première veut accueillir les scientifiques qui voudraient «rendre compte de leurs pratiques singulières...» (p. 109). Ces pratiques, écrit-on, peuvent comprendre l'usage aberrant d'appareils spécifiques, les dérapages interdisciplinaires et les fantaisies diverses. Avis aux intéressés: on signale qu'il n'est pas nécessaire de paraître génial. La chronique intitulée «Free paradigms» propose aux lecteurs d'établir des fiches de lecture d'articles publiés dans diverses revues sur la question des rapports entre l'activité scientifique et ses contextes socio-culturels. Les associations d'idées et d'auteurs révélées par ces fiches constitueraient des «paradigmes libres», propres à chaque lecteur; la revue publiera ensuite ces fiches. On reste rêveur: toute idée, même la plus farfelue, recevrait automatiquement l'insigne honneur d'être considérée comme un «paradigme». Mentionnons finalement que cette revue internationale se veut résolument bilingue (français et anglais). Si elle promet d'être intéressante, du moins pour les philosophes et les sociologues des sciences, on peut cependant regretter que la seule contribution expressément demandée aux scientifiques comme tels soit de révéler l'usage aberrant de leurs appareils et leurs fantaisies diverses.

Pierre MORISSET

*Département de biologie  
Université Laval  
Québec*

## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le Naturaliste canadien publie des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, *découlant de travaux de recherche* en écologie fondamentale et appliquée, en systématique et dans certains domaines apparentés. Tout manuscrit soumis est l'objet d'une évaluation externe par des pairs.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à *double interligne* sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en *trois* exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

### TEXTE

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

On tiendra compte des remarques suivantes: (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques; (2) les notes inframarginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement; (3) pour les unités de mesure, on doit utiliser le SI (système international d'unités).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant de la présentation suivante:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon «World List of Scientific Periodicals».

### ILLUSTRATIONS

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

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

Les *dessins* doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage doit être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1,5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12,5 × 20 cm, légende comprise.

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

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL POLICY

Are considered for publication in "*Le naturaliste canadien*" manuscripts in French or in English, based on *original research* in basic and applied ecology, systematics, and related sciences. Every manuscript will be subjected to normal reviewing process by external referees.

### GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in *double* spacing throughout, on one side of bond paper 21.5 × 28 cm, and submitted *in triplicate* to: Le Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada).

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 60 letters and spaces; (3) a French and an English abstract; (4) the manuscript proper; (5) on separate pages, Tables (numbered consecutively in Roman numerals) and Figure captions (numbered consecutively in Arabic numerals).

### MANUSCRIPT DETAILS

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

In preparing copy please take the following remarks into account: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided as far as possible, but if they must be used they should be numbered consecutively; (3) SI units should be used.

### REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed

alphabetically by first author, according to the following examples:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDTRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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





**LE NATURALISTE CANADIEN**  
Revue d'écologie et de systématique

Volume 107

1980

Numéro 3

D'AOUST, A. L. Influence de la concentration d'un engrais chimique sur la croissance et les échanges gazeux de semis d'épinette noire en conteneurs .	125-133
BOLGHARI, H. A. Croissance d'un peuplement de sapin-épinette à la suite de l'éclaircie et de la fertilisation au sud-est de Québec .	135-149
GERVAIS, P. & J.-F. BERTRAND. Évolution du rendement et de la composition chimique du trèfle rouge ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .	151-157
GAGNON, M. & M. I. EL-SABH. Effets de la marée interne et des oscillations de basse fréquence sur la circulation côtière dans l'estuaire du Saint-Laurent .	159-174
BOUSQUET, Y. & J.-G. PILON. Habitat et cycle biologique des <i>Sphaeroderus</i> du Québec (Coleoptera: Carabidae: Cychrini) .	175-184
ANALYSES ET COMMENTAIRES:	
SCHMID, F. Esquisse pour une classification et une phylogénie des Goérides (Trichoptera) .	185-194
COMMUNICATIONS BRÈVES	
GAUTHIER, B., A. CARDINAL & J. H. HIMMELMAN. Limites amont de distribution des algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent (Québec), et addition de quelques espèces à la flore de cette région .	195-197
DESGRANGES, J.-L. Compétition entre le cormoran à aigrettes et le grand héron au moment de la nidification .	199-200
REVUE DES LIVRES .	201-206

# LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

---

VOLUME 107

NUMÉRO 4

1980



# LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique  
CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR  
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION  
PIERRE MORISSET

## COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD BERNIER, *Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval*  
ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*  
PIERRE COUILLARD, *Département des sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÊNES, *Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec*  
FERNAND M. GAUTHIER, *Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture du Québec*  
PIERRE LEGENDRE, *Centre de recherches en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal*  
WILLIAM C. LEGGETT, *Département de biologie, Université McGill*  
JEREMY McNEIL, *Département de biologie, Université Laval*  
BERNARD J. R. PHILOGÈNE, *Département de biologie, Université d'Ottawa*

Publication trimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN (Revue d'écologie et de systématique) publie des articles *inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche en écologie, en systématique et dans certains domaines apparentés. La revue s'intéresse également aux aspects appliqués, notamment dans la perspective des ressources agricoles, forestières et halieutiques du Québec et du Canada oriental et nordique.

LE NATURALISTE CANADIEN est subventionné par le Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et par le Ministère de l'éducation du Québec.

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

Toute correspondance touchant l'administration, les abonnements ou les droits de reproduction doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4. L'abonnement annuel est de \$17 (personnel), \$19 (personnel, étranger) et \$34 (collectif, *multi-user*). Le numéro régulier se vend \$ 5; le numéro spécial, \$ 12.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts, Asher's  
Guide, Botanical Periodicals, RADAR et Périodex

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

# LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 107

1980

Numéro 4

## SUBSURFACE CHLOROPHYLL *a* MAXIMUM IN HUDSON BAY

J. T. ANDERSON<sup>1</sup> and J. C. ROFF

*Department of Zoology, College of Biological Science,  
University of Guelph, Guelph, Ontario N1G 2W1*

### Résumé

Au cours de l'été 1975, on a observé un maximum de chlorophylle sous la couche de surface, au large des côtes de la baie d'Hudson. Il s'agit là de l'une des mentions les plus importantes et les plus nordiques de ce phénomène. La couche de concentration maximale s'étend de la pycnocline à 20 m au-dessous, généralement entre 0,1 et 1,0% de la lumière incidente. Les concentrations de chlorophylle *a* se situent entre 0,3 et 10,75 mg m<sup>-3</sup>, soit de 1,8 à 63 fois les valeurs de surface. Rien n'indique que la proportion des phéopigments s'accroisse au sein de cette couche sans doute importante pour la production annuelle de la baie d'Hudson.

### Abstract

The presence of a subsurface chlorophyll maximum layer is reported in the offshore waters of Hudson Bay during summer 1975. This is one of the most northerly reports of a subsurface chlorophyll maximum, and it is one of the most highly developed. The layer occurred at depths from just below, to 20 m below the pycnocline, usually between 0.1 to 1.0% of surface light levels. Chlorophyll concentrations within this maximum layer ranged from 0.3 to 10.75 mg chlor *a* m<sup>-3</sup>, corresponding to 1.8 to 63 times surface chlorophyll values. There was no evidence of any increased proportion of phaeopigments within the maximum layer which may contribute significantly to annual production in Hudson Bay.

### Introduction

The occurrence of a subsurface chlorophyll maximum layer appears to be a widespread phenomenon in stable oligotrophic waters. Such a layer has been reported in many stratified oligotrophic areas in the Pacific Ocean (Anderson, 1964, 1969, 1972; Lorenzen, 1970; Eppley *et al.*, 1973; Venrick *et al.*, 1973; Shulenberger, 1978), the Atlantic Ocean (Steele & Yentsch, 1960; Hobson & Lorenzen, 1972; Gieskes *et al.*, 1978), the Gulf of Mexico (Hobson & Lorenzen, 1972), and in oligotrophic lakes (Kiefer *et al.*, 1972; Kerekes, 1974; Fee, 1976). These chlorophyll maxima are characterized by remarkably similar conditions. A chlorophyll *a* peak occurs at 0.1-1.0% of surface light irradiance, usually well below the seasonal pycnocline; it underlies oligotrophic surface

waters, and is associated with a nutricline and a nitrite maximum. The chlorophyll peak often coincides with increased phytoplankton cell numbers and may contribute significantly to water column production (cf. Venrick *et al.*, 1973). Within this two-layered system (Dugdale & Goering, 1967; Dugdale, 1967) specific growth rate of phytoplankton is believed to be nutrient limited in the upper mixed layer, and light limited below the pycnocline in the chlorophyll maximum layer.

This paper reports on the extensive occurrence of such a maximum during August and September 1975, in the offshore waters of Hudson Bay. Hudson Bay is a large estuarine bay unique in its Arctic classification (Dunbar, 1968; Anderson & Roff, 1980). This is one of the most northerly reports of a subsurface chlorophyll *a* maximum and it is

<sup>1</sup> Present address: Experimental Ecology, Research and Resource Services, Dept. of Fisheries and Oceans, P.O. Box 5667, St. John's, Newfoundland A1C 5X1

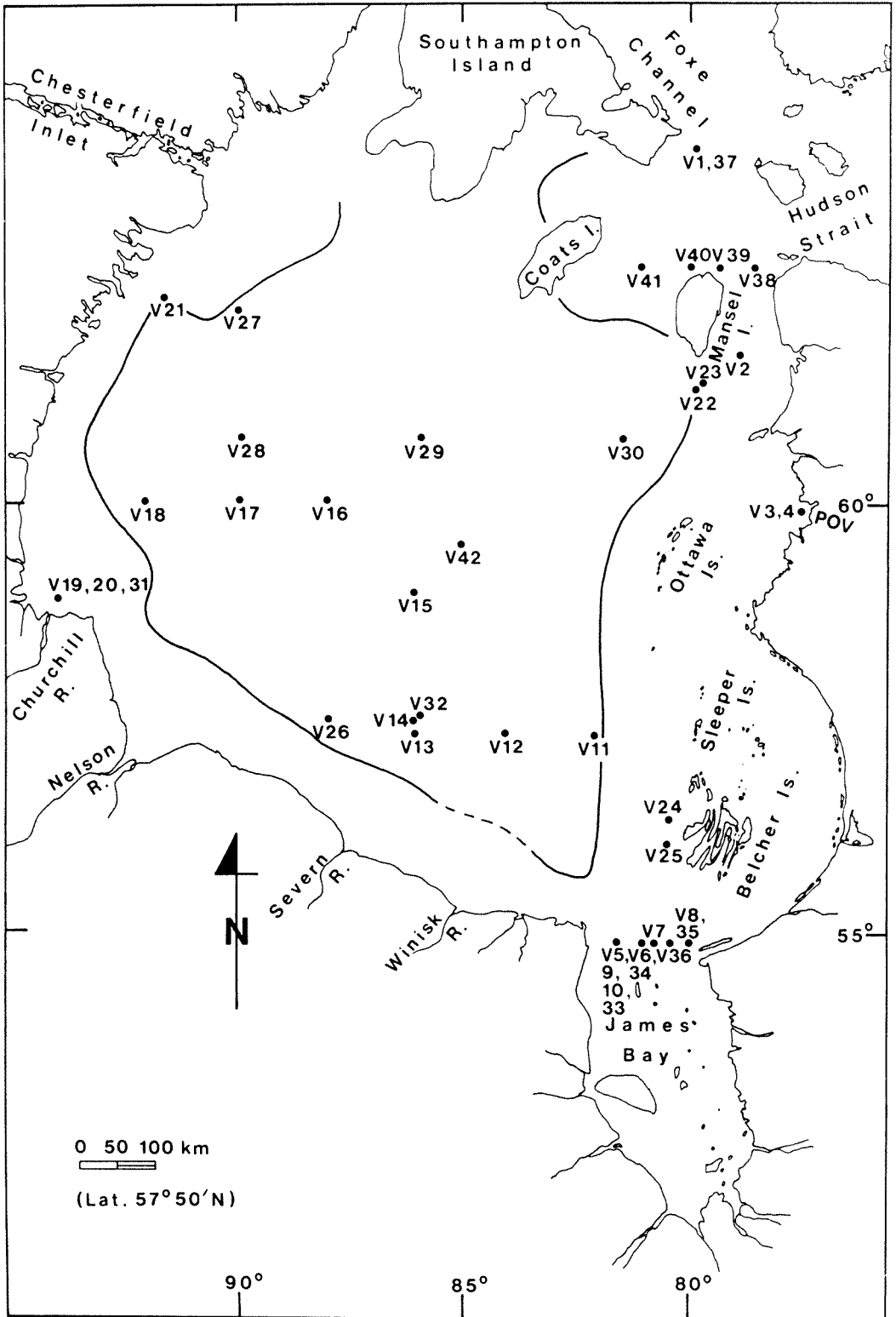


Figure 1. Location of stations sampled in Hudson Bay. Line indicates division into inshore and offshore regions (Anderson & Roff, 1980). Dashed line north of Winisk river indicates a mixed area of uncertain affinity.

one of the best developed compared to surface values.

### Materials and methods

Forty two stations were sampled for vertical distribution of chlorophyll *a* (Fig. 1) during an extensive multi-disciplinary study of Hudson Bay in August-September 1975 (Anderson, 1979). Seventeen of these stations were located in the offshore region of Hudson Bay and 25 in the inshore region as defined by Anderson and Roff (1980).

Sampling methods for surface data during this cruise followed those reported by Anderson and Roff (1980); temperature and salinity data were collected simultaneously and *in situ* density calculated as reported by Prinsenberg (1977). At each station, five to seven 3 Van Dorn bottles were positioned to sample the upper mixed layer with at least one sample from below the pycnocline. Secchi disc readings were taken when possible.

Generally two litres of water were filtered through Reeve Angel 984H glass fibre filters and either analyzed immediately or stored frozen at  $-20^{\circ}\text{C}$ . Determination of chlorophyll loss from frozen samples was made and corrections were applied based on length of storage. From an average loss rate of 0.365% chlorophyll *a* per day, maximum corrections of 23.8% were indicated. Samples were extracted in 90% acetone, read spectrophotometrically, and pigment concentrations were calculated from SCOR/UNESCO equations, following procedures of Strickland and Parsons (1972).

### Results and discussion

Fourteen offshore stations showed a distinct subsurface chlorophyll *a* maximum. These occurred at depths from just below the pycnocline to 20 m below it (e.g. Fig. 2). Chlorophyll *a* values within these maxima ranged from 0.30 to 10.75  $\text{mg m}^{-3}$ , and averaged 1.81  $\text{mg m}^{-3}$ . Secchi disc readings in off-shore waters averaged 18.2 m, indicating that the 1% level of surface irradiance was at about 45 m. Thus, the chlorophyll *a* maxima in Hudson Bay were usually below the 1% level of surface irradiance (Fig. 3).

Inshore, the chlorophyll *a* maximum generally occurred at or above the pycnocline. Maximum chlorophyll *a* for these stations ranged from 0.45 to 3.83  $\text{mg m}^{-3}$ ,

averaging 0.99  $\text{mg m}^{-3}$ . Secchi disc readings were generally 11-12 m, indicating the 1% light level to be about 30 m. As the pycnocline did not exceed 30 m and mostly ranged between 15-20 m (Prinsenberg, 1977), it is apparent that chlorophyll maxima inshore were always above the 1% level.

The differences between inshore and offshore waters are probably due, at least in part, to the higher surface chlorophyll *a* observed inshore (Anderson & Roff, 1980). At inshore stations surface chlorophyll *a* was comparatively high, averaging  $0.62 \pm 0.18 \text{ mg m}^{-3}$ . In contrast, offshore stations having a subsurface maximum averaged only  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg m}^{-3}$  chlorophyll *a*.

The ratio of chlorophyll *a* within the maximum layer to chlorophyll *a* at the surface was also distinctly different between inshore and offshore locations. Inshore, the ratio ranged from 1 to 10 and averaged 2.5. At offshore stations the ratio ranged from 1.8 to 63 and averaged 15.9. These values exceed ranges previously reported of 3-20 times surface values (Anderson, 1969; Eppley *et al.*, 1973; Venrick *et al.*, 1973). The development of the subsurface chlorophyll layer is therefore much more dramatic at the offshore stations. The higher surface chlorophyll levels at the inshore stations, in conjunction with higher concentrations of total seston (Anderson & Roff, 1980) and reduced light penetration probably preclude the formation of a subsurface maximum.

The offshore waters of Hudson Bay certainly meet the criteria allowing the existence of a subsurface chlorophyll maximum. Surface waters were low in biomass and are considered to be oligotrophic (Anderson & Roff, 1980). As well, the stability ( $\delta\sigma_t/\delta z$ ) of the water column in Hudson Bay is extreme, being among the highest values reported for oceanic areas (Roff & Anderson, unpublished; Prinsenberg, 1977).

Three of the offshore profiles did not show high subsurface chlorophyll maxima. This is probably due to discontinuous sampling from discrete depths (*cf.* Strickland, 1968; Anderson, 1969; Venrick *et al.*, 1973), and it is reasonable to postulate that a subsurface maximum in Hudson Bay would be found throughout the offshore area. An extensive subsurface chlorophyll *a* maxima is not unusual, an apparently continuous distribution having been reported throughout the Pacific Ocean (Anderson, 1969; Venrick *et al.*, 1973; Shulenberger, 1978), and across the tropical Atlantic (Gieskes *et al.*, 1978).

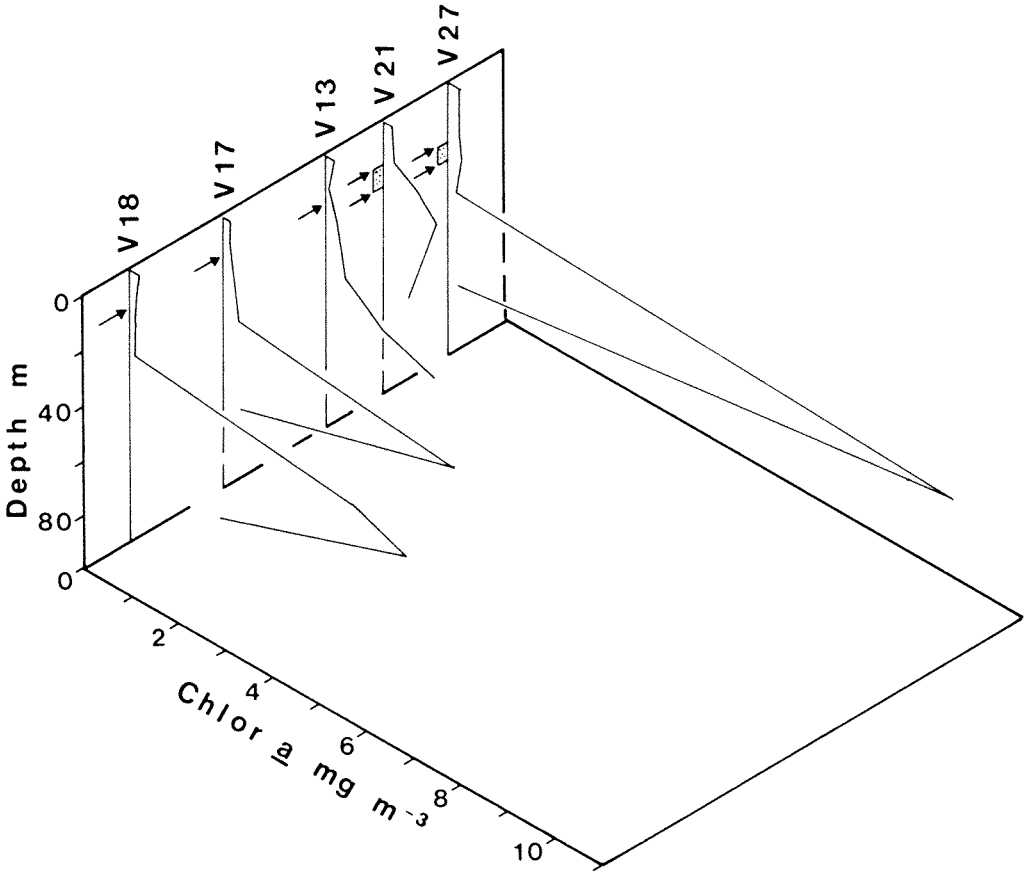


Figure 2. Examples of profiles showing a chlorophyll *a* maximum in Hudson Bay. Depth of the pycnocline or its range is indicated by arrows. Sampling dates in 1975 were: V13-3 August; V17-4 August; V18-5 August; V21-17 August; V27-27 August.

Ratios of phaeopigments: chlorophyll *a* ranged from 0.05-1.19 in offshore Hudson Bay waters, similar in magnitude to ratios reported by Lorenzen (1967) off southern California. An increase in this ratio indicates either an increase in senescent and dead phytoplankton or grazing by zooplankton (Jensen & Sakshaug, 1973; Shuman & Lorenzen, 1975). In Hudson Bay a slight increase in this ratio with depth was only observed at three offshore stations, and in these it only increased below the chlorophyll maximum. In fact, overall there was a tendency for the phaeopigment: chlorophyll *a* ratio to decrease slightly from surface values within the maximum layer (Fig. 3). Thus, it would appear that algae within the maximum layer are viable cells, with senescence only evident below the maximum layer.

Lorenzen (1967) observed a peak in phaeophytin just below the chlorophyll

maximum, which he attributed to intensive zooplankton grazing; the aggregation of herbivorous zooplankton (Anderson, 1972; Mullin & Brooks, 1972) and ciliates (Chester, 1978) within the chlorophyll maximum layer has been reported. The apparent absence of such a peak in Hudson Bay may be due to the discrete depth sampling regime, or to low intensity of zooplankton grazing at the chlorophyll maximum. Several workers have not found any evidence of zooplankton grazing, whether from plant phaeopigment levels (e.g. Gieskes *et al.*, 1978) or from the presence of zooplankton pigments such as astasin and astaxanthin (Terazaki *et al.*, 1978) in the chlorophyll maximum region.

Several studies have indicated phytoplankton of the maximum layer to be mostly viable cells that contribute significantly to water column production. Estimates of production below the 1% light level ranged from

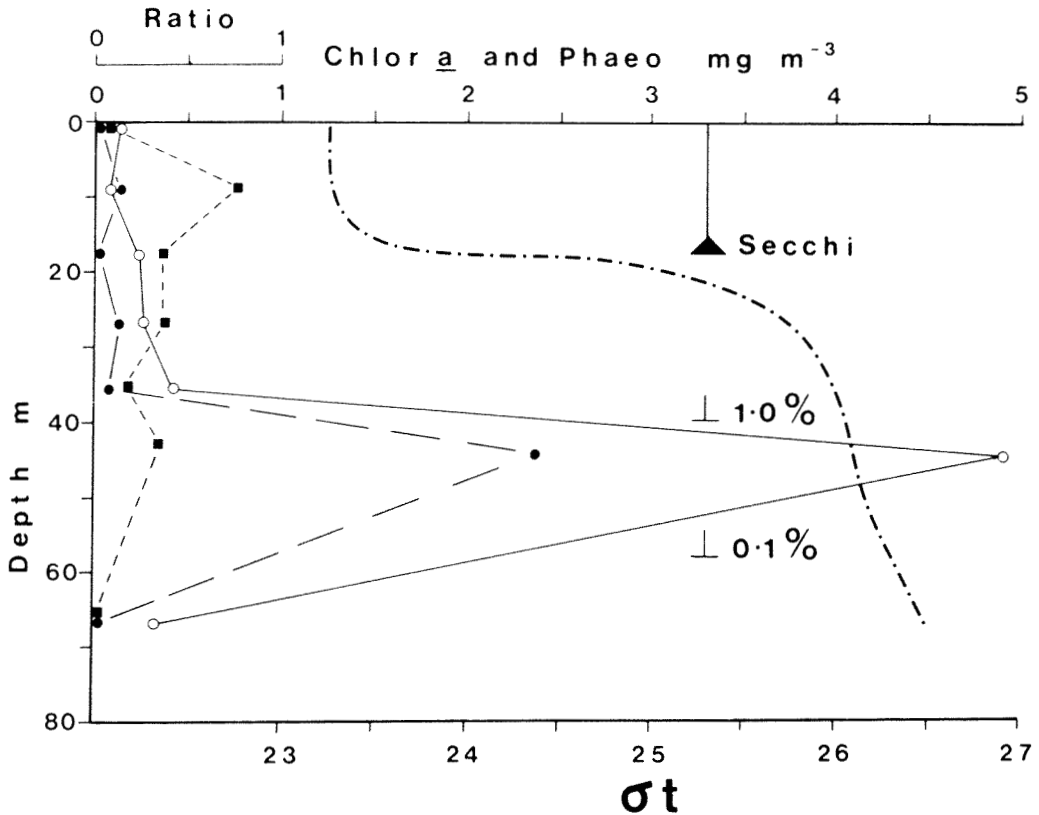


Figure 3. Vertical profiles of: chlorophyll *a* (○—○), phaeopigments (●—●), phaeopigment to chlorophyll *a* ratio (■—■) and  $\sigma_t$  (-----) at station V17, representative of the offshore region. The 1.0 and 0.1% light levels calculated from Secchi disc readings are also shown in this figure.

7-20% (Venrick *et al.*, 1973) and 15% (Anderson, 1969; Kiefer *et al.*, 1972) to as much as 50% (Jamart *et al.*, 1977) of the total production per  $m^2$ . Given the apparent widespread occurrence of the chlorophyll maximum layer in offshore waters of Hudson Bay, low surface biomass, the extremely high ratio of chlorophyll *a* in the maximum layer compared to the surface, and its low phaeopigment: chlorophyll *a* ratios, it is likely that this layer contributes significantly to the overall primary production of Hudson Bay.

The mechanisms involved in formation and persistence of a subsurface chlorophyll maximum may be complex (Jamart *et al.*, 1977). Venrick *et al.*, (1973) proposed that the subsurface maximum would form seasonally following the onset of spring stratification; initially concentrated at the top of the nutricline, it would gradually move deeper as nutrients are used up. During the fall-winter turnover these cells are mixed into the upper waters, possibly contributing to a fall

phytoplankton bloom (Fee, 1976; Jamart *et al.*, 1977). This however is contingent on the winter mixed layer being deeper than the chlorophyll maximum.

The depth of winter mixing in Hudson Bay has not been measured, but it may reach about 60 m (J. Helbig, S. Prinsenber, pers. comm.); hence the bay which averages 120 m in depth and does not exceed 300 m, may not become vertically homogeneous annually. If fall mixing reaches the chlorophyll maximum layer, phytoplankton would be swept to the surface giving rise to an apparent or perhaps true fall bloom. This would not be characteristic of Arctic waters where a single peak of phytoplankton production occurs (Bursa, 1961; Dunbar, 1968). If mixing does not reach the chlorophyll maximum layer, then winter ice and snow cover will reduce its light source (already below 1% of surface irradiance in the summer) and presumably eliminate it. In this case some phytoplankton may overwinter as



dormant cells or the maximum layer must be recolonized the following year from the surface layers.

There is still some debate as to the origin and persistence of algal populations in these subsurface maxima. Some consider them to be continually recruited from the upper waters by passive sinking and suggest they exist in these nutrient enriched waters as viable but dormant cells (Steele & Yentsch, 1960; Eppley *et al.*, 1967; Kiefer *et al.*, 1972; Venrick *et al.*, 1973). On the other hand, there is considerable evidence to suggest that these cells are in fact unique and not the result of passive sinking.

Several studies have demonstrated differences in species composition from overlying waters; the algae are low-light adapted, predominantly flagellated and often dominated by a single species (Ichimura *et al.*, 1968; Baker & Brook, 1971; Brook *et al.*, 1971; Hobson & Lorenzen, 1972; Venrick *et al.*, 1973; Fee, 1976).

A study presently underway on the subsurface maximum near Chesterfield Inlet, Hudson Bay (Roff, Pett & Rogers, unpublished) is examining species differences which may indicate the source of phytoplankton in this layer.

### Acknowledgments

We thank Mr. B. Wright, Canadian Hydrographic Service, Mr. S. Baird and Dr. S. Prinsenberg, Research and Development, O.A.S., C.C.I.W. who assisted during the sampling programme, as did officers and crew of the C.C.G.S. NARWHAL. Assistance and support was generously given by Dr. N. Watson, Great Lakes Bio-ecology Laboratory, C.C.I.W. We also thank Drs. S. Prinsenberg and J. Helbig for helpful discussions and calculations on the physical oceanography of Hudson Bay. Financial assistance from the Natural Sciences and Engineering Research Council Canada to J. C. Roff is gratefully acknowledged.

### References

- ANDERSON, G. C., 1964. The seasonal and geographic distribution of primary productivity off the Washington and Oregon coasts. — *Limnol. Oceanogr.*, 9: 284-302.
- ANDERSON, G. C., 1969. Subsurface chlorophyll maximum in the northwest Pacific Ocean. — *Limnol. Oceanogr.*, 14: 386-391.
- ANDERSON, G. C., 1972. Aspects of marine phytoplankton studies near the Columbia River, with special reference to a subsurface chlorophyll maximum. — Pages 219-240 in A. T. Pruter & D. L. Alverson (eds.). *The Columbia River Estuary and Adjacent Coastal Waters*. Univ. Wash., 868 p.
- ANDERSON, J. T., 1979. Seston and phytoplankton data from Hudson Bay, 1975. — Manuscript Report Series, Ocean and Aquatic Sciences, Central Region, Burlington, Ontario, 76 p.
- ANDERSON, J. T. & J. C. ROFF, 1980. Seston ecology of the surface waters of Hudson Bay. — *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 2242-2253.
- BAKER, A. L. & A. J. BROOK, 1971. Optical density profiles as an aid to the study of microstratified phytoplankton populations in lakes. — *Arch. Hydrobiol.*, 69: 214-233.
- BROOK, A. J., A. L. BAKER & A. R. KLEMER, 1971. The use of turbidimetry in studies of the population dynamics of phytoplankton populations with special reference to *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix*. — *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 19: 244-252.
- BURSA, A. S., 1961. The annual oceanographic cycle at Igloolik in the Canadian Arctic. II. The phytoplankton. — *J. Fish Res. Bd Can.*, 18: 563-615.
- CHESTER, A. J., 1978. Microzooplankton relative to a subsurface chlorophyll maximum layer. — *Mar. Sci. Commun.*, 4: 275-292.
- DUGDALE, R. C., 1967. Nutrient limitation in the sea: dynamics identification, and significance. — *Limnol. Oceanogr.*, 12: 685-695.
- DUGDALE, R. C. & J. J. GOERING, 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. — *Limnol. Oceanogr.*, 12: 196-206.
- DUNBAR, M. J., 1968. Ecological development in polar regions. A study in evolution. — Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 119 p.
- EPPLEY, R. W., R. W. HOLMES & J. D. H. STRICKLAND, 1967. Sinking rates of marine phytoplankton measured with a fluorometer. — *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 1: 191-208.
- EPPLEY, R. W., E. H. RENGER, E. L. VENRICK & M. M. MULLIN, 1973. A study of plankton dynamics and nutrient cycling in the central gyre of the North Pacific Ocean. — *Limnol. Oceanogr.*, 18: 534-551.
- FEE, E. J., 1976. The vertical and seasonal distribution of chlorophyll in lakes of the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario: implications for primary production estimates. — *Limnol. Oceanogr.*, 21: 767-783.
- GIESKES, W. W. C., G. W. KRAAY & S. B. TIJSSSEN, 1978. Chlorophylls and their degradation products in the deep pigment maximum layers of the tropical north Atlantic. — *Neth. J. Sea Res.*, 12: 195-204.
- HOBSON, L. A. & C. J. LORENZEN, 1972. Relationships of chlorophyll maxima to density structure in the Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. — *Deep-Sea Res.*, 19: 297-306.

- ICHIMURA, S., S. NAGASAWA & T. TANAKA, 1968. On the oxygen and chlorophyll maxima found in the metalimnion of a mesotrophic lake. — Bot. Mag. Tokyo, 81: 1-10.
- JAMART, B. M., D. F. WINTER, K. BANSE, G. C. ANDERSON & R. K. LAM, 1977. A theoretical study of phytoplankton growth and nutrient distribution in the Pacific Ocean off the north-western U.S. coast. — Deep-Sea Res., 24: 753-773.
- JENSEN, A. & E. SAKSHAUG, 1973. Studies on the phytoplankton ecology of the Trondheimsfjord. II. Chloroplast pigments in relation to abundance and physiological state of the phytoplankton. — J. exp. mar. Biol. Ecol., 11: 137-155.
- KEREKES, J. J., 1974. Limnological conditions in five small oligotrophic lakes in Terra Nova National Park, Newfoundland. — J. Fish. Res. Bd Can., 31: 555-583.
- KIEFER, D. A., O. HOLM-HANSEN, C. R. GOLDMAN, R. RICHARDS & T. BERMAN, 1972. Phytoplankton in Lake Tahoe: deep-living populations. — Limnol. Oceanogr., 17: 418-422.
- LORENZEN, C. J., 1967. Vertical distribution of chlorophyll and phaeopigments: Baja, California. — Deep-Sea Res., 14: 735-745.
- LORENZEN, C. J., 1970. Surface chlorophyll as an index of the depth, chlorophyll content, and primary productivity of the euphotic layer. — Limnol. Oceanogr., 15: 479-480.
- MULLIN, M. M. & E. R. BROOKS, 1972. The vertical distribution of juvenile *Calanus* (Copepoda) and phytoplankton within the upper 50 m of water off La Jolla, California. — Pages 347-354 in A. Y. Takenouti (chief ed.). Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean. Idemitsu Shoten, Tokyo, 626 p.
- PRINSENBERG, S. J., 1977. Hudson Bay oceanography data report 1975, Volume 1. Data Report Series no. 77-1, Ocean and Aquatic Sciences, Central Region, Environment Canada, Burlington, 308 p.
- SHULENBERGER, E., 1978. The deep chlorophyll maximum and mesoscale environmental heterogeneity in the western half of the North Pacific central gyre. — Deep-Sea Res., 25: 1193-1208.
- SHUMAN, F. R. & C. J. LORENZEN, 1975. Quantitative degradation of chlorophyll by a marine herbivore. — Limnol. Oceanogr., 20: 580-586.
- STEELE, J. H. & C. S. YENTSCH, 1960. The vertical distribution of chlorophyll. — J. mar. biol. Ass. U.K., 39: 217-226.
- STRICKLAND, J. D. H., 1968. A comparison of profiles of nutrient and chlorophyll concentrations taken from discrete depths and by continuous recording. — Limnol. Oceanogr., 13: 388-391.
- STRICKLAND, J. H. D. & T. R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis. — Bull. Fish. Res. Bd Can., no. 167 (2nd Edition), 310 p.
- TERAZAKI, M., R. MARUMO & Y. FUJITA, 1978. Pigment composition of suspended particles in the deep sea. — Bull. Plankton Soc. Jpn., 25: 20-26.
- VENRICK, E. L., J. A. MCGOWAN & A. W. MANTYLA, 1973. Deep maxima of photosynthetic chlorophyll in the Pacific Ocean. — Fish. Bull., 71: 41-52.



## LES GRANDES CRUES GLACIELLES DE LA RIVIÈRE AUX FEUILLES (NOUVEAU-QUÉBEC) : UNE ANALYSE DENDROCHRONOLOGIQUE

Serge PAYETTE

Département de phytologie et Centre d'études nordiques,  
Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4

### Résumé

Les populations de mélèze [*Larix laricina* (DuRoi) K. Koch] et d'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] du lit majeur de la rivière aux Feuilles (Nouveau-Québec) subissent plus ou moins régulièrement les effets du passage de crues glacielles. Les cicatrices laissées sur les troncs d'arbres par les glaces flottantes comptent parmi les formes d'érosion glacielle les plus fréquentes et les plus importantes. L'analyse dendrochronologique d'environ 150 spécimens affectés de cicatrices a permis de mettre en évidence la date des principales crues glacielles de cette rivière depuis 1850. Les crues glacielles d'importance se sont succédées tous les 11 ans en moyenne au cours du 19<sup>e</sup> siècle (sous réserve) et tous les 10 ans en moyenne au cours du 20<sup>e</sup> siècle. La présence de cicatrices glacielles d'âge variable sur le même arbre permet de comparer l'importance relative des crues glacielles. À cet effet, on peut affirmer que les crues glacielles de 1979 et de 1934 ont eu la même ampleur et ont atteint un minimum de 4 mètres de hauteur par rapport au niveau d'étiage estival; ces deux crues catastrophiques ont fortement perturbé la végétation et les sols du lit majeur. En se référant aux données climatiques et hydrologiques disponibles dans les stations d'enregistrement, les grandes crues glacielles apparaissent préférentiellement au cours de périodes froides caractérisées par une température moyenne annuelle sous la moyenne, une précipitation nivale abondante et un printemps moyen ou hâtif, parfois pluvieux; les basses températures des mois et même de l'année précédant la crue glacielle pourraient amplifier le phénomène, notamment dans les régions comme la rivière aux Feuilles où la présence de pergélisol favorise un écoulement de surface des eaux de fonte. Les résultats sur la fréquence et l'ampleur des ondes de crue montre que l'analyse dendrochronologique pourrait être utile aux fins de l'aménagement de rivières et de l'étude écologique du dynamisme des systèmes fluviaux.

### Abstract

Tamarack [*Larix laricina* (DuRoi) K. Koch] and black spruce [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] populations located in the Leaf River floodplain (Nouveau-Québec) are affected by ice-floods. A dendrochronological analysis of 150 trees presenting ice-scars has provided the dates of major ice-floods along the mid-section of this river since 1850. The registered ice-floods occurred with a 11-year mean interval during the 19th century (tentatively) and with a 10-year mean interval during the 20th century. The presence of many ice-scars on the same stem allowed an evaluation of the importance of the 1934 and 1979 ice-floods. Both these floods had about the same amplitude, and reached at least 4 meters above the summer lowest water-level; these two catastrophic floods strongly disturbed the vegetation and soils of the floodplain. Available climatic and hydrological data suggest that major ice-floods occur mainly during cold periods characterized by a mean annual temperature below the general trend, and abundant snow precipitation, and an early sometimes rainy spring; low temperatures in the months and even the year preceding ice-floods might amplified them, especially in areas like the Leaf River where permafrost favors runoff during snowmelt. Data on ice-flood frequency and ice-flood amplitude obtained from dendrochronological analysis may be valuable for river management and for ecological studies of fluvial system dynamics.

## Introduction

Au cours du printemps 1979, de grandes crues ont affecté les basses terres de certaines rivières du bassin de la baie d'Ungava au Nouveau-Québec. Suite au passage d'une onde de crue particulièrement élevée du fleuve Kuujuaq, le village du même nom (anciennement Fort-Chimo) a subi une inondation d'importance, les vieux résidents inuits estimant qu'un tel phénomène ne s'était pas vu depuis une quarantaine d'années. Les effets d'une grande crue ont aussi été observés le long du cours moyen de la rivière aux Feuilles (58°15'N., 72°0.), à environ 150 kilomètres au nord-ouest de Kuujuaq, pendant la même période. La végétation riparienne du lit majeur de la rivière en a conservé les traces, grâce aux diverses formes d'érosion glacielle qui s'y sont développées. L'ampleur de perturbations écologiques était telle qu'il nous a paru pertinent d'étudier les populations arborescentes dérangées par la crue de débâcle.

Plusieurs formes d'érosion glacielle influencent la végétation du lit majeur de la rivière aux Feuilles. Si l'arrachement du tapis végétal semble être important, l'émondage des arbres et des arbustes (bri de branches et de troncs) représente une forme d'érosion glacielle fréquente, le long de certaines rivières du bassin de la baie de James (Dionne, 1978). On a aussi observé une autre manifestation de l'érosion glacielle reliée à l'écorçage des troncs d'arbres et d'arbustes. Lors de la débâcle, les glaces en mouvement et, dans une moindre mesure, le bois flotté érodent la surface des troncs en enlevant une partie de l'écorce, du phloème et du cambium secondaire. Il en résulte la formation d'une cicatrice glacielle, où la croissance du xylème est arrêtée. La présence de telles cicatrices permet ainsi de déterminer la date des crues de débâcle ou de tout autre événement glacielle selon les diverses sections de la rivière.

En supposant que la grande crue de 1979 n'était probablement pas unique, nous avons tenté par l'analyse dendrochronologique de reconstituer l'histoire récente des grandes crues de débâcle de la rivière aux Feuilles. Le présent travail a ainsi pour but de préciser la fréquence des crues d'importance reliées à une forte activité glacielle et d'étendre sur une plus longue période l'étude du comportement des ondes de crue de rivière en milieu hémis-arctique. L'acquisition

de telles données, permettant d'aller au-delà de celles enregistrées dans les stations hydrologiques du Nouveau-Québec, peut éventuellement améliorer la qualité des prédictions des crues catastrophiques.

## Méthodes

### DATATION DES CRUES GLACIELLES

De nombreux dommages mécaniques subis par les arbres et les arbustes se traduisent par la formation de cicatrices de forme et de dimension variables. Ces cicatrices correspondent aux parties mortes du tronc où l'écorce, le phloème secondaire et le cambium secondaire ont été enlevés à l'aide d'un ou de plusieurs agents érosifs. On note un arrêt de la croissance des cerneaux du bois à l'emplacement de la cicatrice, alors que les parties épargnées continuent de croître. Il est alors possible en tronçonnant la tige au niveau de la cicatrice de déterminer la date précise de l'événement érosif, en l'occurrence la date de la crue glacielle. Le forage du tronc à l'aide d'un carottier de Pressler ne fournit aucune information précise. La date de la crue de débâcle est déterminée en soustrayant à l'année de l'échantillonnage le nombre de cerneaux moins un ( $N - 1$ ) situés au-delà de la cicatrice glacielle, en s'assurant que le cerneau de l'année en cours d'échantillonnage est formé (fig. 1 et 2).

On a aussi utilisé le bois de compression pour dater les crues de débâcle ou pour vérifier les résultats obtenus à partir du comptage des cicatrices; cependant, le nombre d'échantillons possédant du bois de compression était faible. Le bois de compression se forme lorsque l'axe du tronc de l'arbre change de position par rapport à la verticale ou à un angle quelconque demeuré constant pendant une certaine période de temps. Le changement de position de l'arbre fait généralement suite à de fortes poussées tangentielles exercées par les glaces flottantes en mouvement. Ces techniques ont déjà été utilisées par Parker et Jozsa (1973) dans l'Ouest canadien. Par ailleurs, la technique de la dendrochronologie a été appliquée dans quelques études hydrologiques, afin de relier l'évolution des systèmes ripariens aux embâcles, aux inondations et à la sédimentation (Alestalo, 1971; Egginton, 1980; Everitt, 1968; Fritts, 1969; Haugen, 1970; Helley & LaMarche, 1968; Henoach, 1973; Parker & Jozsa, 1973; Phipps, 1970;

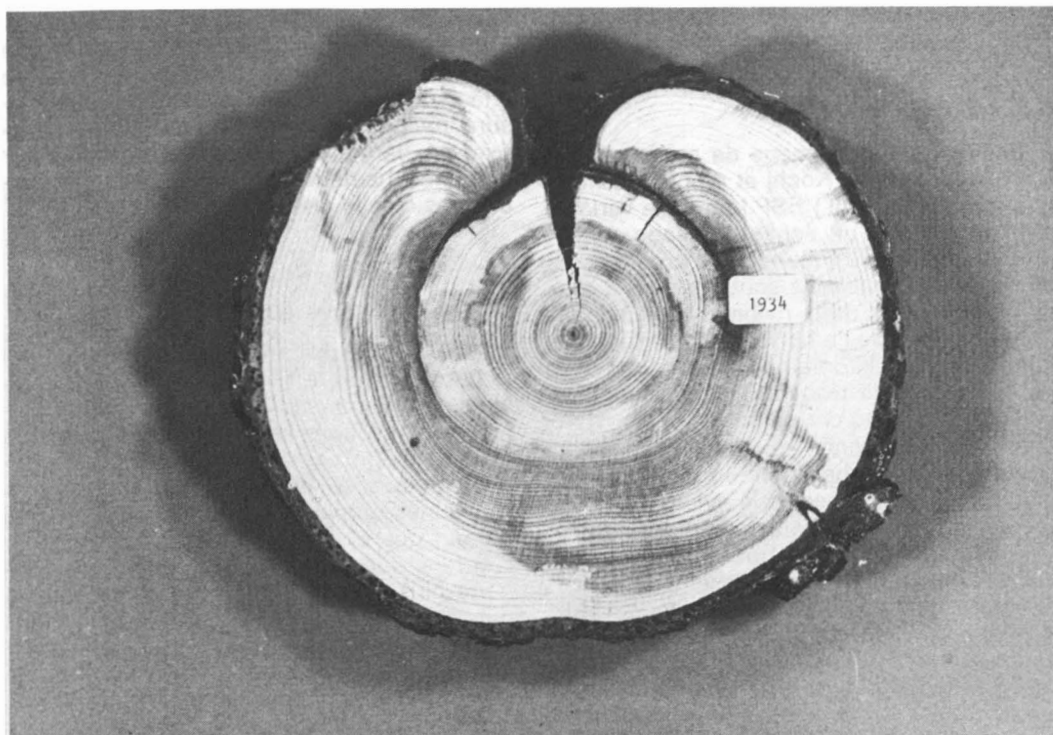


Figure 1. Cicatrice glacielle sur un mélèze formée en 1934.

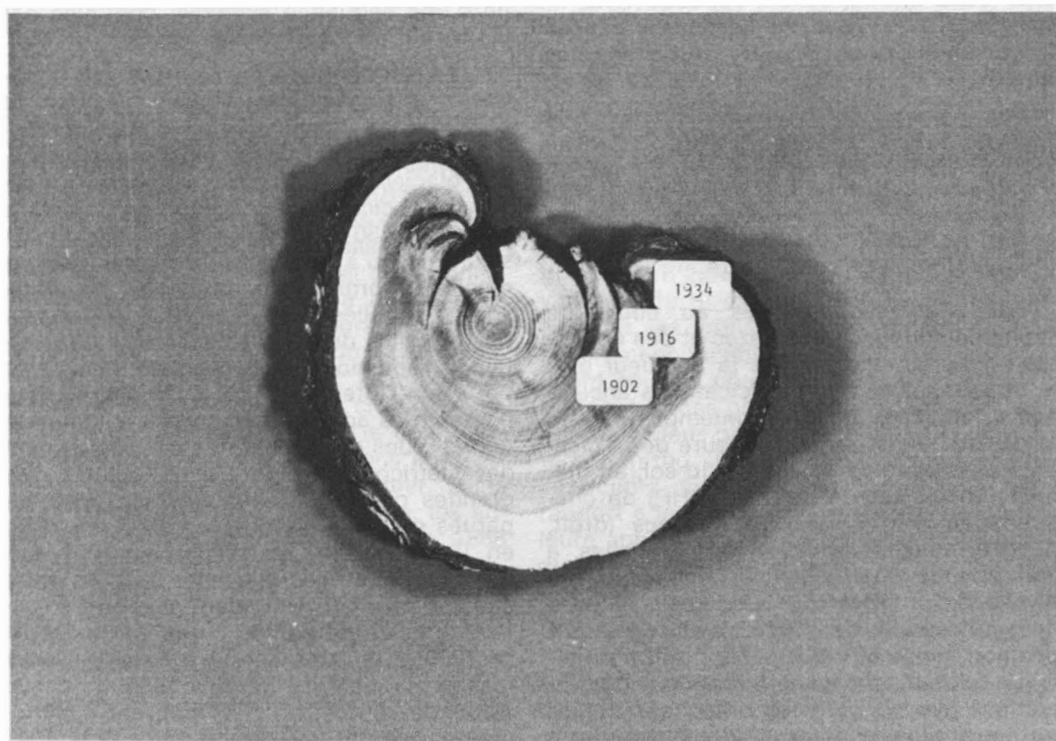


Figure 2. Mélèze portant trois cicatrices glacielles formées en 1902, 1916 et 1934.

Schulman, 1957; Sentor, 1937; Sigafos, 1964; Stockton, 1971; Zackrisson, 1978).

#### ÉCHANTILLONNAGE

Environ 150 spécimens de mélèze [*Larix laricina* (DuRoi) K. Koch] et d'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] de taille variable ont fait l'objet d'un échantillonnage en vue de déterminer la fréquence des crues de débâcle. Ces échantillons sont distribués à l'amont de rapides de la rivière aux Feuilles (à 150 kilomètres de l'embouchure) sur une distance de 3 à 4 kilomètres; il s'agit donc de l'étude d'un petit tronçon uniforme et à circulation calme du cours moyen de la rivière. On a échantillonné les arbres en tenant compte de leur répartition le long du lit majeur, depuis les berges de la rivière jusqu'à la section distale au contact des terrasses supérieures, apparemment non soumises aux crues exceptionnelles. La végétation de ces terrasses est aussi perturbée par les feux. Au contact du lit majeur et des terrasses, il est possible d'observer deux types de cicatrice sur les arbres, soit les cicatrices de feu et les cicatrices de glace. Bien que semblables parfois aux cicatrices de glace, les cicatrices de feu sont généralement orientées dans une direction opposée à la rivière; de plus, elles ne dépassent pas en moyenne quelques dizaines de centimètres de longueur à partir de la base du tronc. Les cicatrices glacielles atteignent souvent de 1 à 2 mètres de longueur, sans toujours se développer à partir de la base du tronc; elles présentent le plus souvent une forme linéaire ou en losange, alors que les cicatrices de feu épousent dans la plupart des cas une forme triangulaire.

Les observations prises au cours de l'échantillonnage des mélèzes et des épinettes noires se rapportent à la longueur et à la largeur (moyenne) des cicatrices anciennes et actuelles (soit le printemps 1979), à la hauteur de la partie inférieure de la cicatrice au-dessus de la surface du sol, au diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de chaque spécimen, à l'état des troncs (droit, penché, couché, cassé) et des branches, à leur altitude approximative par rapport au niveau de la rivière à l'époque de la prise des données (juillet 1979), ainsi qu'à leur position sur le lit majeur. Enfin, on a déterminé l'altitude du niveau supérieur des cicatrices glacielles et des branches cassées au cours du printemps 1979; cette mesure n'a cependant pu être ajustée à une cote al-

timérique de référence le long de la rivière. Elle a été prise le 9 juillet 1979, alors que les eaux de la rivière n'avaient pas encore atteint le niveau d'étiage estival. Cette mesure ne possède donc qu'une valeur relative, en permettant au moins de comparer certaines hauteurs de crues glacielles anciennes à celle de 1979.

#### Résultats

##### DATES DE CRUE GLACIELLE

Les formations arborescentes colonisant le lit majeur de la rivière et ses marges distales sont dominées par le mélèze. Elles forment des groupements ou des peuplements ouverts d'âge et de taille variables. Certaines sections du lit majeur sont composées de jeunes populations de mélèzes, où la plupart des individus ont la taille de gaulis; d'autres sections présentent des populations plus vieilles, auxquelles se mêlent un plus grand nombre d'épinettes noires. Les jeunes populations sont généralement regroupées sous forme de petits massifs, suggérant qu'elles sont apparues au cours d'une même période de colonisation. Leur localisation sur le lit majeur et leur physiologie semblent indiquer qu'elles font partie d'une séquence évolutive contrôlée par les perturbations glacielles (fig. 3).

L'échantillonnage de ces diverses populations arborescentes situées de part et d'autre de la rivière a permis d'établir la distribution de l'âge de l'ensemble des cicatrices glacielles (fig. 4). Les dates de formation des cicatrices couvrent un intervalle d'environ 130 ans, depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui. Les cicatrices glacielles formées au cours du 20<sup>e</sup> siècle sont particulièrement nombreuses par rapport à celles du 19<sup>e</sup> siècle. Malgré une certaine dispersion de l'ensemble des dates pour tout l'intervalle, on note un fort regroupement des âges correspondant aux années où les crues glacielles ont été probablement dévastatrices. Pendant le 20<sup>e</sup> siècle, les grandes crues glacielles semblent être apparues en 1902, en 1916, en 1927, en 1934, en 1945, en 1949, en 1965 et en 1979. Les quelques cicatrices glacielles formées entre ces périodes correspondent peut-être à l'activité érosive de petites crues, par exemple en 1909 et 1963, ou encore à celle de glaces locales; la cicatrice datée à 1935, ainsi que celles de 1950 et de 1964 peuvent appartenir aux groupes des cicatrices de 1934, 1949 et 1963 ou 1965, bien que le comptage des



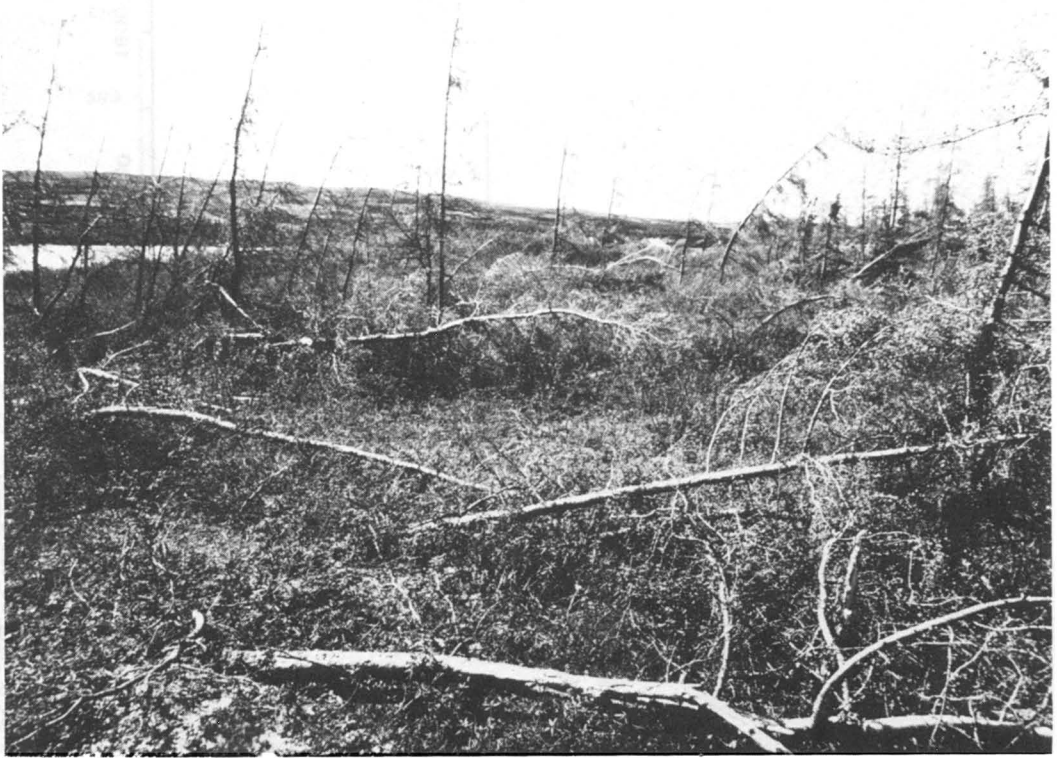


Figure 3. Population de mélèzes du lit majeur de la rivière aux Feuilles affectée par la crue de 1979. Arbres cassés et penchés.

cernes annuels ait été vérifié plusieurs fois. Le nombre de cicatrices glacielles formées au cours du 19<sup>e</sup> siècle est nettement inférieur à celui des cicatrices du 20<sup>e</sup> siècle en raison de l'ancienneté des crues qui s'y rapportent, de la mortalité naturelle des individus âgés de ces populations et de la longévité probablement plus faible des plantes ligneuses occupant les secteurs proximaux du lit majeur de la rivière. Un échantillonnage plus important devrait permettre la mise en évidence des grandes crues glacielles de cette période; de plus, le comptage des cernes annuels des spécimens âgés est particulièrement difficile à effectuer. Sous réserve d'une analyse plus poussée, les années ca. 1853, ca. 1864, ca. 1874 et ca. 1886 marquent l'avènement de grandes crues glacielles.

#### LES CRUES GLACIELLES DE 1979 ET DE 1934

De nombreux arbres portent les marques de plusieurs crues (fig. 2). Il devient possible alors de comparer l'importance relative

des crues en mesurant sur le même arbre les cicatrices glacielles qui s'y rapportent. Dans cette perspective, on a pu dénombrer un nombre élevé d'arbres ayant à la fois des cicatrices formées en 1979 et en 1934 (fig. 5). La longueur totale des cicatrices glacielles n'indique pas nécessairement la variation du niveau des eaux et des glaces. En effet, les arbres de petit diamètre, particulièrement flexibles chez le mélèze, penchent sous la poussée des glaces; ils sont parfois écorcés jusqu'à la cime et tendent à reprendre leur position initiale après la perturbation (fig. 3). La position sur le tronc de l'extrémité inférieure de la cicatrice par rapport à la surface du sol fournit une meilleure approximation de la hauteur moyenne du niveau de crue glacielle.

La longueur des cicatrices de 1979 est nettement plus grande que celle des cicatrices de 1934 (fig. 5). Les cicatrices de 1979 apparaissent en moyenne à 160 cm le long du tronc, à partir de la surface du sol, et s'étendent jusqu'à une hauteur moyenne de 260 cm; par ailleurs, les cicatrices de 1934



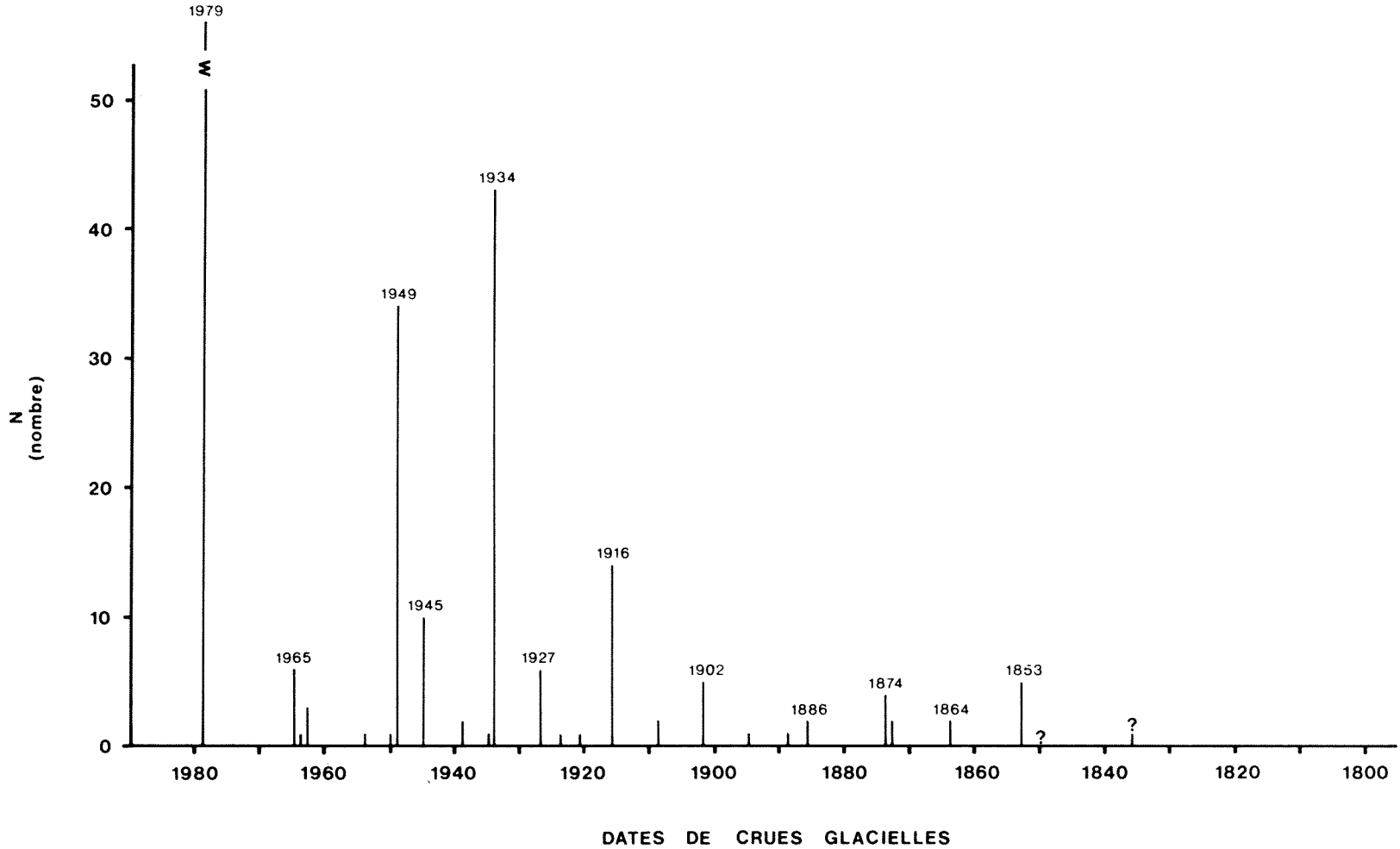


Figure 4. Distribution des dates de crues glacielles le long du cours moyen de la rivière aux Feuilles.

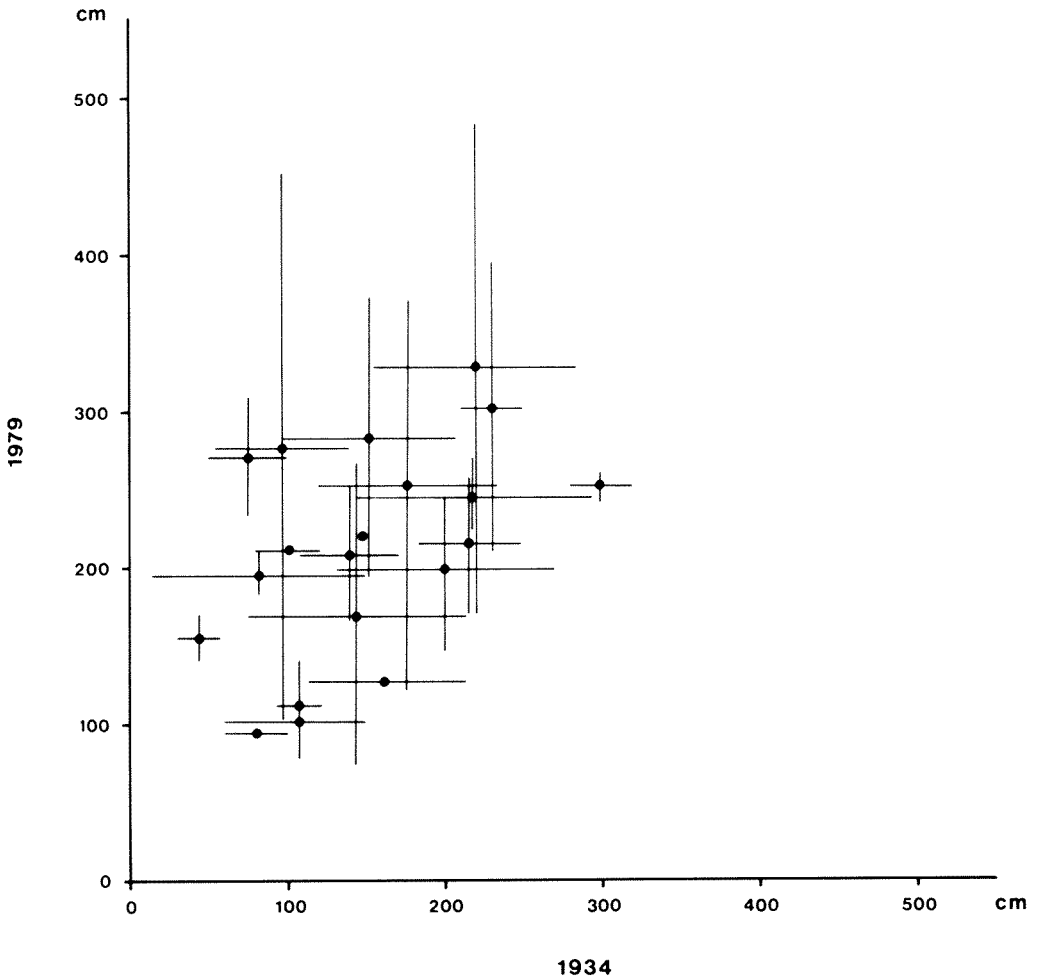


Figure 5. Longueur des cicatrices glacielles des mélèzes affectés par les crues de 1934 et de 1979. Le point représente la longueur moyenne des cicatrices.

partent d'une hauteur moyenne de 115 cm et mesurent elles aussi un mètre de longueur en moyenne. On remarquera que cette répartition des mesures de longueur de cicatrices ne permet pas de préciser laquelle des deux crues a été la plus haute. En ne considérant que la position de l'extrémité inférieure des cicatrices, on note que le niveau le plus élevé a été enregistré en 1934, soit 280 cm; en 1979, le niveau maximum a été de 240 cm. On peut conclure que la crue de 1934 a été sinon plus importante du moins égale à la crue de 1979. Sachant que la position des cicatrices sur l'axe du tronc varie en fonction de l'altitude respective de chaque arbre échantillonné par rapport à une cote de référence le long de la rivière.

on peut estimer que ces deux crues ont atteint une hauteur minimum oscillant entre 300 et 400 cm. Le niveau relatif de la crue de 1979, obtenu par la différence de hauteur entre l'altitude des cicatrices (section inférieure) et celle de la rivière le 9 juillet 1979, a fait l'objet de 5 mesures précises, soit 356, 354, 383, 346 et 375 cm; ces mesures permettent une meilleure estimation de la hauteur de crue. On peut ainsi supposer que le niveau de la crue glacielle de 1979 a probablement atteint une cote minimum de 400 cm par rapport au niveau d'étiage estival. Cette estimation s'applique également à la hauteur de crue de 1934, compte tenu de la similitude des mesures de cicatrices glacielles à celles de 1979.

## LES CRUES DE 1949, 1963, 1965 ET 1979 ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Les quatre dernières crues glacielles à survenir sur le lit majeur de la rivière aux Feuilles s'insèrent au sein de la période d'enregistrement des données météorologiques (1947-1979, Environnement Canada) de la région de Kuujuaq. Nous avons ainsi pu établir pour cette période les températures moyennes annuelles, la somme des degrés-jours de fonte (au-dessus de 0°C) d'avril, mai et juin de chaque année, de même que la précipitation nivale du mois d'octobre au mois de mai de chaque hiver (fig. 6). On a aussi regroupé sur la même figure le débit de l'Arnaud, de la rivière aux Feuilles, de la rivière aux Mélèzes et de la Caniapiscou (section de la chute au Granite), appartenant toutes au bassin de la baie d'Ungava. Le débit de chaque rivière se réfère à la somme des débits des mois d'avril, mai et juin pour l'ensemble de la période d'enregistrement des données hydrologiques (1963-1978, Environnement Canada). De 1948 à 1979, la température moyenne annuelle a été de  $-4,8^{\circ}\text{C}$ , alors que la moyenne des trois dernières décennies s'est située respectivement à  $-4,2^{\circ}\text{C}$  (décennie 1950), à  $-4,8^{\circ}\text{C}$  (décennie 1960) et à  $-5,6^{\circ}\text{C}$  (décennie 1970). L'année 1955 a été la plus chaude avec une température moyenne annuelle de  $-2,8^{\circ}\text{C}$  et 1972 la plus froide avec  $-8,2^{\circ}\text{C}$ . Ces données indiquent amplement le caractère instable du climat hémis-arctique. On note depuis une trentaine d'années une tendance marquée vers le refroidissement. Les crues de 1949, 1963, 1965 et 1979 sont apparues au cours d'années où la température moyenne annuelle était nettement inférieure à la moyenne; l'année précédant chaque crue a été particulièrement froide, notamment en 1948 avec  $-5,1^{\circ}\text{C}$ , 1964 avec  $-6,0^{\circ}\text{C}$  et 1978 avec  $-7,0^{\circ}\text{C}$ .

Le nombre de degrés-jours de fonte suit la tendance exprimée par la température moyenne annuelle. Pour l'ensemble de la période 1947-1979, on compte une moyenne de 534 degrés-jours au-dessus de 0°C. Les crues de 1949 et de 1979 sont survenues au cours de printemps doux: 558 degrés-jours en 1949 et 644 degrés-jours en 1979. Il est plus que probable que la fonte printanière ait été très rapide pendant ces deux années. En 1965, la chaleur disponible était moins grande, soit 506 degrés-jours. Ce n'est qu'au printemps 1979 (avril-mai-juin) que l'on a observé une hauteur de

pluie relativement importante (environ 110 cm), coïncidant avec un temps doux.

La précipitation de neige varie grandement d'un hiver à l'autre et la variation ne semble pas toujours synchronisée avec celle de la température moyenne annuelle, notamment au cours de la décennie 1950. La moyenne de la précipitation nivale s'établit autour de 225 cm pendant la période 1948-1979. L'hiver 1949 a été peu neigeux, totalisant environ 170 cm; par contre, les années de crue de 1963, 1965 et 1979 sont caractérisées par une forte précipitation nivale, nettement au-dessus de la moyenne, soit plus de 300 cm. Pendant la décennie la plus chaude, celle des années 50, la moyenne de la précipitation nivale s'est située à environ 200 cm; au cours de la décennie la plus froide, celle des années 70, la précipitation de neige a enregistré une moyenne de 235 cm; la moyenne la plus élevée, soit 260 cm, a été notée au cours de la décennie 1960.

Le débit d'avril à juin de 1963 à 1978 varie d'une rivière à l'autre et d'une année à l'autre. Les débits de l'Arnaud et de la rivière aux Feuilles montrent cependant une certaine similitude et paraissent se comporter de la même manière. Ces deux rivières drainent des territoires dominés par une végétation de toundra (Payette, 1976); la rivière aux Feuilles est bordée de petits massifs forestiers, mais l'ensemble des milieux écologiques se caractérise par une végétation ouverte. Le couvert forestier occupe une plus grande surface dans les territoires traversés par la rivière aux Mélèzes et la Caniapiscou; leur régime hydrologique printanier accuse de plus grandes fluctuations d'une année à l'autre. Bien que les tendances des débits permettent de caractériser l'Arnaud et la rivière aux Feuilles comme des axes fluviaux de milieu ouvert et la rivière aux Mélèzes et la Caniapiscou comme des axes fluviaux de milieu forestier, on remarque que toutes les rivières sont affectées par une variation générale de leur débit relativement synchronisée au cours de la période 1963-1978. L'importance et le synchronisme des débits des quatre rivières semblent étroitement associés à la quantité de neige tombée chaque année (fig. 6). La tendance de ces courbes de débit suit aussi dans une certaine mesure celle de la température moyenne annuelle, mais pas toujours celle du nombre de degrés-jours de fonte. On note que les faibles ou les moyens débits peuvent survenir au cours d'une an-

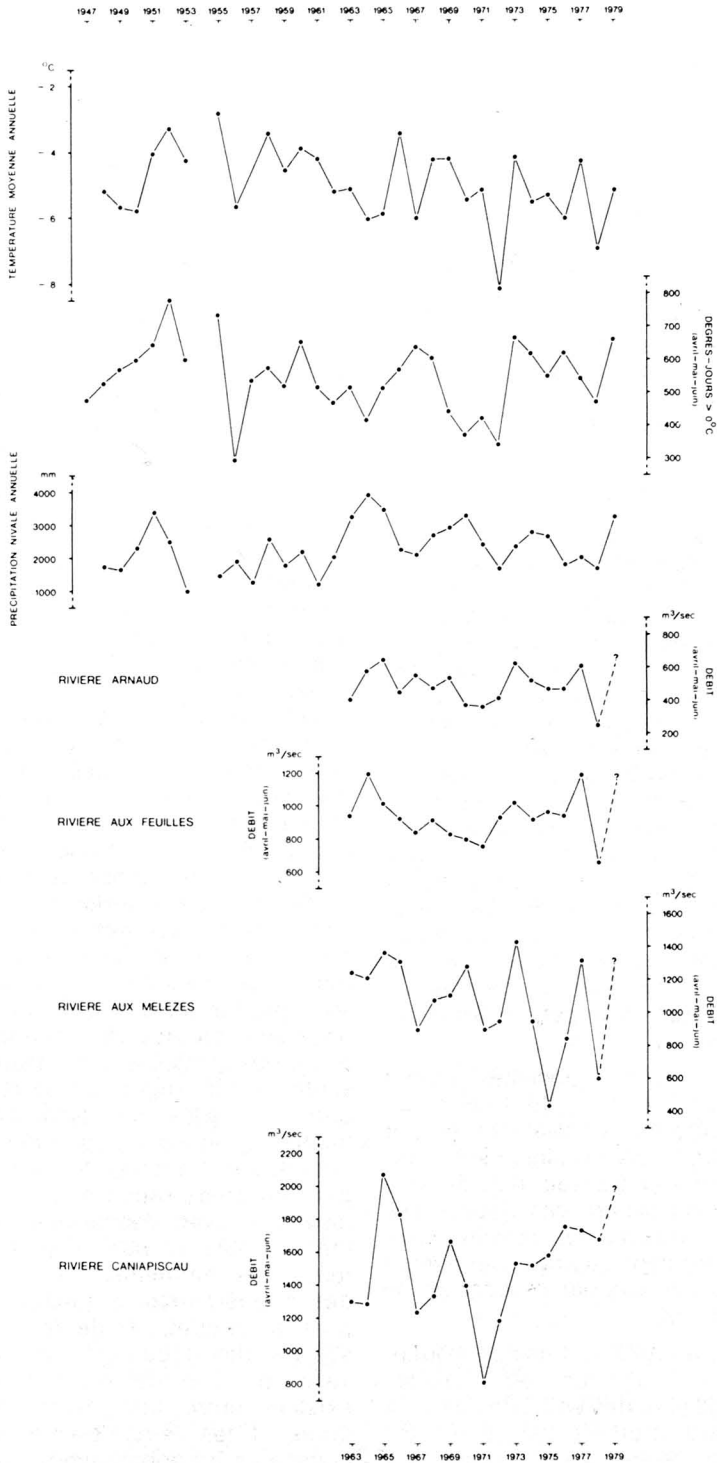


Figure 6. Données climatiques de la station Kuujuaq (1947-1979) et débits printaniers (1963-1978) de quelques rivières du bassin de la baie d'Ungava.

née moyenne d'enneigement et d'un printemps doux ou hâtif: cas de 1966 à 1969. Un hiver neigeux et un printemps moyen favorisent des débits relativement importants: cas de la crue de 1965, bien que la rivière aux Feuilles n'ait pas enregistré un fort débit (du moins à la station hydrologique) pendant cette période. Au cours d'un hiver neigeux et d'un printemps doux ou hâtif, le débit est très fort: cas de la crue de 1979; malgré l'absence de données pour l'année 1979, on présume que le débit des quatre rivières a été exceptionnellement élevé (ex.: inondation du village de Kuujuaq, alimentée par les eaux de la Caniapiscou et de la rivière aux Mélèzes; inondation observée le long de la rivière aux Feuilles).

### Discussion

L'analyse dendrochronologique des populations arborescentes du lit majeur du cours moyen de la rivière aux Feuilles met en évidence les années de crue glacielle d'importance depuis le 19<sup>e</sup> siècle (fig. 4). Sous réserve d'un échantillonnage plus poussé dans l'avenir, les données suggèrent l'existence de 8 grandes crues depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle et de 4 autres crues entre 1850 et 1900. Bien qu'il soit difficile de préciser l'importance de certaines crues, la fréquence d'apparition des grandes crues glacielles indique une certaine récurrence du phénomène, soit une crue tous les 11 ans en moyenne au cours du 19<sup>e</sup> siècle (sous réserve; trop faible échantillonnage) et tous les 10 ans en moyenne au cours du 20<sup>e</sup> siècle; de plus, on note une certaine alternance de grandes et de petites crues entre 1902 et 1979.

L'étude des cicatrices glacielles permet de souligner que les crues de 1934 et de 1979 furent d'ampleur équivalente et ont exercé une action érosive similaire sur la végétation riparienne et les sols (fig. 5). Une période de 45 ans sépare ces deux crues catastrophiques; d'après les mesures disponibles, elles auraient atteint un minimum de 4 mètres de hauteur par rapport au niveau d'étiage estival.

Parker et Jozsa (1973) ont mis en évidence, à l'aide d'environ 35 spécimens d'arbres, des crues glacielles et des embâcles dans la région de la Liard et du Mackenzie (T.N.O.) au cours du 20<sup>e</sup> siècle. Ils ont signalé une embâcle (*ice jamming*) en 1909, une crue glacielle majeure en 1934 et en 1963 et d'autres phénomènes glaciels non identifiés

en 1926, en 1957 et en 1964. Malgré la grande distance séparant la rivière aux Feuilles et la région étudiée par Parker et Jozsa (1973), on note un certain synchronisme entre les dates des événements glaciels de ces deux régions. On sait que la grande crue de 1979 au Nouveau-Québec a eu son équivalent la même année au Manitoba et dans certaines parties des Territoires du Nord-Ouest; Dionne (comm. pers.) a observé au cours de la même année les effets d'une grande crue le long du Churchill, en amont du lac Gull. Celle de 1934 semble avoir eu la même importance dans plusieurs parties du Canada. Les grandes crues glacielles de 1934 et de 1979 à la rivière aux Feuilles paraissent être la réponse à des conditions climatiques retrouvées dans l'ensemble du territoire canadien.

En tenant compte des données climatiques et hydrologiques disponibles (fig. 6), l'importance des crues semble reliée à des hivers neigeux et à des printemps hâtifs, peu ou pas associés à des pluies abondantes (cas de 1979); les crues de moyenne importance peuvent être associées à des hivers neigeux et à des printemps plus ou moins tardifs. Par ailleurs, il est probable que l'ampleur des crues soit influencée par les basses températures des mois et même de l'année précédant la débâcle glacielle (fig. 6). Ainsi, la présence de pergélisol et surtout la faible épaisseur de la couche dégélée des sols favorisent plutôt un écoulement de surface des eaux de fonte; ajoutées à la faible couverture forestière (la fonte étant plus lente en forêt) et même à son absence dans plusieurs cas, ces conditions sont propices à la formation de grandes crues glacielles. Les résultats de la présente étude suggèrent que les grandes crues glacielles pourraient avoir une plus haute fréquence d'apparition au cours de périodes climatiques froides, caractérisées par une précipitation nivale supérieure à la moyenne, avec des printemps moyens ou même hâtifs et parfois pluvieux dont les tendances thermiques ne suivent pas celles des températures annuelles. Il faut souligner, à cet effet, l'étude de Grove (1972) basée sur des documents d'archives de Norvège, où l'on démontre l'étroite relation existant entre une haute fréquence des crues et les refroidissements climatiques, comme ce fut apparemment le cas au cours du Petit Âge glaciaire (*Little Ice Age*); cette situation aurait été créée notamment par une augmentation sensible des chutes de

neige. Moodie et Catchpole (1976) ont de leur côté analysé en détail les documents d'archives de la Compagnie de la baie d'Hudson, afin de déterminer les dates d'engel et de dégel des estuaires de l'Albany et de la Moose (versant occidental de la baie de James) entre 1714 et 1871. Ces auteurs ont pu mettre en évidence un fort synchronisme des dates de dégel entre ces deux rivières, suggérant un contrôle climatique régional. Les dates de dégel n'ont pu être confrontées avec des périodes de crue, mais il est remarquable de noter la récurrence régulière des périodes de dégel hâtif et de dégel tardif. L'analyse sommaire de quelques documents d'archives de la Compagnie de la baie d'Hudson relatifs au poste de Kuujuaq (Fort-Chimo) de 1830 à 1843 et de 1866 à 1869 n'a livré que la date du dégel saisonnier de l'estuaire. Une étude historique complète permettrait peut-être d'établir une comparaison entre les dates de crue glacielles et les dates de dégel.

Finalement, l'utilisation de l'analyse dendrochronologique dans l'étude de systèmes hydrologiques comme les rivières s'avère nécessaire dans la mesure où les données historiques permettent de retracer la fréquence et l'amplitude des ondes de crue anciennes dans les régions habitées et dans les bassins-versants aménagés pour la production hydro-électrique. Dans une perspective plus théorique reliée à l'étude des écosystèmes fluviaux, une telle analyse peut permettre une meilleure connaissance du fonctionnement et du dynamisme des communautés et des populations végétales qui les caractérisent.

### Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce à la participation de François Gariépy, Réjean Julien, Michèle Laithier et Roxane Lajeunesse. Andrée Héroux a confectionné les figures. Les données sur le débit des rivières du Nouveau-Québec ont été gracieusement fournies par l'Hydro-Québec. Jean Claude Dionne nous a aimablement fourni quelques informations pertinentes.

### Références

- ALESTALO, J. 1971. Dendrochronological interpretation of geomorphic process. — *Fennia*, no. 105, 140 p.
- DIONNE, J. C., 1978. Le glacier en Jamésie et en Hudsonie, Québec subarctique. — *Géogr. phys. Quat.*, 32: 3-68.
- EGGINTON, P. A., 1980. Determining river ice frequency from the tree record. — *Curr. Res., Part A, Geol. Surv. Can., Paper 80-1A*, p. 265-270.
- EVERITT, L., 1968. Use of the cottonwood in an investigation of the recent history of flood plain. — *Am. J. Sci.*, 266: 417-439.
- FRITTS, H. C., 1969. Tree-ring analysis: a tool for water resources research. — *Trans. Am. geophys. Un.*, 50: 22-29.
- GROVE, J. M., 1972. The incidence of landslides, avalanches, and floods in western Norway during the Little Ice Age. — *Arct. Alp. Res.*, 4: 131-138.
- HAUGEN, R. K., 1970. A bioclimatic assessment of stream runoff, flood occurrence, and slope instability of interior Alaska. — *Wat. Resour. Res. Cat.*, Washington, D.C., 395 p.
- HELLEY, Y. & C. LA MARCHE, Jr., 1968. December 1964, a 400-year flood in northern California. — *U.S. G.S., Prof. Pap.*, no. 600D: D34-D37.
- HENOCH, W. E. S., 1973. Height, frequency of floods, ice jamming and tree-ring studies. — Pages 153-190 in *Hydrologic aspects of northern pipeline development. Inf. Canada, Cat. no. R 27-172*.
- MOODIE, D. W. & A. J. W. CATCHPOLE, 1976. Valid climatological data from historical sources by content analysis. — *Science*, 193: 51-53.
- PARKER, M. L. & L. A. JOZSA, 1973. Dendrochronological investigations along the Mackenzie, Liard and South Nahanni rivers, N.W.T. Part 1: Using tree damage to date landslides, ice jamming and flooding. — Pages 313-464 in *Hydrologic aspects of Northern Pipeline Development. Inf. Canada, Cat. no. R 27-172*.
- PAYETTE, S., 1976. Les limites écologiques de la zone hémis-arctique entre la mer d'Hudson et la baie d'Ungava, Nouveau-Québec. — *Cah. Géogr. Qué.*, 20: 347-364.
- PHIPPS, L., 1970. The potential use of tree rings in hydrologic investigations in eastern North America with some botanical considerations. — *Wat. Resour. Res.*, 6: 1634-1640.
- SCHULMAN, E., 1957. Tree-ring indices of rainfall, temperature and riverflow. — Pages 1024-1029 in J. E. Malone (ed.), *Compendium of Meteorology*.
- SENTOR, D., 1937. The application of tree ring analysis to deposition problems in Chicago Canyon, New Mexico. — *Tree Ring Bull.*, 3: 19-20.
- SIGAFOOS, S., 1964. Vegetation and hydrologic phenomena. Botanical evidence of flood plains deposition. — *U.S.G.S., Prof. Pap. no. 485A*, 36 P.
- STOCKTON, C. W., 1971. The feasibility of augmenting hydrologic records using tree-ring data. — Ph.D. Dissertation, Univ. Arizona, Tucson, Arizona.
- ZACKRISSON, O., 1978. Skogsvegetationen vid stranden av Storvindelm under 200 ar. — *Svensk bot. Tidskr.*, 72: 205-226.



## SHALLOW-WATER LITHOFACIES AND TRILOBITE BIOFACIES OF THE MINGAN FORMATION (ORDOVICIAN), EASTERN QUÉBEC

Frederick C. SHAW

Department of Geology and Geography, Lehman College (C.U.N.Y.),  
Bronx, New York 10468, USA

### Résumé

Aux îles Mingan dans l'est du Québec affluent, sur une étendue de 350 km<sup>2</sup> dans des falaises rongées par la mer, des calcaires supra-médio, et infra-littoraux de l'Ordovicien moyen. La partie visible de cette formation de Mingan est épaisse de 50 mètres. Elle contient une discordance angulaire bien marquée qui représente une lacune chrono-stratigraphique de courte durée d'après les observations paléontologiques.

Les lithofaciés présents sont semblables à ceux du groupe de Chazy dans l'État de New York, et à ceux de plusieurs autres unités stratigraphiques de l'Amérique du Nord, ce qui facilite les reconstitutions paléogéographiques. Trois des lithofaciés des îles Mingan contiennent des faunes-jalons de trilobites. Ce sont: 1°) un ensemble de calcaires dolomitiques laminés, d'origine intertidale ou supratidale, contenant en abondance une espèce du genre *Bathyurus* et de nombreux ostracodes; 2°) des biosparites en lits minces, probablement subtidales, riches en débris d'une faune diversifiée de bryozoaires, trilobites et brachiopodes; 3°) des biomicrites sombres et tachetées, accumulées en milieux infratidaux profonds, dans des lagunes fermées, et contenant une diversité plus faible de trilobites avec beaucoup d'individus en articulation.

Les biofaciés à trilobites de Mingan sont ici définis, reliés aux lithofaciés ainsi qu'aux milieux postulés de déposition, et comparés aux faunes de même âge retrouvées dans le groupe de Chazy (État de New York), dans la formation de Cobbs Arm (interprétée comme faisant partie d'un arc volcanique) à Terre-Neuve, et dans la formation d'Esbataottine des Territoires du Nord-Ouest. Les agencements séquentiels mis en lumière dans des publications récentes pour la distribution des biofaciés côtiers se retrouvent dans les quatre formations mais avec certaines anomalies. Les raphiophoridées sont communes dans le groupe de Chazy mais pratiquement absentes dans les formations de Mingan, Cobbs Arm, et Esbataottine. Les robergiodidées sont présentes dans la formation de Mingan mais absentes dans les unités Chazy, Cobbs Arm et Esbataottine. Ces disparités peuvent s'expliquer par des effets thermobathymétriques, des variations non reflétées par les lithofaciés dans les autécologies des trilobites, et par le balayage inégal par des courants équatoriaux, d'une côte ordovicienne échantrée.

### Abstract

The Mingan Islands (eastern Québec) expose 350 km<sup>2</sup> of shallow-water Medial Ordovician sediments in impressive seacliff outcrops. Supra-, inter- and shallow subtidal carbonates form the bulk of the transgressive Mingan Formation. A marked angular unconformity (ravinement) is present within the exposed 50 meters of the Mingan Formation. Paleontologic evidence indicates that this stratigraphic break was very short.

The lithofacies present are similar to those of the Chazy Group, New York, and various units described from elsewhere in North America and allow construction of local paleogeography. Three of these lithofacies yield substantial and distinctive trilobite faunas: 1) Partially laminated dolomitic limestones of probable intertidal to supratidal origin, dominated by one species of *Bathyurus* and numerous ostracodes. 2) Thinly-bedded biosparites of probable subtidal origin containing the debris of a high diversity bryozoan-trilobite-brachiopod fauna. 3) Dark, mottled biomicrites with lower trilobite diversity and many articulated individuals. These rocks are assigned a relatively deep subtidal origin within enclosed lagoons.



Mingan trilobite biofacies are defined, correlated to lithofacies and postulated environments, and compared to coeval faunas from the Chazy Group of New York, the Cobbs Arm Formation of Newfoundland (interpreted as part of a volcanic arc) and the Esbataottine Formation of the Northwest Territories. The sequence of shoreline-parallel biofacies patterns advocated in recent papers may be present in all four formations, but anomalies exist: Raphiophorids are common in the Chazy but virtually absent in the Mingan, Cobbs Arm and Esbataottine units. Robergioidids are present in the Mingan but not in the Chazy, Cobbs Arm and Esbataottine units. Depth-temperature control, varied trilobite autecologies not reflected in the lithofacies, and the sweep of equatorial currents along an irregular Ordovician coastline may explain these distributional paradoxes.

### Introduction

The Mingan Islands and the adjacent shore of the Gulf of St. Lawrence preserve a thin (150 metre) sequence of shallow water Early and Medial Ordovician sediments (Fig. 1). Twenhofel (1938) summarized earlier work and included numerous stratigraphic sections and paleontological descriptions. Longley and Waddington (1950) published a geological map and brief lithologic descriptions. The sequence unconformably overlies the Precambrian and has been divided into, in ascending order, the dolomitic Romaine Formation and the non-dolomitic Mingan Formation.

Work to date shows that not only is the trilobite fauna substantially richer than that described by Twenhofel, but that a puzzling angular unconformity exists within the Mingan Formation. In addition, numerous recent papers, particularly those by Ziegler *et al.* (1974), Chatterton and Ludvigsen (1976), and Walker and Laporte (1970) have shed new light on the paleoecology of similar shallow water carbonate sequences.

Field work was done in 1966, 1971 and 1972, and this paper discusses the interrelationships of structure, stratigraphy, paleoecology and trilobite biofacies in the

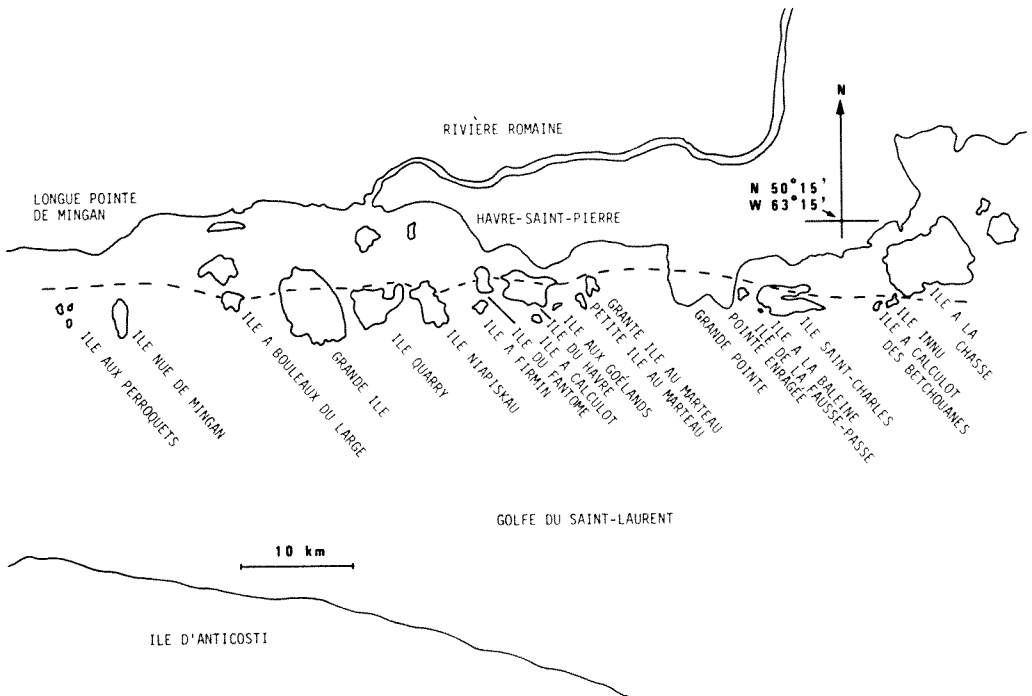


Figure 1. Index map of Mingan Island Region, eastern Québec, Canada. Locality names as used in this paper, furnished by the Québec *Commission de Toponymie*. Numerous English and French variations exist (see for example, Twenhofel, 1938, Longley & Waddington, 1950, and English Edition 1/50,000 Canada Dept. of Mines and Technical Survey quadrangles, pub. 1950-1965). Dotted line: Mingan Formation to south, Romaine Formation and Precambrian to north.

Mingan Formation. The systematic descriptions will be published separately.

### Regional structure, unconformities, and time structure

#### STRUCTURE

Outcrops are largely in sea cliffs and eroded benches on both the islands and Grande Pointe. Dips are horizontal to gently south, in most cases, and many outcrops form either dip or strike sections. Numerous intersecting folds with wave lengths of 3-4 m and amplitudes of 0.5 m exist in the upper Romaine Formation on Ile Innu and may mirror deeper seated karst features in the Romaine. Enos (1980) described similar karstic disconformities in present day Florida Bay. The folds lent modest relief to the ocean floor as the transgressing Mingan Sea arrived. East-West oriented folds of similar size and probably the same origin are on western Ile Quarry at the base of the overlying Mingan Formation.

#### UNCONFORMITIES IN THE MINGAN ISLAND CARBONATE SECTIONS

Non-deposition and/or erosion removes sedimentary evidence of the passage of time from stratigraphic sections. In Mingan sections, unconformities may become disconformities within a single outcrop. As classically defined, these terms are of little applicability here. Therefore, only the term 'unconformity' is used. Quite clearly, various events and lengths of time may be represented by such, surfaces as shown below.

#### *Romaine-Mingan unconformity*

Widely exposed in the Mingan area, this unconformity is reported by Twenhofel (1938) to be angular. Most outcrops, in fact, do not show any angularity, and the supposed angularity on the west side of Grande Ile (Twenhofel, 1938) is probably within the lower Mingan Formation. Where the Romaine has little quartz sand and is a saccharoidal, secondary dolomite it is clearly distinguishable from the Mingan Formation. However, where the Romaine is a laminated shaly dolomite, only the quartz sand of the basal Mingan serves to distinguish the two units lithically.

The time missing between the Romaine and Mingan Formations is uncertain. The

Romaine itself is 'Canadian' in age and the Mingan yields Chazy age conodonts (Nowlan, 1980). Most low Mingan Formation localities, such as N-1 on northern Ile Niapiskau, show both *Rostricellula* and *Pliomerops*, typical Chazy Group genera not known from the Whiterock Stage. Thus, like many other Appalachian sections of shallow water origin, (Shaw & Fortey, 1977; Bergström, 1976; Harris *et al.*, 1979) the Mingan Island sequence lacks obvious Whiterock megafossils. However, current conodont interpretations dictate that the upper Whiterock and Lower Chazy Stages are partly equivalent (Harris *et al.*, 1979). Conodont data also indicate that part of the eastern American 'Canadian' is of Whiterock age. Finally, Nowlan (pers. comm., 1980) also notes that some Whiterock conodonts have been recovered from poorly exposed beds transitional between the Romaine and Mingan units. Any time break at the Mingan-Romaine unconformity is not, therefore, large.

#### *Unconformity within the Mingan Formation*

On the west side of Ile du Havre, both east and west sides of Ile du Fantôme and on Ile Niapiskau, Ile Quarry and Grande Pointe, there is marked angular unconformity within what both Twenhofel and the present writer classify as the Mingan Formation. On Ile du Fantôme and Ile du Havre this surface, dipping southward across horizontal beds at 7 degrees, is clearly visible over a distance of a kilometre (Fig. 3). On the west side of Ile du Fantôme and on Ile Niapiskau, about 2 metres of relief is present on this surface together with local slump blocks and scoured channels (Fig. 2) Several more local but similar unconformities are also present in the same areas.

Fossil evidence to date, however, shows that no clear specific or generic age differences exist between collections from above and below the largest and most obvious unconformity (compare localities N-1 to N-3 or Qu-5, Fig. 4). *Erobergia*, although it appears only above the unconformity, is known from the older lower Table Head Formation in Newfoundland (Whittington, 1965). Nowlan (pers. comm., 1980) also finds little change in conodont faunas across this unconformity. Thus the most obvious unconformity in the Mingan Islands carbonate sequence is within a single formation and represents very little time loss. This unconformity is very like the *ravinements* described by Swift, (1968). (See also Anderson *in*



Figure 2. Unconformity interpreted as ravinement, SW corner of Ile du Fantôme. Thinly bedded shales of lithofacies II downcut and overlain by chaotic, non-bedded unit composed of limestones of lithofacies III and IV. Oar is 1-5 m long.

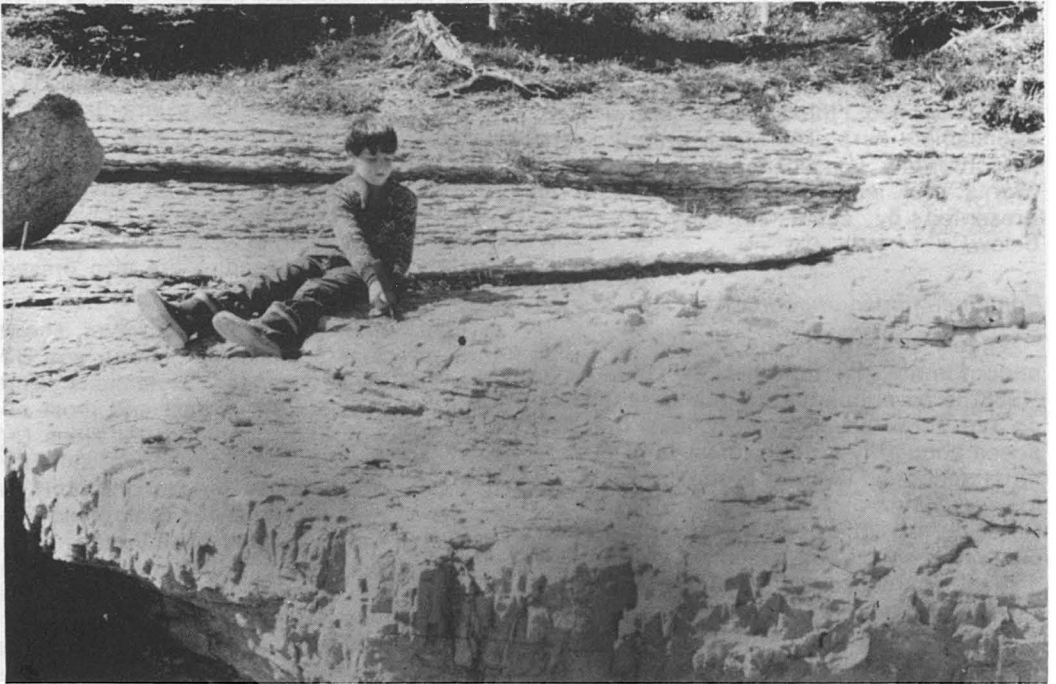


Figure 3. Unconformity interpreted as ravinement, SE side of Ile du Fantôme. Underlying unit of massively bedded lithofacies V overlain (at seated figure) by post-ravinement lithofacies IV. Dip of lower unit horizontal, upper unit dip 7°S.

Ziegler *et al.*, 1974, Anderson *et al.*, 1978). Ravinelements are postulated to result from relatively rapid transgressions in the absence of abundant sediment and often form the base of a PAC (punctuated aggradational cycle) sequence (Anderson *et al.*, 1978). The Mingan sequence above the major ravinelement does, in most localities, grade upwards into micrites with birdseye textures and low diversity faunas, and is thus interpreted here as a PAC unit.

### Stratigraphy, sedimentology and paleoecology of the Mingan carbonate sequence

The largely dolomitic Romaine Formation was not studied in detail. The unit is a combination of secondary saccaroidally textured tan dolomite, thin cyclical shale beds, and well-bedded laminated dolomites. Fossils are scarce although some cephalopods, a trilobite, a brachiopod, numerous poorly preserved algal heads and conodonts are known (Twenhofel, 1938; Nowlan, 1980). The scarcity of fossils and the abundance of laminated and saccaroidal fenestral dolomite argue for intertidal or supratidal deposition (Wilson, 1975, facies belt 8).

Five lithologies can be identified in the overlying Mingan Formation. These are numbered I-V here and on Fig. 5 and table 1:

I. The Mingan Formation begins with a cross-bedded quartz sandstone 20-100 cm thick, except in the Grande Pointe and western Grande Ile areas (Fig. 6). Green shale clasts are common, and in some localities, such as Shoal Cove on Ile St. Charles, shalier versions of the sandstone are mud-cracked. Grain size ranges up to 5 mm or more in some localities. Source material for this sand was from within the Romaine Formation or possibly from the underlying Precambrian.

II. In most localities, green shale up to 3 m thick follows and in some cases is interbedded with the basal sands. The shales are finely laminated and unfossiliferous. Similar shales are common in parts of the Simpson Group in Oklahoma where Dapples (1955) characterized them as 'lagoonal'. Anderson (*in* Ziegler *et al.*, 1974) also discussed lagoonal muds, noting that they usually display dessication features and highly reduced faunas. The Mingan shales yield few fossils or dessication features. Thus the exact environment of this unit is not

certain, but its close relationship with the basal sand and the lack of fossils argue for very near shore shallow water deposition. The upper parts of the shale are marked by 10 cm thick beds of *Rostricellula orientalis*, an early rhynchonellid not recorded outside of the Mingan Islands. In some areas, as on the west side of Ile du Havre, one or more beds of high-spined gastropods occur a metre or so above the brachiopod bed. This very low diversity adds further argument for a shallow water environment, possibly of varying salinity. Wilson (1975) also described such associations from platform areas with restricted circulation (Belt 8).

IIa. A distinctive sub-facies is seen on Ile Innu and Ile Quarry, where gray finely laminated micrites 5-10 cm thick show birdseye structures. The fauna consists of abundant ostracodes and a single species of bathyurid trilobite.

III. On Ile Niapiskau, Ile Quarry, Ile du Fantôme and Ile du Havre, the brachiopod beds are followed by one to three metres of biosparite. Disarticulated fossils are many and varied, including bryozoans, brachiopods, trilobites, echinoderms and occasional sponges (Finks, 1980 and pers. comm.). In section, the sands are in beds seldom more than 3 cm thick and show lumps and discontinuities resulting from burrowing. Following Anderson and Pazdersky (*in* Ziegler *et al.*, 1974) these deposits are interpreted as belonging to an off-shore bar complex. The biosparites most closely resemble transgressive skeletal sand Type A (bioturbite skeletal sand near wave base open shelf) of their classification.

IV. Approximately a metre of nodular and unevenly bedded, light gray weathering, dark micrite overlies the biosparite in several localities. This unit is lithologically similar to the Chazy Group in New York, the lower Lenoir in Tennessee and the Antelope Valley in Nevada. Faunal diversity is substantially below that of lithology III, and most of the trilobites present are enrolled complete articulated individuals rather than moults. This contrasts with, for instance, the high diversity Ordovician and Devonian subtidal communities described by Walker and Laporte (1970). Possibly, the Mingan micrites accumulated in areas of more restricted circulation.

IVa. This subfacies (Grande Pointe and Ile de la Fausse Passe) is rare and consists of small (1-2 m<sup>3</sup>) bryozoan-coral bioherms.

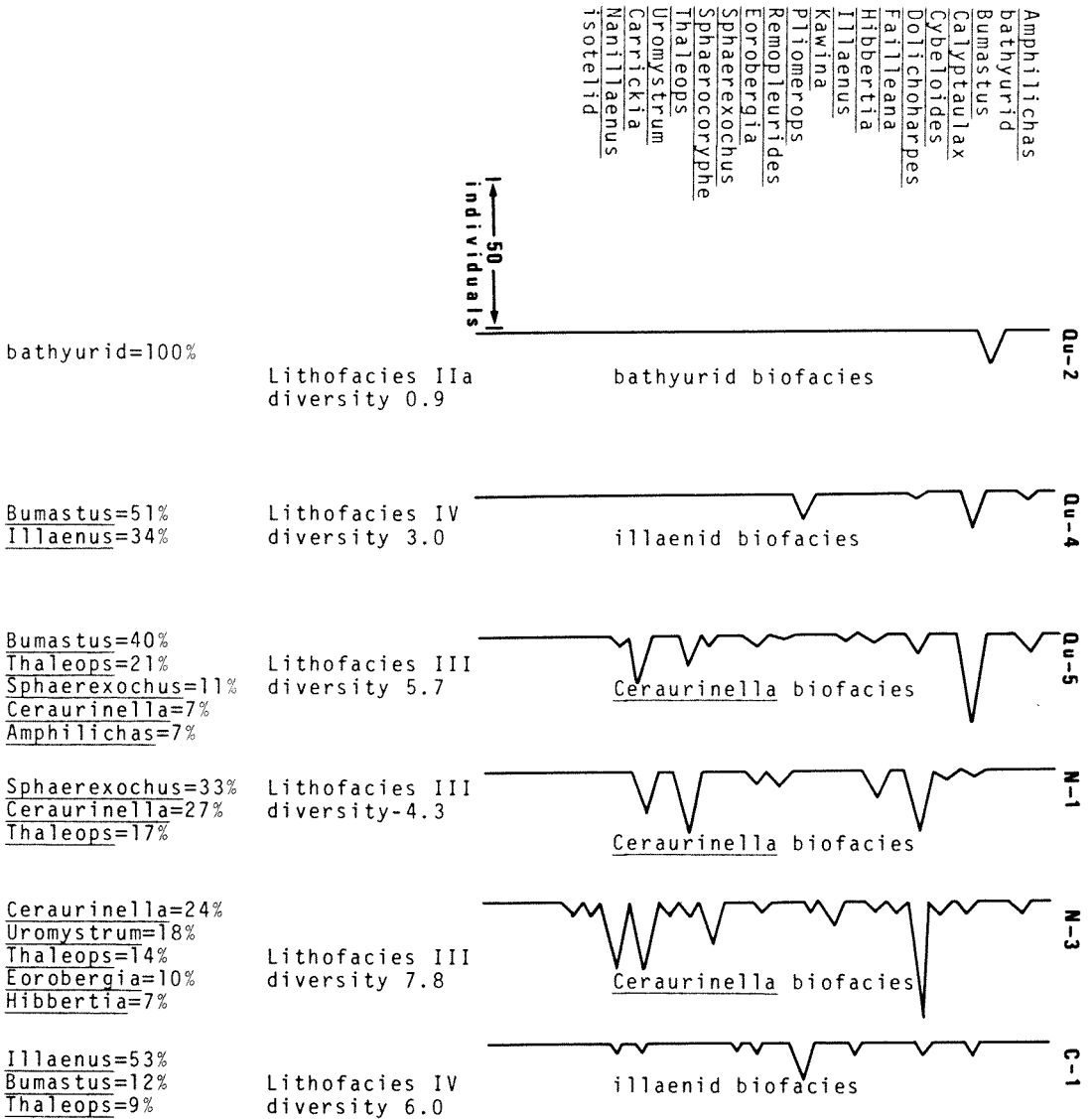


Figure 4. Tallies of trilobite exoskeletal parts for selected localities (listed in appendix) of the Mingan Formation. Excluding illaenids, only one species is judged present for each genus listed. Dominant genera tallied on most frequently occurring part. Diversity index (D.I.) = number of species/ log number of individuals.

These are reminiscent, except for the absence of stromatoporoids, of bioherms in the Chazy Group of New York (Shaw, 1968; Kapp, 1975).

V. Massively bedded light gray to buff fenestral micrite containing pockets of *Bumastus* forms 15 m or thicker sequences above lithologies I-IV. This facies is somewhat like lithofacies Iia but more massively bedded. Most workers (Walker & Laporte,

1970), argue that birdseye texture is most typical of inter and supratidal carbonates. This lithofacies thus probably represents an intertidal sediment which collected in restricted bays or behind barriers. These bays and barriers still allowed frequent enough marine invasions to prevent the formation of supratidal dolomite. No obvious desiccation features were seen in these rocks. Some possible burrows are present.

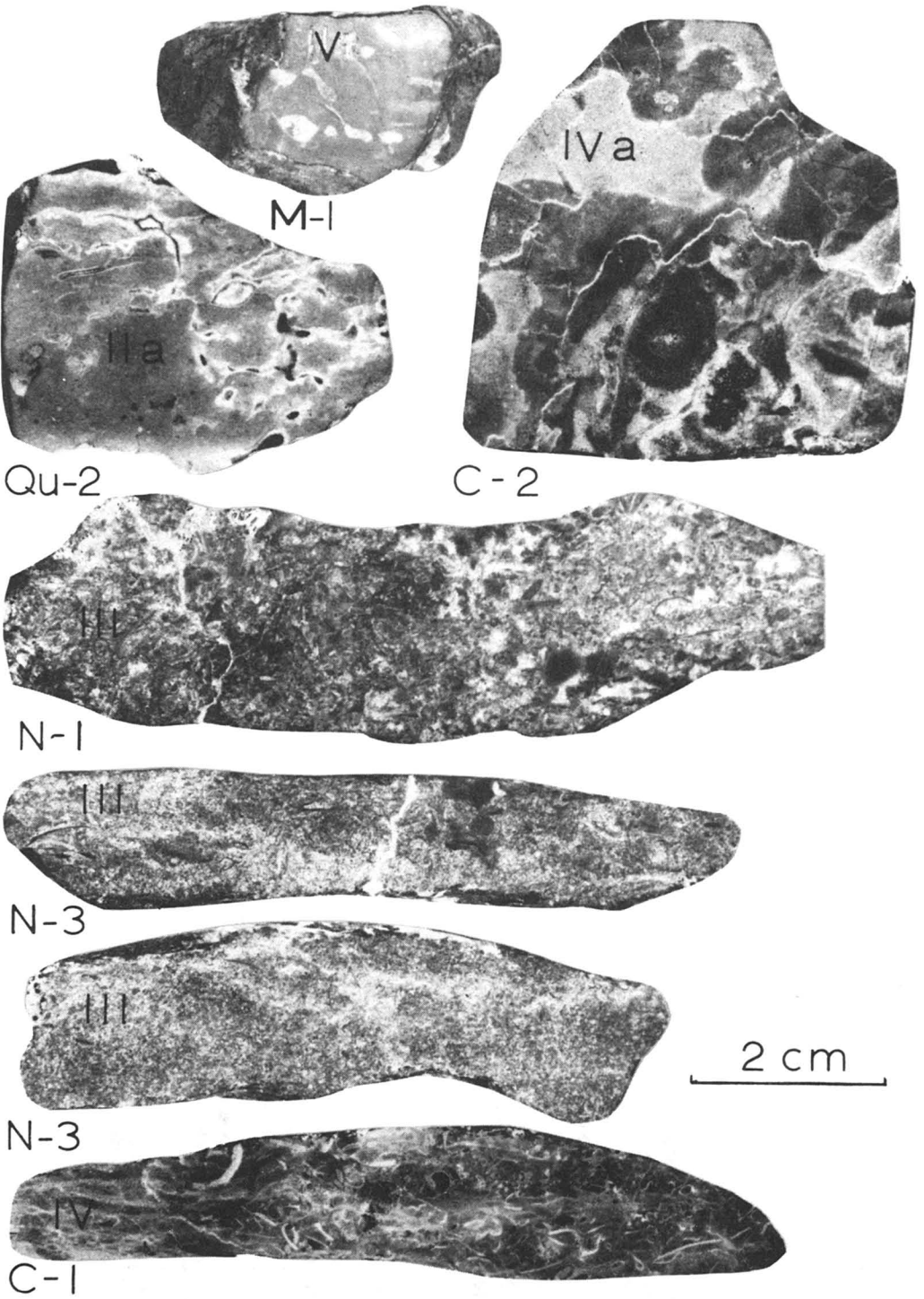
TABLE I

Comparison of lithofacies, biofacies and environmental interpretation for the Mingan Formation.  
Field classification of carbonates matched to text classification with roman numerals (I-V)

<i>Lithofacies</i>	<i>Biofacies</i>	<i>Dominant genera</i> *	<i>Locality</i>	<i>Diversity</i> **	<i>Environmental interpretation</i>
I. Quartz sandstone	None				Beach, nearshore bar
II. Green shales	None				'Lagoonal'
IIa. Calcilutite- thin bedded w/ shale interbeds	Bathyruid	<i>Bathyrurus</i> sp.	Qu-2	0.9	'Lagoonal'
III. Calcarenite	<i>Ceraurinella</i>	<i>Ceraurinella</i>	Qu-5	5.7	
		<i>Sphaerexochus</i>	N-3	7.8	Offshore bar-including
		<i>Thaleops</i>	N-1	4.3	debris from
			N-5	6.6	following lithofacies.
IV. Calcilutites, burrowed, w/lumpy bedding	Iliaenid- <i>Ceraurinella</i>	<i>Bumastus</i>	Qu-4	3.0	Deeper water than
		<i>Iliaenus</i>	C-1	6.0	preceding facies, access to open ocean restricted in many instances.
V. Calcilutites, massively bedded, common birdseye texture. Some interbedded calcarenites.	Bathyruid, rare Iliaenid biofacies in small pockets (specimens disarticulated)				Shallow 'lagoonal' flats (Florida 'lakes' ?) No terrigenous detritus.

\* Dominant genera = those comprising 75% of fauna

\*\* Diversity index = no. of species/log no. individuals



Although generally occurring in the listed order, the lithofacies above the basal sands and shales may occur in any vertical sequence (Fig. 6). These variations probably indicate that all water depths were shallow, the coastline irregular, and that local changes in environment were frequent and rapid.

### Paleogeographic and paleoecologic interpretations

The present east-west outcrop belt is assumed to parallel the original shoreline because: 1) The basal sandstone-shale sequence is lithologically similar everywhere and thicknesses of each unit are closely similar. Facies and isopachs clearly parallel the present outcrop belt. 2) On the north-east side of Ile du Fantôme, a biosparite unit can be traced southward along the shore for about 200 metres into a rubbly weathering, lumpy bedded micrite. In other words, dip sections allow beds to be followed into their probable deeper water equivalents. 3) On the west side of Grande Pointe is an east-west elongated sand body. This is here interpreted as a small sand bar which may well be parallel to the paleo-shoreline.

The lithologies and their sequence in this region argue for the following general paleogeographic sequence:

1. Development of the basal sandstone via transgression on the Romaine Dolomite of beach and very near shore sand bar deposits. The sand source was probably from reworking of and erosional breaches in the underlying Romaine. The quartz source was not far away, because of the coarse grain size (5 mm or more at many localities) (Lithofacies I).
2. Lateral to the sandstone accumulations, perhaps in shallow protected bays, green

non-calcareous muds accumulated. (Lithofacies II).

3. Fine grained carbonate mud periodically was swept into these lagoon — like areas, bringing a typical impoverished fauna of ostracodes and bathyurid trilobites. (Lithofacies IIa).

4. Gradual increase in water depth of a few metres flooded across this near shore facies complex, driving the shoreline to the (present) north, and cutting off the supply of terrigenous material.

5. Biosparites, although somewhat variable in color, degree of cross-bedding and fossil content, next were deposited in environments above wave base. Some of these lime sands probably formed barrier islands or offshore bars. The fossil material is disarticulated, sorted and diverse. Burrowing is present in many cases. (Lithofacies III).

6. Biomicrites accumulated in quieter, slightly deeper waters below wave base. These have a lower faunal diversity than the biosparites but show many fully articulated trilobites and some cephalopods. The low diversity is puzzling; possibly this facies is not a full open marine facies but represents isolated pockets and patches partly protected and cut off by the biosparite banks. Poorly developed bryozoan and tabulate coral colonies are also present. (Lithofacies IV & IVa).

7. At this point, a rapid rise in sea level caused ravinement (Anderson, *in* Ziegler *et al.*, 1974), removing most of the above postulated barrier islands and offshore bars, and superimposing variants of facies number IV directly over a number of the previous facies (particularly II and IIa) with angular unconformity. On the west side of Grand Pointe, this angular unconformity reaches down nearly to the Romaine Dolomite.

Figure 5. Negative prints of polished specimens from Mingan Formation. Roman numerals refer to lithologies identified in text and Table I. Letter-arabic designations are localities listed in appendix.

- M -1: Fenestral micrite (Lithofacies V) inter or supratidal origin. Ile Nue de Mingan.  
 Qu-2: Fenestral micrite (Lithofacies IIa), inter or supratidal origin. Ile Quarry.  
 C -2: Biohermal fragment (Lithofacies IVa) consisting of bryozoa, algae and micrite. West side, Grande Pointe.  
 N -1: Biosparite (Lithofacies III), ostracode and pelmatozoan fragments. Northern Ile Niapiskau, beneath ravinement.  
 N -3: (upper figure): Biosparite (Lithofacies III), trilobite, brachiopod and pelmatozoan fragments. Northern Ile Niapiskau, above ravinement.  
 N -3: (lower figure): Finer grained variant of preceding lithology, same locality.  
 C -1: Biomicrite (Lithofacies IV), brachiopod, bryozoan and trilobite fragments. Deeper water origin than others units.



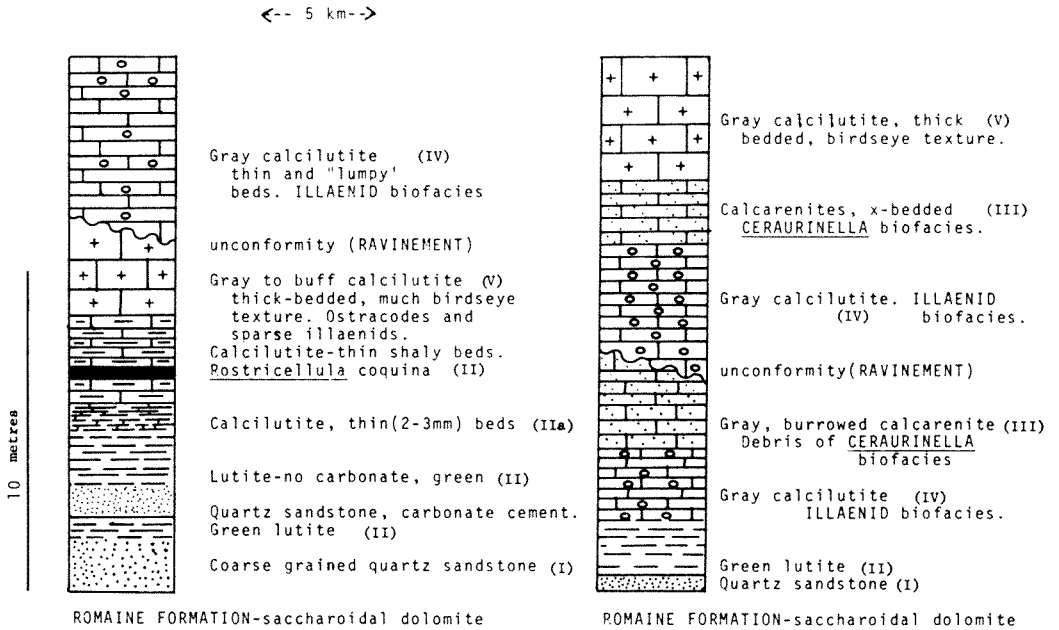


Figure 6. Two basal sections of the Mingan Formation from western Ile du Havre (left) and eastern Ile Niapiskau (right). Both sections show transgressive facies at the base and the unconformity (interpreted as a ravinement). Field classification of carbonates matched to text classification with roman numerals (I-V).

8. The ravinement process actively scoured the shore during transgression (witness the channels and slump blocks on Ile du Fantôme and eastern Ile Niapiskau (Fig. 2). Deeper water represented by facies IV prevailed. However, subsequent carbonate production, lack of further sea level rise, and possibly the construction of new barriers further offshore soon produced large shallow carbonate flats possibly similar to the modern "lakes" in Florida Bay (Walker in Ziegler *et al.* 1974; Multer, ed., 1975; Enos, 1980). Here developed a micrite with fine fenestral structure, massive bedding and a very limited fauna consisting largely of cephalopods and pockets of bumastids. These massive, almost lithographic limestones (Lithofacies V) form many of the sea stacks or 'flower pots', where interspersed biosparite beds have been eroded out from under them.

Events 1-6 are interpreted as representing a classic case of Walther's Rule, with gradual transgression producing a vertical stack of laterally related lithofacies. By contrast, events 7 and 8 are interpreted as a typical PAC (punctuated aggradational cycle) event resulting from rapid transgression, drowning of protective offshore barriers, stillstand,

reconstruction of the barriers, and shallowing through sedimentation. The overall pattern resembles that which Swift (1968, p. 444) described for clastic sediments: "Unconformities of transgressive sequences commonly occur within the basal beds of the sequences, not below them. Such unconformities, called ravinements, separate basal marsh, lagoon, estuarine and beach deposits from overlying marine sands." The angular unconformity below the PAC may possibly reflect the tectonic subsidence initiating the cycle. Anderson *et al.* (1978) and Anderson and Goodwin (1980) suggest tectonism as one possible initiator of punctuated aggradational cycles.

If the preceding generalized paleogeographic scenario is correct, then trilobite collections from the various lithofacies, unless obviously transported, can be assigned to particular paleo-environments.

### Trilobite biofacies

The collections summarized in Fig. 4 represent all Mingan Formation carbonate lithofacies. All identifiable exoskeletal parts were tallied. Obvious problems exist. Some-

what unequal amounts of time and rock were utilized at different localities. None of the collections are silicified, which may introduce some bias (Shaw, 1968). In determining the number of individuals represented by collected parts from a single locality, I have followed Chatterton and Ludvigsen (1976) in using the greatest number of parts present to tally individuals in one taxon. Although lacking the quantities of material processed by these authors, the biofacies identified here are consistently associated with specific Mingan lithofacies.

#### BATHYURID BIOFACIES

This term was introduced by Chatterton and Ludvigsen (1976) for Ordovician rocks of the Northwest Territories. It is a highly durable biofacies in both space and time. Very similar biofacies are developed six thousand kilometres away in the Mingan area as well as in the later Black River of New York and Oklahoma (Walker & Laporte, 1970; Ludvigsen, 1978). The bathyurids present (the only trilobites in the Mingan version of this biofacies) appear to be one species, with a long pygidial axis similar to those described by the above authors. Identifiable cranidia are not available. Abundant ostracodes are the only other common fossils. Locality Qu-2 from northwest Ile Quarry, about 5 m up in the Mingan Formation, is tallied here (Fig. 4). Similar associations are known from northern Ile Innu. This biofacies is always associated with Lithofacies IIa. The more massively bedded parts of Lithofacies V, higher in the Mingan, also show rare similar bathyurids together with bumas-tids.

#### ILLAENID BIOFACIES

This biofacies is typified by the illaenid-rich micrites of Grande Pointe and similar localities (C-1, Qu-4, Fig. 4). Lithofacies IV is the corresponding sediment type. This biofacies is possibly similar to the *Isotelus* biofacies of Chatterton and Ludvigsen (1976).

#### CERAURINELLA BIOFACIES

These are winnowed accumulations of substantially higher generic diversity than the preceding biofacies (locs. N-1, N-3, N-5, Qu-5; Fig. 4). The associated rocks are Lithofacies III. The dominant genera involved (*Thaleops*, *Ceraurinella*, *Sphaerexochus*) are (with the exception of *Thaleops*, which may be compared to *Nanillaenus*) those involved in Chatterton and Ludvigsen's *Calyptaulax-*

*Ceraurinella* biofacies. In the Mingan Formation, we see that biofacies as reworked above wave base. If, however, collections from individual biosparites in the Mingan Formation are studied, faunal variations appear. In particular, both N-3 and Qu-5, well above the unconformity (ravinement), have additional genera compared to N-1, which is lower in the section. Age difference does not explain this change. N-3 yields *Erobergia*, *Uromystrum*, and *Remopleurides* in quantity. *Uromystrum* is known from the older Table Head Formation, a probable slope unit (Shaw & Fortey, 1977). A very few specimens are also known from the Chazy, a shelf unit of later age. *Erobergia* is present in the Tumbez biosparites of Tennessee (paleoenvironment uncertain) and also in the Table Head Formation of Newfoundland (Whittington, 1965). In most Mid-Ordovician units *Remopleurides* is also typically found in rubbly limestones of lithofacies IV type. Probably, these genera were most abundant in deeper waters nearer the shelf edge. In sum, the post-ravinement N-3 and Qu-5 biosparites may include more 'open ocean' and 'deep water' faunal elements than other Mingan biosparites. Since the ravinement is presumed to have resulted from increased water depth, deeper or more open water genera might be expected.

#### Biofacies and lithofacies compared

Chatterton and Ludvigsen (1976) found little direct correspondence between their outer three biofacies (*Isotelus*, *Calyptaulax-Ceraurinella*, and *Dimeropyge*) and lithofacies types, all three biofacies occurring in a lumpy bedded micrite similar to Mingan lithofacies IV. Ludvigsen (1978a, p. 22) concurred, after studying a stratigraphically and geographically broader range of Middle Ordovician faunas in the southern Mackenzie Mountains. In the Mingan, specific lithofacies contain these same distinctive biofacies. The Mingan Formation represents several lithofacies developed over a small area on a very gently sloping shelf populated by offshore barrier islands and small bioherms. In western Canada, by contrast, the postulated offshore carbonate barrier was apparently seaward of trilobite-rich environments (Ludvigsen, 1978a) and now yields almost no trilobites. This barrier is pictured at the shelf-slope break (Ludvigsen, 1978a, Fig. 14). The Mingan barriers were probably located up on the shelf and were thus more

likely to collect debris from surrounding trilobite-rich soft bottom environments.

The question, then, is whether sediment type controls the biofacies, or whether related environmental variables such as water depth or temperature are the real controlling factors. The close match of biofacies and lithofacies in the Mingan must be somewhat fortuitous rather than effect and cause. Doubtless, physical environmental factors (such as summarized by Fortey, 1980) are the generators and controllers of a biofacies. Carbonate lithofacies also are sensitive to local physical factors such as depth and temperature. The postulated match between physical factors on one hand and biofacies and lithofacies on the other is seen in Table I and discussed below.

The very low diversity bathyurid biofacies is known across most of Ordovician North America. This is a peculiar restricted, intertidal environment of varying temperatures and salinities (Fortey, 1980; Ludvigsen, 1978, 1978a). The match of lithology and biofacies is a result of the same physical factors.

The Mingan *Ceraurinella* biofacies occurs largely in winnowed biosparites, transported short distances, probably from deeper water not well-represented in the Mingan sequences. The development of offshore carbonate sands may be tied to the gentle Ordovician paleoslope in the Mingan region (model 1 of Anderson in Ziegler *et al.*, 1974).

The illaenid biofacies (equals *Isotelus* biofacies of Chatterton and Ludvigsen, 1976) is of much lower diversity in the Mingan Formation. Conceivably, the illaenids and bumastids found themselves in appropriately deeper waters with more micritic sediment. However, these deeper waters were partially landlocked and possibly suffered more temperature variation than the open coast represented in the Esbataottine. Again, the general depth partitioning of biofacies postulated by Chatterton and Ludvigsen (1976), Shaw and Fortey (1977) Ludvigsen (1978a) and Fortey (1980) holds in broad interpretation, but must be interpreted anew for each locality. Lithofacies and biofacies will not always co-vary uniformly.

#### Comparisons to coeval generic assemblages from North American Formations

To extend and further understand this concept of depth-related biofacies as mo-

dified by local and regional paleogeography, four coeval formations are analyzed next. Generic occurrence is used for comparison as in an earlier paper (Shaw & Fortey, 1977). Abundance data would increase the detail but not change the conclusions — as the level of knowledge and collecting effort is deemed sufficient for all units. For example — the absences of raphiophorids in the Esbataottine and of *Eorobergia* in the Chazy are real, and not likely to be materially altered by further collecting. Presence or absence of genera, therefore, yields real differences between coeval units, and these must be explained.

Conodont, trilobite and brachiopod evidence (Shaw, 1974, Chatterton & Ludvigsen, 1976; Bergström *et al.*, 1975) all indicates that the lower Esbataottine, Chazy, and Cobbs Arm units are of approximately Llanvirn age. The Mingan also falls into this time interval (Shaw & Fortey, 1977; Nowlan, 1980). The following lists outline similarities and differences at the generic level (Table II). The generic differences in these collections of similar age might be laid to several causes.

#### DIFFERENT FAUNAL PROVINCES

Tectonic, lithologic and faunal evidence argues that the Mingan, Chazy and Esbataottine units were deposited on the same Ordovician continent and in roughly similar climatic zones (Shaw & Fortey, 1977 and references therein). Chatterton and Ludvigsen (1976) note that most of the differences between their faunas and Appalachian faunas are at the specific level and attribute the specific differences to distance. The Cobbs Arm unit was probably associated with an island shoal independent of the North American mainland (Neuman, 1976). The distance of this island from North America is unclear, but the presence of *Atractopyge* here and nowhere else in North America indicates a substantial migrational barrier. The other genera listed by Dean (1971) are essentially North American or cosmopolitan. Therefore, generic differences between these localities do not result from the inclusion of various faunal provinces.

#### COLLECTING BIAS

Neither the Cobbs Arm or the Mingan collections include silicified material. Odontopleurids, otarionids and rare genera such as *Heliomeroides*, *Nileoides*, *Paraceraurus*, *Acanthoparypha*, *Dimeropyge* and *Pandas-*

TABLE II  
Occurrence of Middle Ordovician trilobite genera in four coeval  
North America formations

Mingan	Chazy	Esbataottine	Cobbs Arm
<i>Amphilichas</i>	x	x	x
<i>Bathyrus</i>		x	
<i>Bumastus</i>	x	( <i>Bumastoides</i> )	
<i>Calyptaulax</i>	x	x	
<i>Ceraurinella</i>	x	x	
<i>Cybeloides</i>	x	x	
<i>Dolichoharpes</i>	x	x	
<i>Eorobergia</i>	—	—	
<i>Failleana</i>	x	x	
<i>Glaphurina</i>	x		
<i>Hibbertia</i>	x		
<i>Illaenus</i>	x	x	x
<i>Nanillaenus</i>	x	x	
<i>Kawina</i>	x		
<i>Pliomerops</i>	x	x	x
<i>Remopleurides</i>	x	x	x
<i>Sphaerexochus</i>	x	x	x
<i>Thaleops</i>	x		
<i>Uromystrum</i>	x		
	<i>Acanthoparypha</i>	x	
	<i>Apianurus</i>	x	
	<i>Basiliella</i>		
	<i>Carrickia</i>	x	x
	<i>Ceratocephala</i>	x	
	<i>Ceraurus</i>		
	<i>Dimeropyge</i>	x	
	<i>Encrinuroides</i>	x	
	<i>Eobronteus</i>		
	<i>Glaphurus</i>		
	<i>Heliomeroides</i>	x	
	<i>Hemiarges</i>	x	
	<i>Hyboaspis</i>	x	
	<i>Isotelus</i>	x	
	<i>Lonchodomas</i>		
	<i>Nieszkowskia</i>		
	<i>Nileoides</i>	( <i>Nahannia</i> ?)	?
	<i>Otarion</i>		
	<i>Pandaspinapyga</i>	x	
	<i>Paraceraurus</i>		
	<i>Pseudosphaerexochus</i>		
	<i>Vogdesia</i>	( <i>Nahannia</i> ?)	
		<i>Holia</i>	
			<i>Ampyx</i>
			<i>Atractopyge</i>
			<i>Botroides</i>
			<i>Bronteopsis</i>
			<i>Nileus</i>
			<i>Pliomerella</i>
			<i>Raymondaspis</i>
			<i>Symphysurus</i>
			<i>Trinodus</i>

*pinapyga* are less abundant because of their small size or the smaller sample resulting from conventional non-silicified collecting.

#### BATHYMETRIC CONTROL

Bathymetry and related temperatures may have been important in controlling trilobite distribution, (Chatterton & Ludvigsen, 1976; Fortey, 1980; Shaw & Fortey, 1977). The units under consideration fall within the shelf and slope classification of Shaw and Fortey (1977). Based on lithofacies, some yet finer bathymetric distinctions can be made as with the Mingan in preceding sections. Some of these distinctions are summarized and are among the prime causes of variation between regions:

A. The Chazy is unique among these units in its well-developed reefs. *Glaphurus*, *Nileoides*, and *Paraceraurus* are known only from these reefs and would not be expected in the other units, which lack substantial reefs.

B. The Chazy also has several lithofacies which represent deeper water or more restricted circulation than the Mingan and Esbataottine units. *Basiliella*, *Lonchodomas*, and *Vogdesia* are relatively abundant in the deeper facies and are lacking in the shallower water Mingan and Esbataottine Formations.

C. The Cobbs Arm fauna is comprised primarily of widely distributed slope (as defined by Shaw & Fortey, 1977) genera. *Ampyx*, *Nileus*, *Raymondaspis*, *Bronteopsis* and *Trinodus* are well known in other slope deposits Ordovician age in North America (Shaw & Fortey, 1977). *Bergamia* (or *Botroides*) probably is a typical slope genus like other North American trinucleids. *Carrickia*, *Amphilichas* and *Sphaerexochus* probably represent the shallow water part of this fauna.

D. The Middle Ordovician geography of the North American East coast was probably quite irregular, disrupting the south hemisphere equatorial current which swept from present day Newfoundland to Oklahoma (Ross, 1975). Dewey and Kidd (1974), Thomas (1977) and Haworth (1978) all emphasize that the St. Lawrence — New York re-entrant of the Appalachian trend has an ancient history, whatever its details of origin. Coastal currents produced by the counter clockwise southern gyre (paleogeography of Morel & Irving; 1978, Bambach *et al.*, 1980) could have swept along this irregular coast, creat-

ing eddies and substantial local variation in coastal faunas. The patchy distribution of *Uromystrum* and the robergioids could well reflect these irregularities.

In summary, collecting bias, local environmental factors, broad biogeographical factors and migrational patterns combine to produce a distinctive assemblage. All such factors must be considered for each genus to explain differences between coeval assemblages. Only then can broad paleobiogeographical models be fully evaluated.

#### Acknowledgement

Field work was done under grants from the Faculty Research Fund of Mount Holyoke College and the Research Foundation of the City University of New York. The Third International Conference on the Ordovician, Ohio State University, 1977, has provided financial support towards publication of this paper.

#### References

- ANDERSON, E.J., P.W. GOODWIN & B. CAMERON, 1978. Punctuated aggradational cycles (PACS) in Middle Ordovician and Lower Devonian sequences. — N.Y. St. Geol. Ass. Guidebk, Syracuse, p. 204-224.
- ANDERSON, E.J. & P.W. GOODWIN, 1980. The PAC hypothesis and episodic stratigraphy. Abstr. NE Sect. Geol. Soc. Am. Mtgs., p. 21-22.
- BAMBACH, R.K., C.R. SCOTESE & A.M. ZIEGLER, 1980. Before Pangea; the geographies of the Paleozoic world. — Am. Sci., 68: 26-38.
- BERGSTRÖM, S.M., 1976. Late Canadian-White-rockian strata in eastern North America: now data on distribution and biostratigraphy: — Abstr. Ann. Mtg., Geol. Soc. Am., 1976, 8: 775-776.
- BERGSTRÖM, S.M., J. RIVA, & M. KAY, 1974. Significance of conodont, graptolite, and shelly faunas from the Ordovician of Western and North-Central Newfoundland. — Can. J. Earth Sci., 11: 1625-1660.
- CHATTERTON, B.D.E. & R. LUDVIGSEN, 1976. Silicified Middle Ordovician trilobites from the South Nahanni River area, District of Mackenzie, Canada: Palaeontographica, Abt. A, 154: 106.
- DAPPLES E.C., 1955. General lithofacies relationship of St. Peter Sandstone and Simpson Group. — Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., 39: 444-467.
- DEAN, W.T., 1971. Ordovician trilobites from the Central Volcanic Mobile Belt at New World Island, Northeastern Newfoundland. — Geol. Surv. Canada, Bull., no. 210, Ottawa, Canada, 37 p.

- DEWEY, J.F. & W.S.F. KIDD, 1974. Continental collisions in the Appalachian-Caledonian orogenic belt: variations related to complete and incomplete suturing. — *Geology*, Nov. 1974, p. 543-546.
- ENOS, Paul, 1980. Stratigraphic sequences in a shelf lagoon, Florida Bay. — Abstr., NE Sect. Geol. Soc. Am. Mtgs., p. 33.
- FINKS, R.M., 1980. Paleocology of sponges in Chazy reef and shelf environments. — Abstr. NE Sect. Geol. Soc. Am. Mtgs., p. 35.
- FORTEY, R.A., 1980. Generic longevity in Lower Ordovician trilobites: relation to environment. — *Paleobiology*, 6: 24-31.
- HARRIS, A.G., S.M. BERGSTRÖM, R.L. ETHINGTON & R.J. ROSS, 1979. Aspects of Middle and Upper Ordovician conodont biostratigraphy of carbonate facies in Nevada and Southeast California and comparison with some Appalachian successions. — *Brigham Young Univ. Geol. Stud.*, 26 (3): 7-33.
- HAWORTH, R.T., 1978. Interpretation of geophysical data in the northern Gulf of St. Lawrence and its relevance to lower Paleozoic geology. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89: 1091-1110.
- LONGLEY, W.W. & G.W. WADDINGTON, 1950. Côte nord du Saint-Laurent de Mingan à Aguanish. — *Rapp. géologique*, n° 42, parties I & II, Québec, 35 p. & 13 p.
- LUDVIGSEN, R., 1978. The trilobites *Bathyurus* and *Eomonorachus* from the Middle Ordovician of Oklahoma and their biofacies significance. — *Roy. Ont. Mus., Life Sci. Contrib.*, no. 114, 18 p.
- LUDVIGSEN, R., 1978a. Middle Ordovician trilobite biofacies, southern Mackenzie Mountains. — *Geol. Soc. Canada, Sp. Pap.*, no. 18, 37 p.
- MOREL, P. & E. IRVING, 1978. Tentative paleocontinental maps for the Early Phanerozoic and Proterozoic. — *J. Geol.*, 86: 535-561.
- MULTER, H.G. (ed.), 1975. Field guide to some carbonate rock environments, Florida Keys and Western Bahamas. — *Contrib. no. 40*, Dep. Earth Sci., Fairleigh Dickinson Univ. (Madison, N.J.).
- NOWLAN, Godfrey, 1980. Early and Middle Ordovician conodonts from the Mingan Islands, Québec. — *Abstr. N. Central Sect. Geol. Soc. Am.*, 253 p.
- ROSS, R.J., 1975. Early Paleozoic trilobites, sedimentary facies, lithospheric plates, and ocean currents. *Fossils and Strata*, no. 4, Oslo, p. 307-330.
- SHAW, F.C., 1968. Early Middle Ordovician Chazy trilobites of New York. — *New York St. Mus. Mem.*, no. 17, 163 p.
- SHAW, F.C. & R.A. FORTEY, 1977. Middle Ordovician facies and trilobite faunas. — *Geol. Mag.*, 114: 409-443.
- SWIFT, J.P., 1968. Coastal erosion and transgressive stratigraphy. — *J. Geol.*, 76: 444-456.
- THOMAS, W.A., 1977. Evolution of Appalachian-Ouachita salients and recesses from reentrants and promontories in the continental margin. — *Am. J. Sci.*, 277: 1233-1278.
- TWENHOFEL, W.H., 1938. Geology and paleontology of the Mingan Islands, Quebec. — *Geol. Soc. Am. Sp. Pap.*, no. 11, 132 p.
- WALKER, K.R. & L.F. LAPORTE, 1970. Congruent fossil communities from Ordovician and Devonian carbonates of New York. — *J. Paleont.*, 44: 928-945.
- WHITTINGTON, H.B., 1965. Trilobites of the Ordovician Table Head Formation, Western Newfoundland. — *Bull. Mus. Comp. Zoology*, 132: 277-441.
- WILSON, J.L., 1975. Carbonate facies in Geologic History. — *Springer-Verlag*, New York, 471 p.
- ZIEGLER, A.M., K.R. WALKER, E.J. ANDERSON, E.G. KAUFFMAN, R.N. GINSBURG & N.P. JAMES, 1974. Principles of benthic community analysis; Sedimenta IV, Comparative sedimentology. — *Laboratory. Div. Mar. Geol. Geophys.*, Miami, Fla., ca. 170 p.

## Appendix

Localities in the Mingan Formation, eastern Québec. Grid figures taken from 1/50,000 Dept. of Mines and Technical Surveys quadrangles, published 1950 to 1965 (English edition)

C-1:	Clearwater Point	684/614.	Trilobite Bay quad.	(W)	12L/3
C-2:	Clearwater Point	671/631.	" "	" "	" "
N-1:	Niapisca Island	466/631.	Havre-St-Pierre quad.	(E)	12L/4
N-3:	" "	478/616.	" " "	" "	" "
N-5:	" "	468/630.	" " "	" "	" "
Qu-2:	Quarry Island	399/634.	" " " quad.	(W)	12L/4
Qu-4:	" "	424/632.	" " "	" "	" "
Qu-5:	" "	409/608.	" " "	" "	" "
M-1:	Mingan Island	201/616.	Mingan Island quad.	(E)	22I/1

The official names for these localities, approved by the Québec *Commission de Toponymie* and used here in the text, are :

- C-1: Grande Pointe (sud)
- C-2: Grande Pointe (ouest)
- N-1: Ile Niapiskau
- N-3: " "
- N-5: " "
- Qu-2: Ile Quarry
- Qu-4: " "
- Qu-5: " "
- M-1: Ile Nue de Mingan

## HISTOIRE ET DISPERSION DE LA PERDRIX GRISE

### (*PERDIX PERDIX*) AU QUÉBEC

Jacques CHABOT<sup>1</sup>, Raymond McNEIL et Jean BURTON

Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de  
Montréal, 5858, Côte des Neiges, C.P. 6128, Succ. A,  
Montréal, Québec H3C 3J7

#### Résumé

La Perdrix grise (*Perdix perdix*) fut introduite en Amérique du Nord à la fin du 19<sup>e</sup> et au début du 20<sup>e</sup> siècles. On en trouve aujourd'hui plusieurs populations dans diverses provinces ou États. Au Québec, l'espèce fut introduite à quelques reprises vers 1940. De plus, à cette époque, une autre population déjà établie dans l'État de New York commença à envahir la province. De 1941 à 1970, l'espèce étendait son aire de distribution vers le nord-est du Québec à un rythme moyen de quelque 8 km par année. Compte tenu des barrières naturelles, la Perdrix grise semblait occuper, en 1970, à peu près tout l'espace propice à cette espèce. En 1980, malgré une faible abondance, on considère que la Perdrix grise est bien établie. Le présent article porte sur l'historique, la distribution géographique actuelle, les habitats, l'abondance relative et les facteurs limitants de ce gallinacé au Québec.

#### Abstract

The Gray Partridge is an introduced species in North America. The first introduction took place at the end of the 19th and at the beginning of the 20th centuries. It is now found in many provinces and states. In addition to the fact that the species has been introduced on several occasions in Québec, in 1940, a population of Gray Partridges, already established in the State of New York, spread into the province. From 1941 to 1970, the species has extended its range north-easterly in Québec at an average rate of 8 km per year. Considering natural barriers, the Gray Partridge seemed to occupy, in 1970, almost all the area favorable to the species. In 1980, although the relative abundance of the species is low, it is well established. The present document provides an historical account, the actual geographic distribution, habitat descriptions, data on the relative abundance and the limiting factors of the species in Québec.

#### Introduction

Au 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles, de grandes superficies forestières et des steppes ont été supprimées par l'homme en Amérique du Nord et ont fait place à de grands espaces pour la pratique de l'agriculture. Les espèces indigènes considérées comme gibier se sont retirées aux endroits vierges procurant ainsi un nouvel habitat inoccupé. La chasse étant directement affectée, les clubs de chasse et les services d'aménagement faunique de plusieurs gouvernements ont cherché à acclimater des espèces susceptibles de s'acclimater aux zones agricoles. De tous les oiseaux introduits en Amérique du Nord,

seulement trois ont réussi à s'acclimater : la Perdrix grise, le Faisan à collier (*Phasianus colchicus*) et la Perdrix chukar (*Alectoris chukar*).

La polémique soulevée par les introductions d'espèces animales non indigènes a fait l'objet de plusieurs articles scientifiques. Ces espèces ont souvent provoqué un déséquilibre écologique, mais les gallinacés qui ont réussi à s'adapter sur notre continent ne semblent pas avoir causé un tel désordre. Ils ont plutôt aidé à préserver certaines espèces indigènes en allégeant la pression de la chasse dont elles étaient victimes. En effet, dans certains États américains, 90% des es-

<sup>1</sup> Adresse actuelle : Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 13, rue Buteau, Hull, Québec J8Z 1V4.



TABLEAU I  
Lâchers de Perdrix grises effectués dans l'État de New York

<i>Date</i>	<i>Lieu</i>	<i>Nombre</i>	<i>Origine</i>	<i>Responsable</i>	<i>Référence</i>	<i>Résultat</i>
1906	Batavia, Cté de Genesee Comté de l'ouest de l'État Nord-est de l'État Partie centrale de l'État	500 couples	Angleterre et ferme d'élevage Tchécoslovaquie	N.Y. State Conser. Dep.	Oldys, 1910	Négatif
1917					Beardslee & Mitchell, 1965	Négatif
Entre 1916 et 1921					Wilson, 1959	Partiel
Avant 1920					Bump, 1940	Négatif
Décembre 1926					Wells, 1951 Legge, 1930	
1927		3 000 couples			Legge, 1930	
1928		4 875 couples	Tchécoslovaquie		Belknap, 1952 Legge, 1930	
1930	Oak Orchard Swamp, près de Martin Schmitt's Sanctuary	50			Belknap, 1952 Beardslee & Mitchell, 1965	Négatif
31 décembre 1930		8 000	Tchécoslovaquie	N.Y. State Conser. Dep.	Legge, 1930	Partiel
1927 à 1932 Vers 1939	East Elma	27 750	Tchécoslovaquie		Belknap, 1952	
1958	Canton de Perry	26			Beardslee & Mitchell, 1965 Beardslee & Mitchell, 1965	
1964 à 1971	Dans 11 comtés centraux	6 979	État de N.Y. (102), ferme d'élevage 6 877	N.Y. State Conser. Dep.	Schierbaum, 1972	Partiel



comtés de Carleton, Dundas, Glengarry et Stormont en 1933 et 1934, sous la responsabilité du gouvernement. Selon Dawson et Patrick (1960), seuls les lâchers effectués dans les comtés de Dundas et Stormont ont apparemment réussi. À Brockville (Leeds), une autre introduction a connu un certain succès. Citons Toner *et al.* (1942) à ce sujet : «Brockville: Partridge have increased greatly in the last few years. They were first liberated in 1934, birds that had been sent to the Brockville Rod and Gun Club by the Game and Fisheries Department, and in the winter of 1938-1939 over 200 in four or five coveys could be found in close vicinity to the town». Il importe de signaler une population de Perdrix grises aujourd'hui disparue qui s'établissait dans le nord-est de l'Ontario et dans la région de Notre-Dame-du-Nord (Témiscamingue) au Québec. Dans le nord-est de l'Ontario, elle couvrait les localités de North Bay (Nipissing), Timmins (Cochrane), New Liskeard (Temiskaming) et Cochrane (Cochrane) (Snyder, 1957), résultat d'introductions effectuées par le «Department of Game and Fisheries» du Gouvernement de l'Ontario. L'une de ces implantations a eu lieu à Haileybury (Temiskaming; figure 1), près de New Liskeard et Notre-Dame-du-Nord en 1930 (Snyder, 1951).

L'État du Vermont relâcha des Perdrix grises entre 1915 et 1920. Les oiseaux nichèrent mais disparurent quelque temps plus tard (Anonyme, 1977). Selon A. Gosnell, assistante à la recherche du Vermont Breeding Bird Atlas Project (comm. pers.), aucune autre introduction n'aurait été effectuée dans cet État.

Au Nouveau-Brunswick, les seules introductions ont eu lieu dans l'extrême est de la province et n'ont eu aucun effet sur la distribution de l'espèce au Québec.

Une population originaire de l'État de New York et de l'Ontario envahit le Québec au début des années 1940. Jusqu'à ce jour, on connaissait peu de choses sur l'état de cette espèce au Québec, contrairement aux autres lieux où elle a été introduite en Amérique du Nord. Le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec (ci-après nommé M.T.C.P.) n'a fait aucune recherche approfondie sur l'espèce, à part un inventaire très rudimentaire effectué en 1951 (Gaston Moisan, M.T.C.P., notes inédites) dans la région située au sud et sud-est de Montréal. Rand (1945) a résumé les premières observations de la Perdrix grise dans les régions de

Montréal et d'Ottawa, et Ouellet (1970) souligne l'accroissement de son aire de distribution au Québec. Avec les années qui suivirent, grâce aux observations d'ornithologues amateurs, on pouvait tracer, mais d'une façon très grossière, la distribution de l'espèce au Québec. Suite au rapport de Moisan en 1951, le Service de la faune du Québec règlementa la chasse à la Perdrix grise. En 1951, l'espèce fut protégée à l'année et en 1952, on permettait une première saison de chasse.

Au cours de l'été de 1975, compte tenu du manque de connaissance sur l'espèce, le M.T.C.P. a commandé au Centre de recherches écologiques de Montréal (ci-après nommée CREM), organisme de l'Université de Montréal, la réalisation d'une étude concernant la Perdrix grise au Québec. Cette étude consistait à retracer l'historique de la présence de cette espèce au Québec, à définir sa distribution, son abondance relative, sa densité, à décrire les facteurs limitants et la période de reproduction à des fins d'aménagements et d'exploitation.

### Méthodes

Afin de recueillir le plus de données possibles aux fins de notre étude, nous avons envoyé 973 questionnaires (voir Chabot *et al.*, 1979) aux membres des associations d'ornithologues amateurs, des clubs de naturalistes, et aux agents de la conservation de la faune et 310 nous sont revenus complétés, soit 31,9%. Plus de 26 communiqués (voir Chabot *et al.*, 1979) ont paru dans plusieurs journaux de localités importantes, dans une revue de chasse et pêche, et dans tous les bulletins d'associations d'ornithologues amateurs et de naturalistes du Québec. Près de 280 réponses nous sont parvenues. De plus, quelque 518 cultivateurs ont bien voulu répondre à un questionnaire (voir Chabot *et al.*, 1979). À partir des réponses de quelque 1 100 personnes, de la littérature, d'observations personnelles et de communications personnelles, nous avons compilé plus de 3 300 mentions d'observations.

Comme la Perdrix grise vit principalement à proximité des fermes laitières durant l'hiver, nous avons eu recours à la méthode suivante pour déterminer son abondance relative. Nous avons déterminé, à l'aide du quadrillage militaire des cartes topographiques à l'échelle de 1:250 000, 29 quadrats d'une superficie de 100 km<sup>2</sup> chacun. Les qua-

TABLEAU II

## Lâchers de Perdrix grises effectués en Ontario (1907-1935)

<i>Date</i>	<i>Lieu</i>	<i>Nombre</i>	<i>Origine</i>	<i>Responsable</i>	<i>Référence</i>	<i>Résultat</i>
Peu avant 1907 1909	Sud de l'Ontario Brantford	6		Brantford Fish and Game Protective Association	Snyder, 1951 Snyder, 1951 Baillie & Harrington, 1936	Négatif Négatif
1912	Leamington			Leamington Club	Baillie & Harrington, 1936	Négatif
1914	Ctés d'Essex et de Kent	100 couples		Ont. Dep. Game and Fish	Anonyme, 1913 Baillie & Harrington, 1936	Négatif
1915 1922 ou 1923	Cté de Kent Cté de Prince Edward	3 couples		G.T. McKeough Major W.G.A. Lambe	McKeough, 1924 Sprague, 1969	Négatif
1925	Cté de Prince Edward			Ont. Dep. Game and Fish	Sprague, 1969	
1929			Tchécoslovaquie	Ont. Dep. Game and Fish	Snyder, 1951	
1930	Région de Sault Ste-Marie, Port-Arthur et Haileybury				Snyder, 1951	
1930	Brewer's Mills, cté de Frontenac	6 couples			Toner <i>et al.</i> , 1942	
1932	Port Arthur	40			Baillie & Harrington, 1936	
1933	Portland, Chaffey's Lock Newbord	4 couples 4 couples 4 couples		Ont. Dep. Game and Fish	Toner <i>et al.</i> , 1942	
Juillet 1933	Près de Gananoque Lake	4 couples		Leed Co. Fish and Game Protective Association		
1933	Plusieurs comtés	910	Ferme d'élevage	Ont. Dep. Game and Fish	Anonyme, 1934	
1926 et 1933	37 comtés dont Algoma, Cochrane et Thunder Bay	1 000	Ferme d'élevage	Ont. Dep. Game and Fish	Anonyme, 1934	Partiel
1934	Brockville			Ont. Dep. Game and Fish	Toner <i>et al.</i> , 1942	Probable
1934		20		Ont. Dep. Game and Fish	Anonyme, 1935	
11 mars 1934	Nord du comté de Frontenac				Baillie & Harrington, 1936	
1933 et 1934	Comtés de Carleton, Dundas, Glengarry Grenville et Stormont	114		Ont. Dep. Game and Fish	Dawson & Patrick, 1960	Partiel
1935	Sud-est de l'Ontario				Snyder, 1951	

drats furent choisis selon les critères suivants: un milieu surtout agricole, situé au centre de l'aire de distribution de l'espèce. Dans chacun de ces quadrats, nous avons interrogé 10 cultivateurs selon un questionnaire-type (Chabot *et al.*, 1979) que nous avons vérifié sur le terrain avant que sa version définitive ne fût présentée aux collaborateurs éventuels. Les questions ne portaient pas seulement sur l'abondance relative de la Perdrix grise au Québec, mais aussi sur d'autres points tels l'habitat, la nidification, la prédation, les fluctuations en nombre, etc. Pour déterminer l'abondance relative dans chacun des quadrats, nous avons demandé à tous les fermiers s'ils avaient vu des Perdrix grises durant les mois de décembre 1975 et de janvier 1976 sur leurs terres ou les terres environnantes. Nous avons cumulé les nombres de perdrix observées dans chacun des quadrats.

## Résultats

### INTRODUCTION DE LA PERDRIX GRISE AU QUÉBEC

La première mention de la Perdrix grise au Québec a été signalée par McAtee (1929) qui en fournit une carte de distribution. Selon cet auteur, une petite population était établie dans le nord-ouest de l'État de New York et débordait sur le comté de Huntingdon, dans le sud-ouest du Québec. En 1929, cette population devait avoir une très faible densité. Il est probable que cette population s'est résorbée, car c'est au cours des années 1940 que les premières observations ont été consignées par les naturalistes et les biologistes.

Diverses implantations de la Perdrix grise (tableau III; voir aussi Chabot *et al.*, 1979) ont été tentées, mais sans succès, au cours des années 1930 dans les régions de Sutton (Huntingdon), Gracefield (Gatineau) et Buckingham (Papineau). De fait, en 1929, la «Province of Quebec Association for the Protection of Fish & Game» (devenu «Quebec Wildlife Conservationist Association») demandait au Gouvernement du Québec son appui pour introduire la Perdrix grise (Anonyme = C.R. Rolland, 1929). Selon Rand (1945), cette association relâcha 32 couples près de Sutton dans le comté de Brome en 1932 (figure 1). Leur nombre s'accrut jusqu'en 1934. On observa des individus à Knowlton (Brome), Johnville (Compton) et Sutton (Brome). Après 1934, on ne vit aucune Perdrix grise dans cette région. Ce-

pendant, des témoignages et des écrits contredisaient en partie cette mention d'introduction. Selon des documents consultés au Musée national des sciences naturelles à Ottawa, il y aurait eu 100 oiseaux d'introduits à Sutton, alors que J.A. Rolland (comm. pers.), niant l'affirmation de Rand, précise qu'il y aurait eu 120 oiseaux d'introduits, et ce, dans le comté d'Huntingdon en 1930.

Depuis qu'une population de Perdrix grise s'est établie au Québec (début des années 1940; voir plus loin), plusieurs autres introductions y ont été faites, souvent avec succès, et cela à compter de 1965 (figure 1 et tableau IV). Quoique l'espèce existait déjà sur la rive sud du Saint-Laurent, la «Quebec Wildlife Conservationist Association» a fait des introductions importantes dans cette région entre 1965 et 1972: de 20 à 350 oiseaux par année, soit 1 518 en tout. Les lâchers ont été faits entre Valleyfield (Beauharnois) et Saint-Hyacinthe (Saint-Hyacinthe). Selon W. Austin (comm. pers.), plusieurs oiseaux auraient été relâchés dans les régions de Saint-Grégoire (Iberville), Marieville (Rouville), Sainte-Madeleine (Saint-Hyacinthe) et Saint-Hyacinthe (Saint-Hyacinthe).

Le tableau IV fait mention d'autres tentatives d'implantation au Québec (voir figure 1: Harrington en 1960 et 1964, Stoke-Centre vers 1969, et entre les lacs Memphremagog et Lovering vers 1972). Toutefois, il semble que les oiseaux libérés n'aient pas réussi à survivre durant plus d'un ou deux ans (Chabot *et al.*, 1979), si bien que ces différentes régions (figure 1) sont situées à l'extérieur de l'aire occupée par l'espèce en 1980.

On peut soupçonner d'autres introductions (figure 2: voir Chabot *et al.*, 1979), notamment dans les régions de la Minerve (Labelle) vers 1975, de Saint-Joseph-de-Beauce (Beauce) vers 1965, de La Patrie (Compton) vers 1972, et de Weedon (Wolfe) vers 1974, où on a observé ou abattu des Perdrix grises. À cause de l'irrégularité des observations, de l'habitat, de la distance qui sépare ces régions de l'aire de distribution connue (figure 1), et de la forêt qui constitue une véritable barrière naturelle, il est presque impossible que ces oiseaux soient arrivés à ces endroits par leurs propres moyens.

### DISPERSION DE LA PERDRIX GRISE AU QUÉBEC VIA L'ÉTAT DE NEW YORK ET L'ONTARIO

D'après les «Annual Report of the Game and Fisheries Department» de l'Ontario, de

TABLEAU III

Lâchers de Perdrix grises effectués en Ontario, 1936 à 1970

<i>Date</i>	<i>Lieu</i>	<i>Nombre</i>	<i>Origine</i>	<i>Responsable</i>	<i>Référence</i>	<i>Résultat</i>
1937-1938		102		Ont. Dep. Game and Fish	Anonyme, 1939	
1938		80			Dawson & Patrick, 1960	
Vers 1938	Ottawa				Snyder, 1951	Négatif
					Rand, 1945	
1939	Canton de Sunnidale, cté de Simcoe	10		Ont. Dep. Game and Fish	Lloyd, 1944	
					Devitt, 1967	
1927 à 1939		2 500		Ont. Dep. Game and Fish	Taylor, 1942	
Durant les années 1930	Cté de Témiskaming Plusieurs comtés, d'Essex à Leeds, nord de Muskoka et cté Frontenac			Ont. Dept. Game and Fish	Lumsden in litt., Dawson, et Patrick, 1960	Négatif
1950	Quinte	Quelques	Cté de Rideau Ontario		Anonyme, 1951	
1950 à 1960				Ont. Dep. Game and Fish	Dawson & Patrick, 1960	
1960	Cté d'Elgin	50	Kemptville		Dawson, 1961	
Mars 1963	Canton de Nottawasaga, Cté de Simcoe	17		Ont. Dep. Game and Fish	Devitt, 1967	
	Bond Herad					
1966-1967				Ont. Dep. Game and Fish	Devitt, 1967	
Mars 1970	Cté de Lambton		Est de l'Ontario		Anonyme, 1971	

TABLEAU IV  
Lâchers de Perdrix grises effectués au Québec

<i>Date</i>	<i>Lieu</i>	<i>Nombre</i>	<i>Origine</i>	<i>Responsable</i>	<i>Référence</i>	<i>Résultat</i>
1930	Cté de Huntingdon	120		Que. Wild, Conserv. Ass.	J.A. Rolland, comm. pers.	
ou 1932	Sutton	32 couples		Que. Wild, Conserv. Ass.	Rand, 1945	Négatif
ou 1932	Sutton	100		Que. Wild, Conserv. Ass.	Notes inédites M.N.Sc.N., Ottawa	Négatif
Printemps 1938	Gracefiels	42	Saskatchewan	Ott. Fish and Game Society	Rand, 1945	Négatif
1938 ou 1939	Buckingham	Quelques-unes			Notes inédites M.N.Sc.N., Ottawa	Négatif
1960 et 1964	Harrington	20 et plus	États-Unis	Centre écologique de Harrington	F. Robichaud comm. pers.	Négatif
1965	Rive sud du Saint-Laurent,	208	Angleterre	Que. Wild, Conserv. Ass.	J.A. Rolland comm. pers.	Positif
1966	entre Valley-	40	et/ou Danemark			
1967	field et Saint-	80				
1968	Hyacinthe	350				
1969		300				
1970		240				
1971		80				
1972		20				
1978		200				
		† 518				
Vers 1960	Stoke-Centre	10 couples		Club de chasse et de pêche Particuliers	Marcel Bilodeau comm. pers.	Négatif
Vers 1972	Entre le lac Memphremagog et le lac Lovering	50			W. Poige, comm. pers.	Négatif





apparurent au Québec au début des années 1940 provenaient soit de l'État de New York, soit de l'Ontario. Il est cependant plus facile d'assumer qu'elles provenaient de la population de l'État de New York, si on tient compte de l'abondance et de la distribution de l'espèce dans cet État en 1942. Il est aussi probable que la population new-yorkaise a débordé en Ontario, et qu'en même temps et/ou par la suite, la population établie en Ontario a débordé au Québec (région de Vaudreuil et de Soulanges).

#### *Période de 1941 à 1945*

La première mention d'observation de la Perdrix grise au Québec a été faite par P.L. Lukis, à Choisy (Vaudreuil), en octobre 1941 (Musée national des sciences naturelles, Ottawa, données inédites). En 1942, on observe trois couvées entre Rigaud et Saint-Lazare (Vaudreuil) et une à Coteau (Soulanges). À l'automne de la même année, on observe une compagnie entre Caughnawaga et Côte-Sainte-Catherine (Laprairie) et une autre entre Valleyfield (Beauharnois). En 1943, on souligne la présence d'une couvée à Montréal, d'une autre à Rougement (Rouville) et de plusieurs autres à Sainte-Martine (Châteauguay) (Rand, 1945). Selon L. Mcl. Terrill (notes inédites), Bruce Lancey a répertorié un groupe de 18 individus près de Sainte-Marthe à la fin de l'été de 1943.

La littérature ne mentionne aucune observation de Perdrix grise au Québec en 1944 et 1945. En Ontario, plusieurs mentions d'observations de Perdrix grise sont également à souligner au début des années 1940 (voir Chabot *et al.*, 1979). Dans l'État de New York, Wells (1951) affirme qu'une population de Perdrix grise estimée à 14 500 individus était établie en 1942 le long du fleuve Saint-Laurent. Apparemment, les oiseaux étaient plus nombreux dans les régions de Ogdensburg (St. Lawrence) et Malone (Franklin).

#### *Période de 1946 à 1950*

De 1946 à 1950, la distribution de l'espèce s'est légèrement modifiée (figure 2). En 1950, un chasseur repère quatre couvées dans la région de Farnham (Missisquoi; G. Moisan, comm pers.). A Ormstown (Châteauguay), plusieurs fermiers affirment que l'espèce est présente dans leur région depuis au moins trente ans. Rolland (1951) écrit que l'espèce se rencontre au sud-est et sud-ouest de Montréal, de Saint-Hilaire à Valleyfield.

#### *Période de 1951 à 1955*

Durant l'hiver 1951, Moisan (M.T.C.P., notes inédites) a fait un inventaire rudimentaire de l'espèce dans la région située au sud et au sud-ouest de Montréal. Il a visité les comtés de Papineau, Argenteuil, Vaudreuil, Soulanges, Beauharnois, Châteauguay, Huntingdon et Shefford. Il observa trois couvées de Perdrix grise: une de quatre individus près de Rigaud (Vaudreuil), une autre de onze individus à Howick (Beauharnois), et une autre de huit individus à Saint-Clet (Soulanges). Des ornithologues amateurs dignes de foi lui ont signalé la présence d'autres couvées à Hudson Heights (Vaudreuil), à Farnham (Missisquoi) et à Côte-Sainte-Catherine (Laprairie).

En 1954, on observe des Perdrix grises à Lachute (Argenteuil) (Anonyme, 1955). Des fermiers de Bedford (Missisquoi) et de Napierville (Napierville) ont affirmé que cette espèce a envahi leurs régions depuis le début des années 1950.

Belknap (1952) décrit l'aire de distribution de cet oiseau en 1952 dans l'État de New York. Celle-ci longe la frontière internationale à partir du lac Ontario jusqu'au lac Champlain. Par contre, Brown (1954) en restreint l'aire depuis le lac Ontario jusqu'au canton se situant dans l'extrême nord-ouest du comté de Clinton, soit à 40 km environ du lac Champlain. Selon Harkness (1954), la Perdrix grise était établie dans le sud-est de l'Ontario sur tout le territoire compris entre le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais.

#### *Période de 1956 à 1960*

Durant cette période, la répartition de l'espèce s'est élargie considérablement. On mentionne sa présence (voir Chabot *et al.*, 1979) à Saint-Vincent-de-Paul (Ile Jésus), Lanoraie (Berthier), Maskinongé (Maskinongé), Papineauville (Papineau), Aylmer (Gatineau), puis à Stanbridge East et Philipsburg (Missisquoi).

À Saint-Damase (Saint-Hyacinthe), Saint-Basile (Chambly), Saint-Mathias (Rouville) et Saint-Césaire (Rouville), plusieurs fermiers affirment que l'espèce est présente depuis 20 ans environ.

Dawson et Patrick (1960) ont cartographié la distribution de la Perdrix grise dans l'est de l'Ontario en 1960. D'après eux, l'espèce se rencontrait sur la rive ontarienne de la rivière des Outaouais, de Pointe-Fortune

(Prescott) à Pembroke (Renfrew). Il est probable que l'espèce était présente également le long de la rive nord-est de la rivière des Outaouais (au Québec), étant donné que la rivière ne présente aucun obstacle naturel et que l'on a noté l'espèce à Aylmer et Papineauville durant cette période. Selon Wilson (1959), sa distribution dans l'État de New York était en 1959 à peu près la même qu'au cours des années précédentes.

#### *Période de 1961 à 1965*

Durant cette période, l'espèce a envahi les rives du Saint-Laurent jusqu'à Trois-Rivières (Saint-Maurice) et Nicolet (Nicolet), et l'intérieur des terres jusqu'à Joliette (Joliette) et Saint-Hyacinthe (Saint-Hyacinthe) (pour le détail des localités où l'espèce a étendu son aire de distribution, voir Chabot et al., 1979).

#### *Période de 1966 à 1970*

Entre 1966 et 1970, la Perdrix grise a poussé considérablement sa distribution vers l'est et vers l'ouest pour enfin se retrouver devant la barrière naturelle que constitue la forêt. Les introductions effectuées après 1965 entre Valleyfield et Saint-Hyacinthe ont probablement influencé la dispersion de la Perdrix grise durant ces années.

#### *Période de 1971 à 1977*

Durant cette période, la distribution de l'espèce ne s'est pas modifiée appréciablement. Quatre extensions d'aires mineures apparaissent: deux sur la rive nord et deux sur la rive sud du Saint-Laurent. La première se situe dans le comté de Joliette; la deuxième dans le comté de Champlain et longe le fleuve Saint-Laurent; la troisième dans le comté Nicolet, et enfin la quatrième dans le comté de Richmond. Pour les détails concernant les extensions d'aires et les nouvelles mentions, voir Chabot et al. (1979).

#### *Propagation de 1945 à 1977*

La figure 2, construite à partir de toutes les mentions d'observations recueillies et des cartes de distribution des populations de l'État de New York et de l'Ontario, illustre la dispersion de la Perdrix grise au Québec depuis 1941 jusqu'à ce jour. Selon cette figure, la Perdrix grise semblait occuper en 1970, compte tenu des barrières naturelles, à peu près tout l'espace qui, au sud-ouest du Québec, compte des habitats propi-

ces. De 1941 à 1970, l'espèce a étendu son aire de distribution vers le nord-est du Québec à un rythme moyen de quelque 8 km par année. De 1971 à 1977, l'aire occupée par la Perdrix grise au Québec a peu augmenté.

#### *Répartition des cas de nidification au Québec*

Chabot et al. (1979) donnent la répartition géographique des cas de nidification de la Perdrix grise au Québec depuis 1970. Ces mentions proviennent de biologistes, d'agents de conservation, de naturalistes, de chasseurs, de fermiers, de l'équipe responsable de la présente étude et du Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec. On peut en déduire que l'aire de nidification ne recouvre pas toute l'aire géographique occupée au Québec par l'espèce. On peut cependant admettre que les deux aires se superposent assez bien si on tient compte du fait que la Perdrix grise occupe les mêmes territoires au Québec depuis 1970 et que l'oiseau n'est nullement migrateur. Une faible densité de population et le comportement même de l'oiseau lors de la période de nidification expliquent l'absence de mentions de nidification dans certaines régions.

#### *DESCRIPTION DE L'AIRES OCCUPÉE ACTUELLEMENT PAR LA PERDRIX GRISE AU QUÉBEC*

L'aire occupée par la Perdrix grise au Québec couvre une superficie d'environ 22 000 km<sup>2</sup> dans le sud-ouest du Québec et est limitée par des barrières naturelles. En effet, depuis le lac des Deux-Montagnes jusqu'à l'île des Allumettes (Pontiac), elle occupe la bande de terre située entre la rive nord de la rivière des Outaouais et le front sud du bouclier Laurentien. Le front sud-est du même bouclier limite la progression de l'oiseau vers le nord-ouest sur la rive septentrionale du Saint-Laurent entre le lac des Deux-Montagnes et le lac Saint-Pierre. Les Appalaches, d'autre part, bloquent sa progression vers le nord-est sur la rive méridionale du Saint-Laurent. L'abondance des boisés associés aux terres en culture, formant une véritable mosaïque à l'est du lac Saint-Pierre, limite la distribution de l'oiseau de ce côté. Au sud-ouest, elle est contiguë à celle de l'Ontario et de l'État de New York.

Suite à une longue période de colonisation, cette région physiogéographique diffère des régions avoisinantes d'une façon très marquée par ses conditions écologiques

générales, sa topographie et son couvert végétal. Il s'agit de la région la plus agricole du Québec. Elle comprend plusieurs surfaces boisées qui, toutefois, ne couvrent qu'un faible pourcentage de la superficie. Selon les cartes topographiques (1 : 250 000) du sud-ouest du Québec et selon une évaluation arbitraire basée sur des quadrats de 100 km<sup>2</sup>, il y a dans le territoire correspondant à l'aire occupée par la Perdrix grise au Québec quelque 55% de la surface qui sont constitués des terres déboisées, mises en culture ou abandonnées. Le reste de la superficie englobe des surfaces boisées et en eau, des villes et des villages.

Depuis le 17<sup>e</sup> siècle, la colonisation et l'utilisation agricole des terres ont eu un impact considérable sur la forêt primitive. Au cours du 19<sup>e</sup> siècle, presque tout le territoire était utilisé à des fins agricoles. À cause de l'augmentation de la population humaine dans la région de Montréal, une bonne partie de la zone agricole et des terres boisées a été éliminée à proximité de l'île.

La topographie de ce territoire est peu accidentée et constitue en une plaine s'élevant légèrement vers les Appalaches et vers le bouclier Laurentien. L'élévation du territoire ne dépasse guère 60 m, exception faite de certaines régions situées aux limites de l'aire et de certaines collines qui

émergent des basses terres du Saint-Laurent, les Montérégiennes.

#### VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES DANS L'ABONDANCE RELATIVE

Les résultats obtenus au cours des hivers 1975-1976 et 1976-1977 découlant d'entrevues avec des cultivateurs répartis dans différents quadrats (mercators) de 100 km<sup>2</sup> (Chabot *et al.*, 1979) et les diverses mentions d'observations du 1<sup>er</sup> janvier 1970 au 1<sup>er</sup> avril 1977 qui nous ont été signalées, ajoutés aux données publiées et aux témoignages de divers biologistes et agents de conservation, nous permettent d'avoir une idée des variations géographiques de l'abondance relative de la Perdrix grise à travers l'aire qu'elle occupe au Québec (figure 3).

#### Discussion

Nous avons antérieurement démontré (voir Chabot *et al.*, 1979) que l'interaction entre la température et l'humidité pouvait affecter le taux de survie des jeunes à l'éclosion et au moment de leur élevage. Par contre, la Perdrix grise est capable de faire face à des conditions hivernales rigoureuses à cause d'adaptations morphologiques et comportementales particulières (Chabot *et al.*, 1979). Les conditions climatiques générales peuvent influencer l'abondance relative

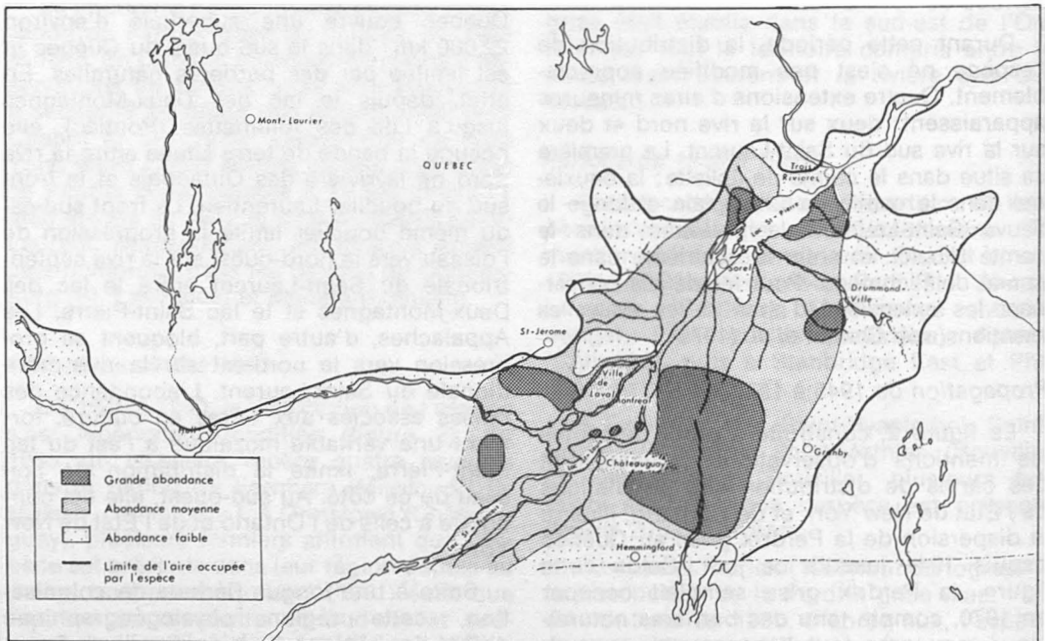


Figure 3. Variation géographique dans l'abondance relative de la Perdrix grise au Québec.

de l'espèce à l'échelle du continent nord-américain. Cependant, elles ne sont pas les causes profondes des variations géographiques d'abondance dans son aire au Québec.

La Perdrix grise est un oiseau des plaines cultivées. Sans elles, on ne peut espérer de grandes densités de population chez cette espèce. Elle se rencontre donc surtout sur les terres cultivées, moins fréquemment dans les jachères et les terrains vagues.

En se référant à des cartes (Atlas national du Canada, Anonyme, 1973; Service d'urbanisation de la ville de Montréal, Anonyme, 1966; Atlas économique du Québec, Gouvernement du Québec, 1966; Lajoie, 1975; et Ferland & Gagnon, 1967) qui décrivent le climat, le relief, le sol, le couvert forestier et l'utilisation agricole des terres, ainsi qu'aux statistiques agricoles du Québec (Gouvernement du Québec, 1977), il est possible de spéculer quant aux raisons qui peuvent influencer sur l'abondance et la répartition de la Perdrix grise et de définir les facteurs limitants les plus importants.

La Perdrix grise est limitée par des barrières naturelles dans l'expansion de son occupation des terres au Québec. Il a été établi que les champs de foin et d'avoine constituent le principal couvert de végétation lors de la nidification, que les champs de maïs constituent un bon gagnage à l'automne et à l'hiver et que les fermes laitières abritent une grande partie de la population de la Perdrix grise durant la saison froide (Chabot *et al.*, 1979). Ces types d'utilisation des terres, selon leurs fluctuations, résultent en une augmentation ou une diminution des effectifs de l'espèce. De fait, l'aire qu'elle occupe correspond en gros à l'espace occupé par les grandes cultures céréalières.

Certaines régions sont encore déboisées, généralement à cause d'un sol qui se prête peu à l'agriculture, et sont donc ainsi dépourvues d'habitats pour la Perdrix grise. Les régions immédiatement au nord de Terrebonne et de Sainte-Thérèse (Terrebonne), celle de Saint-Chrysostome (Châteauguay), les environs de Cowansville (Missisquoi) et Granby (Shefford), et quelques régions limitrophes à la rivière des Outaouais en sont des exemples.

Certaines régions comprises à l'intérieur de l'aire sont très peu cultivées, ou sont l'objet d'une exploitation agricole en croissance stable, en recul, ou sont à l'abandon. Généralement, ces régions ont un sol

peu propice à une exploitation agricole à haut rendement, ou encore, elles sont en voie d'urbanisation ou d'industrialisation, ce qui donne lieu à la spéculation et résulte en une sous-utilisation des terres agricoles. Les régions de l'Outaouais, de Terrebonne et de Huntingdon sont des exemples où l'exploitation agricole ne connaît pas une croissance normale. Le pourcentage des superficies en culture par rapport aux superficies défrichées est en dessous de 56% (Gouvernement du Québec, 1966). Les régions immédiates de Montréal, Laval, Hull et Trois-Rivières sont des exemples de régions en voie d'urbanisation et d'industrialisation.

Les régions qui supportent une forte population de Perdrix grise (figure 3) possèdent, en général, un sol très propice à l'agriculture. Celle-ci y est très florissante et y affiche une croissance normale, à l'exception de la région du lac Saint-Pierre où la croissance est au ralenti. Leur altitude ne dépasse généralement pas 60 m au-dessus du niveau de la mer. Deux secteurs de l'île de Montréal constituent des exceptions; il s'agit de la gare de triage du Canadien National à Côte-Saint-Luc et des terrains de l'aéroport international de Montréal. Ces deux secteurs comptent une population élevée de Perdrix grise, mais l'exploitation de l'agriculture y est à son minimum. La haute densité des populations de Perdrix grise s'expliquerait en partie par le fait que la chasse y est interdite, que la nourriture, le couvert de végétation et les abris y sont présents en abondance. À la gare de triage de Côte-Saint-Luc où la densité de la population semble très forte, il existe une nourriture très abondante. En effet, tout le long des voies ferrées, il existe des monticules de grains et de graviers échappés de wagons en provenance de l'Ouest du Canada. Comme on effectue le nettoyage des wagons à cet endroit, les grains qu'ils peuvent encore contenir sont déversés au sol. Lors d'une visite, le 5 mai 1976, nous avons dénombré au moins 5 000 Pigeons bisets (*Columba livia*) à cet endroit.

Troostwijk (1968) a trouvé aux Pays-Bas que les meilleurs habitats se rencontrent dans les terres cultivées, mais que les aéroports sont également très riches en perdrix. D'ailleurs, au début des années 1970, la Perdrix grise était considérée comme un oiseau dangereux à l'aéroport international de Dorval du fait qu'elle était attirée sur le bord des pistes d'atterrissage et risquait

d'entrer en collision avec les avions. Au cours d'un hiver, quelque 80 individus furent abattus au fusil en bordure des pistes.

La Perdrix grise est un oiseau de plaines. Il en résulte qu'aux limites de l'aire qu'elle occupe au Québec, à mesure que les terres prennent de l'altitude, elles deviennent de moins en moins abondantes et moins propices au maintien des effectifs.

Plusieurs facteurs contribuent à la variation géographique dans l'abondance de la Perdrix grise sur la rive sud du Saint-Laurent. Toutefois, à la lumière de ce que nous avons présenté, il semble que les variations géographiques dans la répartition des habitats favorables sont la principale cause des fluctuations numériques. Le sol pourrait aussi être un facteur important, mais indirectement, puisqu'il influe sur le potentiel agricole. Il est probable que les facteurs climatiques comme la température, l'épaisseur et la dureté de la neige, sont également des facteurs importants. En effet, au sud de la région de Montréal où il existe une forte abondance de Perdrix grises, la température moyenne en juillet (21°C) est nettement plus élevée que dans le reste de l'aire occupée par l'espèce ailleurs au Québec (18°C). La précipitation nivale est de quelque 200 cm au sud de la région de Montréal par rapport à 255 cm ailleurs (Ferland & Gagnon, 1967).

Il appert donc que le facteur limitant le plus important est probablement l'habitat, bien que d'autres facteurs tels que les précipitations en juin et juillet, les fortes tempêtes durant l'hiver, les pluies verglaçantes, les accidents routiers, les accidents agricoles et le braconnage comptent pour un pourcentage important de la mortalité.

### Remerciements

La présente étude a été rendue possible grâce à une contribution financière du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Nous remercions les membres du personnel du CREM qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent document, en particulier M. Normand David qui a participé aux entrevues auprès des cultivateurs. Nous remercions M. Raymond Cayouette pour avoir permis la consultation des feuillets d'observations quotidiennes des membres du Club des Ornithologues du Québec. Nous sommes aussi redevables aux membres de ce club, aux participants du Fichier de Nidification des Oiseaux du Québec (F.N.O.Q.), au Musée national des sciences naturelles, plus particulièrement M. Henri Ouellet qui nous a permis

la consultation de documents inédits et à toute les personnes (ornithologues amateurs, biologistes, agents de conservation, chasseurs, cultivateurs, etc.) qui ont contribué de près ou de loin à la présente étude en faisant mention de nombreuses observations pertinentes, en répondant à des questionnaires et en se prêtant à des entrevues. Également, nous sommes redevables à la revue Québec, Chasse et Pêche, et à certains média d'informations qui ont diffusé, à notre demande, des communiqués dirigés en particulier aux chasseurs. Enfin, nous remercions messieurs Henri Ouellet et Michel Lepage pour leurs commentaires constructifs.

### Références

- ANONYME, 1913. Game and Fisheries wardens. — Sixth Annual Rep. Game Fish. Dep., 1913: 10-84.
- ANONYME, (= C.R. ROLLAND), 1929. Report of the special committee of the Province of Quebec association for protection of fish and game on Hungarian Partridge and Capercaillie. — *Mimeo*gr., 14 p.
- ANONYME, 1934. Govt. Ontario, 27th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1933), 36 p.
- ANONYME, 1935. Govt. Ontario, 28th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1934), 32 p.
- ANONYME, 1938. Govt. Ontario, 30th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1936-1937), 42 p.
- ANONYME, 1939. Govt. Ontario, 31st Annual Rep. Game Fish. Dep., (1937-1938), 46 p.
- ANONYME, 1940. Govt. Ontario, 32nd Annual Rep. Game Fish. Dep., (1938-1939), 54 p.
- ANONYME, 1941. Govt. Ontario, 33rd Annual Rep. Game Fish. Dep., (1939-1940), 52 p.
- ANONYME, 1942. Govt. Ontario, 34th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1940-1941), 56 p.
- ANONYME, 1943. Govt. Ontario, 35th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1941-1942), 34 p.
- ANONYME, 1944. Govt. Ontario, 36th Annual Rep. Game Fish. Dep., (1942-1943), 33 p.
- ANONYME, 1951. Govt. Ontario. Report of the Minister of Lands and Forests of the Province of Ontario for the fiscal year ending March 31, 1951, 60 p.
- ANONYME, (sans date = 1955). Report on birds. — Annual Rep. Prov. Québec Soc. Protection Birds, 1954:9-27.
- ANONYME, 1966. Caractéristiques physiques de la région. — Serv. d'urbanisation, Ville de Montréal, Bull. tech. n° 4, 51 p.
- ANONYME, 1971. Trapping huns in Kemptville. — Ontario Dep. Lands Forests, *News*l., 24:3-4.
- ANONYME, 1973. L'atlas national du Canada. — Direction des levés et de la cartographie, ministère de l'Énergie, des mines et des ressources, Ottawa.
- ANONYME, 1977. Records of Vermont birds, summer 1976. — Vermont Inst. Sci. (Wayne Scott, Ed.), Woodstock, Vermont, 8 p.

- BAILLIE, J. L. & P. HARRINGTON, 1936. The distribution of breeding birds in Ontario. — *Trans. R. Can. Inst.*, 21: 1-50.
- BEARDSLEE, C.S. & H. D. MITCHELL, 1965. Birds of the Niagara frontier region. — *Buffalo Soc. nat. Sci.*, 22: 1-478.
- BELKNAP, J., 1952. The Hungarian Partridge in New York State. — *Kingbird*, 2: 80-82.
- BROWN, C.P., 1954. Distribution of the Hungarian Partridge in New York. — *New York Fish Game J.*, 1: 119-129.
- BULL, J., 1974. *Birds of New York State*. — W. Doubleday/Nat. Hist. Press, Garden City, New York, 655 p.
- BUMP, G., 1940. The introduction and transplantation of game birds and mammals into the State of New York. — *Fifth N. Am. Wildl. Conf.*, p. 409-420.
- BUMP, G., 1970. The Western Gray of Hungarian Partridge. — *U.S. Fish Wildl. Serv., Bureau Sport Fish. Wildl., FGL-17*, p. 1-4.
- CHABOT, J., R. McNEIL & J. BURTON, 1979. Une étude de la Perdrix grise (*Perdix perdix*) au Québec. — *Direction de la recherche faunique, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. R.R.F.*, 41, 186 p.
- DAWSON, J.B., 1961. Hungarian Partridges in Kemptville district. — *Ontario Fish Wildl. Rev.*, 1: 15-21.
- DAWSON, J.B. & N.D. PATRICK, 1960. The Hungarian Partridge in Ontario. — *Ontario Dep. Lands Forests, Southeastern Region, Spec. Fish Wildl. Bull.*, no. 1, 35 p.
- DEVITT, O.E., 1967. The birds on Simcoe county, Ontario. — *Brereton Fld Nat. Club, Barrie, Ontario*, 192 p.
- FERLAND, M. & R. M. GAGNON, 1967. Climat du Québec méridional. — *Ministère des richesses naturelles, Service météorologique, Gouvernement du Québec*, 107 p.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC, (sans date = 1966). *Atlas du Québec; l'agriculture*. — Bureau de recherche économique, ministère de l'Industrie et du Commerce, 47 cartes.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 1977. *Statistiques agricoles du Québec, 1975-1976*. — Éditeur officiel du Québec, 177 p.
- HARKNESS, W.J.K., 1954. Letter to John W. Aldrich of the Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior, and related to maps of upland game bird distribution (Unpublished).
- LAJOIE, P. G., 1975. Les terres agricoles du Québec méridional: distribution, étendue et qualité. — *Inst. rech. sols, Dir. rech., Agric. Canada, Ottawa*, 62 p.
- LEGGE, L., 1930. Stocking of Hungarians. — *Trans. 17th Am. Game Conf.*, p. 165-174.
- LEOPOLD, A., 1931. Report on a game survey of the North Central States. — *Sporting Arms and Ammunition Manufacturer's Inst., Madison, Wisconsin*, 299 p.
- LLOYD, H., 1944. The birds of Ottawa, 1944. — *Can. Fld-Nat.*, 58: 143-175.
- McATEE, W. L., 1929. Game birds suitable for naturalizing in the United States. — *U.S. Dep. Agric. Cir.*, no. 96, 23 p.
- McKEOUGH, G.T., 1924. Notes on some game birds in the county of Kent, Ontario season of 1924. — *Can. Fld-Nat.*, 38: 187-188.
- OLDYS, H., 1910. Introduction of the Hungarian Partridge into the United State, Pages 249-258 in *Yearbook of the U.S. Department of Agriculture. Government Printing Office, Washington, (1909)*.
- OUELLET, H., 1970. Changes in the bird fauna of the Montreal Region, Canada. — *Can. Fld-Nat.*, 84: 27-34.
- PHILLIPS, J.C., 1928. Wild birds introduced or transplanted in North America. — *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 61: 34-67.
- RAND, A. L., 1945. Hungarian Partridge in the Ottawa-Montreal area. — *Can. Fld-Nat.*, 59: 26-27.
- ROLLAND, J.A. 1951. Rapport sur le petit gibier. Rapport annuel 1951 de l'Association de la Province de Québec pour la Protection du Poisson et du Gibier inc., Montréal, p. 15-18.
- SCHIERBAUM, D., 1972. Hungarian Partridge releases in New York State. — *New York St. Dep. env. Conserv., Project W-81-R-19, Job VI-I*, 40 p.
- SNYDER, L. L., 1951. Ontario birds. — *Clarke, Irvin and Co. Ltd.*, 248 p.
- SNYDER, L. L., 1957. Changes in the avifauna of Ontario. — Pages 26-42 in *F.A. Urquart (ed.)*. Changes in the fauna of Ontario. *Univ. Toronto Press, Toronto*.
- SPRAGUE, T., 1969. Birds of Prince Edward County. — *Picton Gazette Publ. Co. Ltd.*, Picton, Ontario, 215 p.
- TAYLOR, D. J., 1942. Game management in Ontario. — *Trans. N. Am. Wildl. Conf.*, 7: 361-365.
- TONER, G. C., W. E. EDWARDS & M. W. CURTIS, 1942. Birds of Leeds County, Ontario. — *Can. Fld-Nat.*, 56: 8-12, 21-24, 24-44, 50-56.
- TROOTSWIJK, W. J. Doude van, 1968. Das Rebhuhn (*Perdix perdix*) in den Niederlander. — *Z. Jagdwiss.*, 14: 1-12.
- WELLS, R.A., 1951. More huns than you think. — *New York St. Conserv.*, 6: 24-25.
- WESTERSKOV, K., 1956. History and distribution of the Hungarian Partridge in Ohio, 1909-1948. — *Ohio J. Sci.*, 56: 56-70.
- WILSON, J. E., 1959. The status of the Hungarian Partridge in New York. — *Kingbird*, 9: 54-57.
- YEATTER, R. E., 1934. The Hungarian Partridge in the Great Lakes region. — *Univ. Mich. School For. Conserv. Bull.*, 5: 5-92.
- YOCOM, C. F., 1943. The Hungarian Partridge (*Perdix perdix* L.) in the Palouse region, Washington. — *Ecol. Monogr.*, 13: 167-201.



## OBSERVATIONS ON THE BREEDING BIOLOGY OF THE BOOBIES (*SULIDAE*) AT CLIPPERTON ISLAND, EASTERN PACIFIC

Julian J. DODSON and Gérard J. FITZGERALD  
Département de biologie, Université Laval, Québec G1K 7P4

### Résumé

Des observations portant sur les sites des nids, leur densité et l'état de développement des Fous de l'île de Clipperton en mars 1980, ont révélé la présence du Fou à pattes rouges (*Sula sula websteri*), du Fou à ventre blanc (*S. leucogaster nesiotés*) et du Fou masqué (*S. dactylatra granti*) à diverses étapes de leur cycle reproducteur. L'espèce la plus abondante, le Fou à ventre blanc, semblait être au maximum de son activité reproducteur. Les Fous à pattes rouges ont été vus avec des jeunes mais l'observation de leurs nids était impossible à cause des habitudes arboricoles de l'espèce. Le Fou masqué semblait avoir terminé son principal effort de reproduction. La densité des nids, les sites et la reproduction asynchrone sont discutés en fonction de la qualité de l'habitat et de la disponibilité de la nourriture. Nos résultats sont comparés aux observations faites sur des Fous d'autres régions. Les interactions entre le Fou à ventre blanc et le crabe (*Gecarcinus planatus*) sont aussi discutées.

### Abstract

Observations of the nest sites, nesting densities and developmental states of the boobies at Clipperton Island, March, 1980 revealed brown (*Sula leucogaster nesiotés*), white (*S. dactylatra granti*) and red-footed (*S. sula websteri*) boobies at various stages in the reproductive cycle. The dominant brown booby appeared to be at the peak of its reproductive effort, red-footed boobies were seen with nestlings but were inaccessible to observation due to their arboreal nesting habit and the white booby appeared to have passed their major reproductive effort. Brown booby nesting sites, nesting densities and asynchronous breeding are discussed relative to habitat type and available food supply and compared with observations of boobies in other regions. Interactions between nesting brown boobies and the abundant red land crab (*Gecarcinus planatus*) of Clipperton are reported.

### Introduction

Clipperton Island, situated at latitude 10°18'N and longitude 109°31'W is the most easterly coral atoll in the Pacific ocean. The nearest land, about 960 km to the north-east, is the coast of the Mexican state of Guerrero.

Clipperton has long been recognized as a haven for large numbers of seabirds (Stager, 1964; Ehrhardt, 1971). The first census of the avifauna of Clipperton Island, conducted in July, 1968 (Ehrhardt, 1971) revealed that boobies comprised 77.3% of the 26,000 birds counted, followed by terns (19.3%) and frigates (2.5%). Seventy-seven per cent of the boobies were brown boobies (*Sula leucogaster nesiotés*), 21 per cent were white

boobies (*Sula dactylatra granti*) and 2 per cent were red-footed boobies (*Sula sula websteri*). No published information exists concerning the ecology or the breeding biology of the booby populations of this unique ecosystem.

In March, 1980, an expedition to Clipperton Island was undertaken by the Cousteau Society in collaboration with the government of Québec. From March 7 to 17, 1980, we described nest sites, nesting densities and developmental states of the young of the brown booby. Limited observations are presented on the white and red-footed boobies as these species appeared to have either completed their reproduction or were relatively inaccessible.



### Clipperton island

Despite its isolation and desert climate, Clipperton Island has been the subject of numerous explorations and expeditions, scientific and otherwise. Between 1951 and 1958, Clipperton received at least a dozen known visits from French researchers as well as American scientists from the Scripps Institute of Oceanography. Between 1966 and 1969, the *Marine Nationale de France* undertook the 5 "Bougainville" expeditions to study principally the hydrology and hydrography of the lagoon. In 1976 and, most recently, in 1980, expeditions organized by the Cousteau Society visited the island. The results of these and other expeditions are contained in numerous manuscript reports and articles reviewed most recently by Niauxat (1978). The following brief description of the

island's physiography and biology are taken from Niauxat (1978), Sachet (1962a, 1962b) and Stager (1964), and the reader is referred to these articles for more extensive descriptions.

Clipperton is a narrow, low, uninterrupted landstrip of limestone debris supported by an oval-shaped coral reef (Fig. 1). The ribbon of land varies in width from 45 m to 400 m and completely encloses a lagoon of brackish water. The circumference of the island is about 12 km and the long, NW-SE, axis of the island measures 4 km. The island varies in elevation from 0.65 to 4.0 meters above estimated high tide level, while a small volcanic rock (Clipperton Rock) rises 29 m high near the south point.

The intertidal reef flats that surround the island are lined by sand beaches or cobble

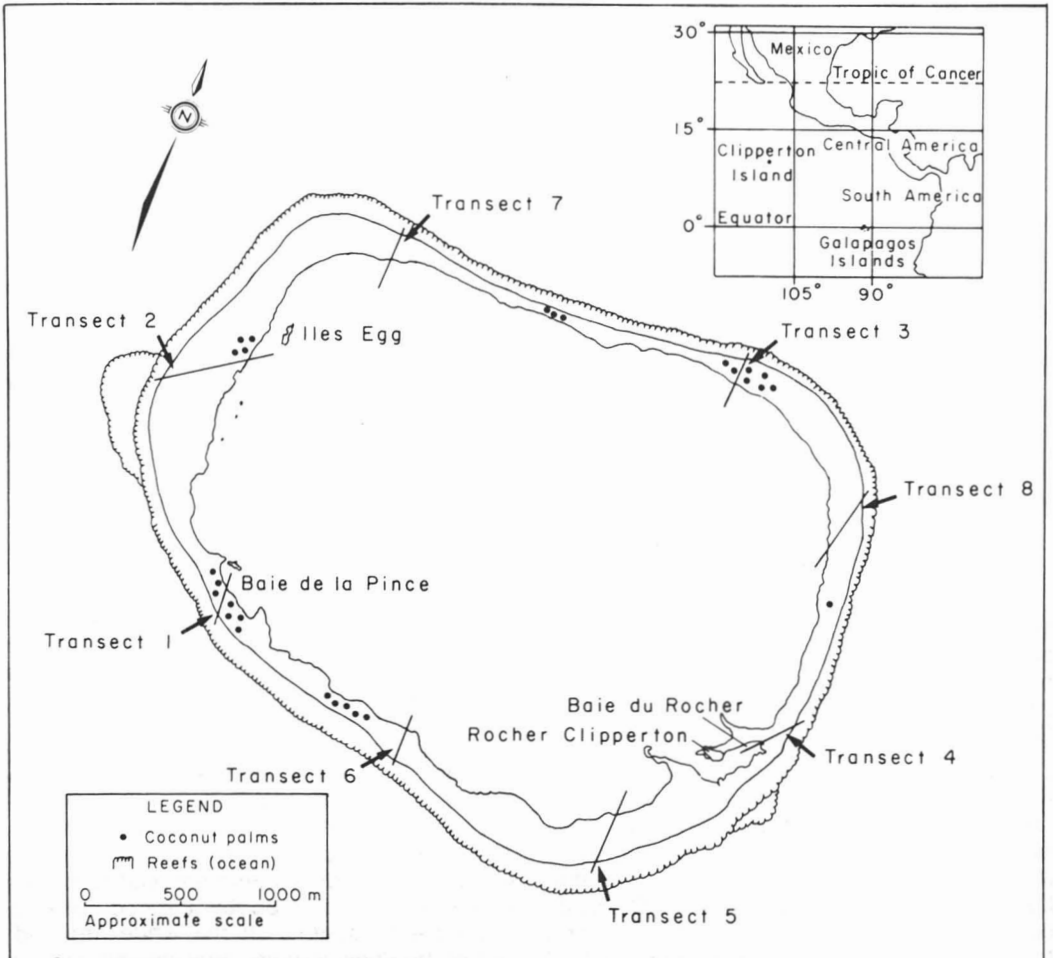


Figure 1. Clipperton Island. Lines crossing landstrip indicate locations of transects where observations of the booby populations were made in March 1980.

strands which rise to ridges of unconsolidated limestone and coral fragments. The land slopes down to the lagoon from the tops of these ridges and consists of loose or consolidated sediments that end in small cliffs or low muddy shores at the lagoon edge. In the consolidated sediments, the limestone pieces are bound by a phosphatic cement derived from the guano of seabirds. In some cases, the coral fragments are themselves partly phosphatized. These phosphatic conglomerates form flat pavements that are often interrupted by concentric step-like ledges that parallel the shores. Sand and coral fragments ranging in size from pebbles to boulders are scattered over the surface. Only in the coconut groves and amongst the mats of goatsfoot morning glory (*Ipomoea pes-caprae*) can one observe any accumulation of decomposed litter and humus.

The major terrestrial animal is the red land crab, *Gecarcinus planatus* Stimpson, 1860, whose extraordinary abundance was evaluated from 1966 to 1969 to be eleven million individuals, a density of approximately 6 crabs per square meter of island (Niaussat, 1978).

Pigs were introduced on Clipperton around 1897 and their numbers in 1958 were estimated at more than 50 (Stager, 1964). A pig extirpation plan was pursued during Stager's stay on the island as it was felt that the feral pigs were responsible for a depletion in the numbers of ground-nesting birds.

The vegetative cover of the island represents the most variable aspect of Clipperton's ecology. At the turn of the 20th century, a British company maintained a bird-guano mining operation on Clipperton. At this time it was reported that except for a lone coconut palm (*Cocos nucifera*) the island was almost completely devoid of vegetation, supposedly due to the presence of large concentrations of birds and crabs and the mining operations (Stager, 1964). During the 1958 expeditions, several hundred coconut palms were present and a portion of the island was covered with luxuriant mats of goatsfoot morning glory. Sachet (1962b) observed that the greater part of the island was covered with an ill-defined, variable assemblage of weedy species forming a low grassy or brushy cover. Sedge marshes were present along the lagoon shore.

Based on observations from the 1967 and 1968 Bougainville expeditions, Niaussat

(1978) concluded that there had been a general increase in the biomass of the island's vegetation since Sachet's times. Comparison of Sachet's (1962b) vegetation map for August, 1958 with that presented by Niaussat (1978, p. 121) for June, 1967 indicates a doubling of the area covered by coconut palms particularly in the south-west corner of the island, and a slight increase in the area covered by goatsfoot morning glory, most notable in the north and north-east sector of the island. In 1976, Niaussat (1978) observed areas of the atoll completely denuded of vegetation, particularly next to Clipperton Rock, to the east and to the north, but continued to observe an important cover of "pioneering" species elsewhere on the island. A certain number of *Casuarina* trees were introduced to the island in 1967 and 4 such trees were observed in March, 1980 to persist in the southwest corner of the island.

Our observations in March, 1980 indicate that whereas the density and surface area of the coconut palms continued to increase, the area of goatsfoot morning glory had been reduced since the 1976 observations and that the brushy cover of weedy species referred to by Sachet (1962b) and Niaussat (1978) had been destroyed. By far the greater part of the atoll was denuded of significant vegetative cover in March, 1980.

## Methods

Eight 3m-wide transects located around Clipperton island (Fig. 1) were each surveyed once between March 7 and 17, 1980. The length of the transect, the number of nests by species and their contents were noted for each transect. For each nest we recorded the number of eggs, nestlings and juveniles. We define nestling as all developmental states between naked and down beginning to cover the whole body, the chick thus becoming white. Juvenile includes all developmental states from fully downed and about half the size of the parent to partially plumaged and still loyal to the nest site.

The habitat of each transect was noted according to the following code: (a) loose or consolidated sediments with coral fragments ranging in size from pebbles to stones; (b) loose or consolidated sediments with coral fragments ranging in size up to boulders; (c) mixed, vegetation with open spaces of loose or consolidated sediments covered with coconuts, palm fronds and



Figure 2. *Sula dactylatra granti*, variously known as the white, blue-faced and masked booby, standing on the consolidated sediments typical of the Clipperton landstrip. *Left foreground*: adult, mainly white with dark brown flight feathers, greater wing-coverts and tail; color of bill yellowish or pinkish, feet and legs bluish-green; bare skin of face and throat blue. *Middle foreground*: chick, partially plumaged with down remaining only on the head, neck and back; approximate age, 85 days (after Dorward 1962). *Right foreground*: fully-feathered chick; head, neck, back and wings mainly brown and flecked with white; approximate age, 100 days, not yet fledged.

coral fragments of variable size; (d) vegetation with accumulation of decomposed litter.

### Results and discussion

Of the 326 nests observed, 90% (291) were of brown boobies, 8% (27) were of red-footed boobies and 2% (8) were of white boobies. Concerning white boobies (Fig. 2), clusters or "clubs" (Dorward, 1962) of near adults, juveniles and immatures were observed everywhere on the island, generally oriented into the wind along the lagoon shore. Adults were frequently observed feeding fully-feathered chicks that were still unable to fly to sea. Nests were observed only intermittently about the island (transect 2,3 and 5, Figure 1). Of the 8 nests observed, 4 contained one juvenile each, 1 contained one nestling, 2 contained 2 eggs each and one contained 1 egg. White

boobies were not observed to construct nests, the eggs being laid directly on the coral-limestone ribbon.

It was evident that the major reproductive effort of the white booby had passed. Dorward (1962), studying the white and brown boobies at Ascension, established that chicks of both species were fully-feathered but not yet fledged after approximately 105 days of development. Incubation lasts 42-46 days in the white booby. Due to the preponderance of fully feathered but not yet fledged chicks, we assume that the breeding season of the white booby was initiated approximately 150 days before our visit to Clipperton, that is, during the month of October, 1979. In the Galapagos, breeding of the white booby has only been reported in the late and early months of the year whereas at Ascension, breeding occurs mainly around July (Dorward, 1962).



Figure 3. The red-footed booby (*Sula sula websteri*), brown phase; adult, mainly pale brown with sooty black primaries; bill pale blue with a pinkish base; feet bright red; bare skin of face blue and of throat black. White-phase adults are mainly white with pale brown tail feathers.

Red-footed boobies are the only *Sulidae* of the island to build their nests in trees (Fig. 3). The twenty-seven nests were all observed in and around the large coconut palm grove in the southwest corner of the island. Of 16 nests observed perched on the crown or nestled amongst the fronds of coconut palms, 10 were cared for by brown-phase adults, 2 were cared for by white-phase adults and 4 were unattended at the time of observation. Ten other nests were observed clustered close together in four *Casuarina* trees. Eight of the nests were attended by white-phase adults and 2 by brown-phase adults. One white-phase adult was observed nesting at ground level amongst the roots of a coconut palm. Although it was not possible to observe the contents of all of the nests because of their height, each of 5 nests observed contained one fully-downed chick.

Brown boobies and their nests were present everywhere on the island (Fig. 4). Generally speaking, this species builds nests

on the ground out of material available in the immediate vicinity. We observed nests constructed of coconut palm fronds, feathers, aquatic vegetation from the lagoon, bits and pieces of flotsam from the high tide line and small coral fragments.

The density of brown booby nests varied greatly over the island (Table I). Such variability may have been due to an interaction between habitat type, exposure and competition with the white booby. The west and northwest areas of the island are barren stretches of loose and consolidated sediments littered with coral and limestone fragments presenting little potential nesting material for brown boobies. The area is buffeted during the summer months by westerly winds bringing squalls and storms (Sachet, 1962b). This area is primarily associated with the white booby (Ehrhardt, 1971; present study) whose earlier nesting period and non-existent nesting-material requirements seem better suited to the area than those of the brown booby.



Figure 4. The brown or white-bellied booby (*Sula leucogaster nesiotus*). *Left*: adult, female, predominantly brown with a white belly and white underwing; bill and legs yellowish-green, bare skin of throat and face bluish. *Right*: adult, male, much lighter in coloration on the head, neck and chest, the characteristic straight line of demarcation across the breast remaining distinct.

Elsewhere on the island, the brown booby is much more abundant in all habitat types. Although the variability in nesting density between transects is not clearly associated with habitat type (Table I), nesting densities along any one transect were influenced by the presence of large objects lying on the ground. Coral and limestone boulders, aggregations of coconuts and fallen fronds appeared to act as blinds permitting greater densities of nests. Inter-nest distances were generally less than 2 meters in the vicinity of blinds but greater than 3 meters on open flat areas. Brown booby nests were absent from heavily vegetated areas.

The nesting sites of brown boobies on Clipperton do not conform to those described for other areas. Simmons (1967) reported that Ascension Island brown boobies tend to space their nest-sites such that nests are "some yards apart" with no encirclement by other nests. The brown booby also characteristically chooses steep sites such as slopes and cliff-tops and faces on the periphery of

islands overlooking the sea. Simmons (1967) suggests that spaced nests and steep sites influence the brown boobies antagonistic behavior. They are unrestrained by close neighbours and can readily take wing from a vantage point. Dorward (1962) observed brown and white boobies at Ascension and noted that white boobies preferred level places for nesting and always exhibited greater nest densities than brown boobies. Although interspecific fighting over territories was rarely observed, Dorward (1962) reported the general impression that brown boobies nested where they were not pushed off by the white. In a situation resembling more so that of Clipperton, Hernandez and Jiménez (1972) observed that brown boobies nesting on islands in the Bay of Chamela, Jalisco, Mexico generally chose sites totally free of vegetation or partially-shaded sites adjacent to vegetated areas. Inter-nest distances in areas of high nest density were in the order of 1.20 to 1.30 meters becoming generally greater and more variable in areas of low nest density.

TABLE I

The distribution, density and basic clutch composition of brown booby nests at Clipperton Island, March, 1980.

<i>Transect</i>	<i>Sector</i>	<i>Date</i>	<i>Habitat type</i>	<i>Density (nests per paced m)</i>	<i>% Nests eggs only</i>	<i>% Nests with chicks*</i>	<i>% Nests empty</i>
7	NW	14/03	a,b	.003	0	100(1)	0
2	W	12/03	a	.01	57(4)	0	43(3)
1	SW	11/03	c	.22	73(33)	26(12)	0
6	S	13/03	c	.16	95(22)	5(1)	0
5	SE	13/03	a,b	.38	52(39)	45(34)	3(2)
4	E	13/03	b	.14	57(23)	43(17)	0
8	NE	14/03	a	.16	93(38)	5(2)	2(1)
3	NE	12/03	b,c	.34	94(56)	2(1)	4(2)

Numbers in brackets represent number of nests in sample.

\* 'chicks' includes both nestlings and juveniles.

Apart from Clipperton rock and the minor lagoon-shore terraces, steep habitat is not available to brown boobies nesting on Clipperton. This lack of appropriate nesting habitat may be compensated for by the observed tendency of brown boobies to cluster closer together in areas providing blinds. Blinds serve the dual purpose of hiding nests from close neighbours and providing vantage points for non-brooding adults. The observations of Stager (1964) include a mention of brown boobies nesting about objects acting as blinds but he concluded they acted as barriers against marauding feral pigs, all of which were destroyed subsequent to Stager's visit in 1958. Due to the brevity of our visit to Clipperton, we are unable to evaluate the importance of inter-specific competition between brown and

white boobies in determining the observed distributions of nests.

Reproductive synchrony of the brown booby at Clipperton was not apparent as some birds were observed copulating and nest building while others cared for clutches of eggs, nestlings and juveniles (Table II). The greatest degree of development was observed at transect 5 with 30% of the clutches containing nestlings and 13% containing juveniles, followed by transects 4 and 1. Transects 6, 8 and 3 formed a second younger grouping with over 90% of the clutches containing eggs only. Dorward (1962) observed that brown booby chicks were entirely covered by down and about half the size of the parent at 27 to 36 days of age. Thus breeding was probably initiated at

TABLE II

Clutch size and composition of brown boobies at Clipperton Island, March 1980. Numbers in brackets represent number of nests observed.

<i>Transect</i>	<i>% Composition</i>						
	<i>1 egg</i>	<i>2 eggs</i>	<i>1 egg + 1 nestling</i>	<i>1 nestling</i>	<i>2 nestlings</i>	<i>juveniles</i>	<i>empty</i>
7	0	0	100(1)	0	0	0	0
2	43(3)	14(1)	0	0	0	0	43(3)
1	22(10)	51(23)	2(1)	20(10)	0	2(1)	0
6	17(4)	78(18)	0	5(1)	0	0	0
5	21(16)	31(23)	1(1)	29(22)	1(1)	13(10)	3(2)
4	25(10)	32(13)	20(8)	18(7)	5(2)	0	0
8	17(7)	76(31)	2(1)	2(1)	0	0	2(1)
3	37(22)	57(34)	2(1)	0	0	0	4(2)
Totals	25(72)	49(143)	4(13)	14(41)	1(3)	4(11)	3(8)



transect 5, followed by transects 4 and 1, approximately one month prior to breeding at transects 6, 8 and 3.

Differences in developmental state between transects were not clearly related to density or habitat type (Table I). Simmons (1967) suggests that while an intrinsic, physiological rhythm brings the birds to the peak of breeding condition about every eight months, the current food situation actually determines the start of breeding. At Clipperton, it is unlikely that fish available to birds from transects 1, 4 and 5 were not available to birds from transects 6, 8 and 3. Therefore, availability of food cannot alone account for the asynchrony observed. Longer term studies are needed to investigate the causes of asynchronous breeding on such a small land mass and to establish if brown boobies at Clipperton exhibit a less than annual reproductive cycle as reported by Dorward (1962) and Simmons (1967) for brown boobies at Ascension.

Several authors have discussed the fact that brown and white boobies have an anomalous clutch of 2 eggs even though only a single chick is reared, the second

chick hatched being almost invariably evicted from the nest by its sibling (Simmons, 1967). The second egg and resultant chick are considered as insurance against the loss of the first egg or chick such that the reproductive process can proceed with no need to restart breeding (Dorward, 1962; Simmons, 1967). Our observations revealed the same phenomenon for the brown booby population at Clipperton. Of the 215 clutches observed containing eggs only, 66.5% (143 clutches) contained 2 eggs whereas of the 65 clutches containing chicks only, less than 5% (3 clutches) contained 2 chicks (Table II). Furthermore, expulsion from the nest of chicks by siblings was observed on several occasions.

Predation on the booby populations at Clipperton appeared to be minimal. The millions of red land crabs represented the most likely source of predation. They searched incessantly for food and were often observed harassing brooding boobies (Fig. 5) although we never observed land crabs preying on eggs or young. It appeared that the crabs were more interested in eating the fish regurgitated by boobies in the vicinity of their



Figure 5. A brooding male brown booby and its attendant land crabs (*Gecarcinus planatus*). Crabs in the foreground are devouring the remains of a regurgitated fish while others graze on nesting material and profit from the shade. Note crab in the nest to the right of the bird.

ests and in grazing on the green succulent vegetation used by boobies to construct their nests. On one occasion, a crab was observed to displace an egg from a nest so as to graze on the green vegetation lining the bottom of the nest. However, there is no doubt that unattended defenseless chicks would quickly succumb to the persistent and omnipresent crabs, although this was never observed as small nestlings were never observed to be left unattended by their parents.

### Acknowledgements

This project was financially supported by the *Ministère des affaires intergouvernementales du Québec* to whom we express our thanks. We wish to thank the *Service aérien gouvernemental du Québec* and the flying crew for transport to and from Clipperton and the Cousteau Society for logistical support on the island.

### References

- DORWARD, D. F., 1962. Comparative biology of the white booby and the brown booby *Sula* spp. at Ascension. — *Ibis*, 1036: 174-220.
- EHRHARDT, J. P., 1971. Census of the birds of Clipperton Island. 1968. — *Condor*, 73: 476-480.
- HERNANDEZ, C. S. & L. A. P. JIMÉNEZ, 1972. Notas sobre la biología de la buba de vientre blanco (*Sula leucogaster nesiotis*; Familia: *Sulidae*) en la bahía de Chamela, Jalisco, Mexico. — *Revta Soc. mex. Hist. nat.*, 33: 113-122.
- NIAUSSAT, P.-M., 1978. Le lagon et l'atoll de Clipperton. — *Trav. Mém. Acad. Sci. Outre-Mer*, Paris, 189 p.
- SACHET, M., 1962a. Geography and land ecology of Clipperton Island. — *Atoll Res. Bull.*, 86: 1-115.
- SACHET, M., 1962b. Flora and vegetation of Clipperton Island. — *Proc. Calif. Acad. Sci.*, fourth ser., 31: 249-307.
- SIMMONS, K. E. L., 1967. Ecological adaptations in the life history of the brown booby at Ascension Island. — *Living Bird*, 6: 187-212.
- STAGER, K. E., 1964. The birds of Clipperton Island, Eastern Pacific. — *Condor*, 66: 357-371.





## ANALYSES ET COMMENTAIRES

### RÉFLEXIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE TAXONOMIQUE À PROPOS D'UNE CHAUVE-SOURIS

Paul PIRLOT

Département de sciences biologiques, Université de Montréal,  
Case postale 6128, Succursale A, Montréal, Québec  
H3C 3J7

#### Résumé

Le statut taxonomique de l'espèce *Eumops perotis* et de sa sous-espèce *E.p. renatae* est discuté sur la base de données biométriques et géographiques. On tente de montrer que la considération de données écologiques est nécessaire à la solution des problèmes soulevés. On généralise le débat pour conclure que la taxonomie fondée exclusivement sur des collections de musées demeure insatisfaisante et peut s'améliorer par une méthodologie écologique (de terrain) et éthologique (de comportement). Cette combinaison apparaît comme un progrès vers le réalisme en taxonomie.

#### Abstract

The taxonomic status of the species *Eumops perotis* and its subspecies *E.p. renatae* is discussed on the basis of biometrical and geographical data. An attempt is made to show that it is necessary to consider ecological data as well in order to solve the problems of this issue. A general conclusion is that a taxonomy exclusively based on museum collections remains unsatisfactory and can be improved by adopting an ecological (field) and ethological (behaviour) methodology. This combination is viewed as a progress toward realism in taxonomy.

#### Introduction

Les réflexions qui suivent se rapportent à 1) une note taxonomique publiée par moi dans «Le Naturaliste canadien» (Pirlot, 1965); 2) une suite de cette note que j'ai fait paraître dans «Mammalia» (Pirlot, 1968); 3) une critique de mes deux articles également dans «Mammalia» (Smith & Genoways, 1969); 4) une monographie de Eger (1977). Tous ces travaux traitent, au moins parmi d'autres espèces, de *Eumops perotis (renatae)* (Molossidæ, Chiroptera); ils me fournissent, d'une part, l'occasion d'une mise au point sur le statut de cette forme, d'autre part (et ceci sera la partie principale de cette note), de quelques remarques et suggestions relatives à la pratique contemporaine de la taxonomie sur la base de mensurations.

#### Mise au point sur *E. perotis (renatae)*

Récemment, j'ai découvert un article de «Mammalia» où Smith et Genoways (1969) étudient la validité de l'espèce *Eumops renatae* dont ils m'attribuent la paternité (p. 529 et 530). Cette affirmation est contraire à la vérité. Elle est peut-être due à une erreur de traduction, accident assez banal mais particulièrement regrettable lorsque celui qui commet l'erreur se fonde sur elle pour prétendre corriger un travail d'autrui — correction qui, en l'occurrence, n'est qu'un coup d'épée dans l'eau. En fait, j'ai écrit dans cette revue (Pirlot, 1968, p. 91) à propos d'un spécimen unique de Cumana (est du Vénézuéla): «...cette forme, déterminée subséparément par moi *E. perotis renatae*, me paraît maintenant, après examen des exemplaires du Pérou, présenter de for-

tes chances d'être une espèce distincte qui serait donc *E. renatae* (Pirlot, 1965)». Mon texte exprime une hypothèse, tout au plus une probabilité, mais aucune prise de position. Si j'avais voulu créer une espèce, je l'aurais dit de manière non ambiguë, avec la terminologie habituelle d'une diagnose formelle.

### Statut de *E. perotis* et *E. trumbulli*

Mon point de départ dans cette section sera la monographie très intéressante de Eger (1977). Ce travail traite du genre *Eumops* et, entre autres, des espèces *E. perotis* (sous-espèce *E. p. perotis*) et *E. trumbulli*. Eger utilise les techniques de la taxonomie numérique (utilisant les *operational taxonomic units*) de Sneath et Sokal et elle recourt à l'analyse en composantes principales. Je toucherai ici deux points de son étude qui se rapportent à mes propres articles (Pirlot, 1965, 1968).

L'espèce *E. perotis* est connue de la Californie à l'Argentine. On a trouvé *E. p. californicus* au nord de Mexico et *E. p. perotis* en Amérique du Sud à partir de la frontière Panama-Colombie approximativement. Cette dernière sous-espèce occuperait un vaste arc de cercle circum-amazonien allant de la région de Cumana (est du Vénézuéla) le long des côtes de ce pays, de la Colombie, du Pérou, du Chili septentrional, puis à travers le sud du Brésil jusqu'au nord-est de ce dernier pays (région de São Luis) (Eger, 1977, fig. 26, p. 49; voir carte ci-jointe, fig. 1). De cet anneau géographique, le centre est l'Amazonie, qui serait occupée, selon Eger, par *E. trumbulli*, avec statut spécifique. La carte de Eger laisse un espace blanc entre la zone annulaire à *E. perotis* et la région centrale à *E. trumbulli*, ce qui suggère une allopatridie; mais la signification réelle de cette allopatridie dépend de l'intensité de récolte dans cette partie du continent. À ma connaissance, on a très peu récolté dans cette bande blanche et même assez loin au-delà de ses bords. Cette bande correspond en partie à la barrière naturelle des Andes dans ses sections vénézuélienne, colombienne, péruvienne et bolivienne, en partie au Mato Grosso et aux montagnes de l'est du Brésil. Ceci porte à croire que la séparation spécifique entre *perotis* et *trumbulli* coïncide avec une séparation à la fois géographique et écologique. On pouvait s'y attendre. En définitive, si je comprends bien les cartes et commentaires de Eger (1977), *E. trumbulli* occu-

perait un habitat homogène, d'un seul tenant, consistant en forêt humide de basse altitude, et ne présenterait pas de division subs spécifique sur cette étendue. L'unité taxonomique se superposerait ainsi à une unité écologique. Cet aspect de la situation, révélé grâce à l'abondance du matériel de Eger, m'est demeuré inconnu en 1968 lorsque j'ai adopté le nom de *E. perotis* pour 15 spécimens d'Indiana, localité proche d'Iquitos en Amazonie péruvienne. Je n'ai pas tenu compte d'une correction de Sandborn (1949) qui avait amendé sa détermination *E. perotis trumbulli* de 1932 pour des spécimens de cette région en *E. trumbulli*, ne voulant pas m'engager dans une discussion au niveau subs spécifique. Ma raison, satisfaisante ou non, d'agir ainsi était que tous mes spécimens présentaient une couleur très sombre («de teinte fulgineuse», ai-je écrit en 1968, p. 90) alors que Sandborn (1949) insistait sur la couleur claire de *E. trumbulli* (o.c. p. 283). Quant aux longueurs des avant-bras, je n'y ai pas trouvé de critère en faveur de *E. trumbulli*. En effet: 1) huit spécimens sur quinze dans mon échantillon fournissaient des mesures supérieures au maximum (72,2 mm) indiqué par Sandborn (1949) pour *trumbulli*; 2) Hall et Kelson (1959) utilisent la limite 73,0 mm pour séparer *E. perotis* (73,0 mm et au-dessus) d'une autre espèce plus petite et plus septentrionale (*E. underwoodi*): or, quatre de mes spécimens avaient des avant-bras de 73,0 mm et plus. J'ignorais alors l'existence d'un «bloc écologique et taxonomique» de *Eumops* de taille plus petite s'étendant de l'embouchure de l'Amazone au versant oriental des Andes. Je n'ai, pour le surplus, pas été le seul auteur à penser que *trumbulli* n'est qu'une sous-espèce de *E. perotis* car un expert taxonomiste tel que Koopman (1971) continuait, trois ans après moi, à considérer *trumbulli* comme une race de *perotis*. Le choix que j'ai fait me paraît être celui qu'auraient fait 95% des praticiens de la taxonomie purement morphologique et non statistique — ce qui représente sûrement la très grande majorité de tous les taxonomistes; c'est le choix comportant la combinaison «moyenne» de certitude et de risque et qui convient toujours, même en 1980, dans les innombrables situations où l'on ne dispose que de peu de spécimens et de peu de critères. Mais je ne suis pas un taxonomiste professionnel. Incliné à donner du poids à un argument écologique dont j'ignorais l'existence voici 12 ans, je pense aujourd'hui que

mes spécimens d'Indiana doivent être nommés *E. trumbulli* en accord avec Eger (1977) plutôt que *E. perotis* ou même que *E. p. trumbulli*. Mais ce n'est pas en raison d'arguments de morphologie seulement que j'opère ce changement. En fait, j'y vois toujours un risque puisque la couleur du pelage de mes animaux correspond bien à celle de *E. perotis* et que les longueurs de leurs avant-bras rejoignent celles de *E. perotis* (selon Hall & Kelson, 1959), espèce très hétérogène (voir paragraphe 3). Je n'ai et ne trouve nulle part une explication de cette observation. À titre d'information additionnelle, je mentionne que les moyennes des avant-bras sont 70,84 mm pour les 5 mâles de ma collection (contre 71,55 mm pour 20 mâles *trumbulli* de Eger, p. 53) et 71,36 mm pour mes dix femelles (contre 70,22 mm pour 31 femelles de Eger, *ibid.*). Les chiffres sont très proches les uns des autres et mes échantillons sont trop petits pour être démonstratifs.

Voilà un point de méthodologie important. Je pense qu'il faut tenir compte de paramètres éco-géographiques autant que des traits biométriques et, dans l'exemple traité ici, je suis plus impressionné par les premiers que par les seconds parce que ceux-ci sont statistiquement très faibles par eux seuls. Avant de continuer mes commentaires méthodologiques, je voudrais passer à un second problème concernant *Eumops*.

### La question de la sous-espèce *renatae*

Mon unique spécimen de Cumana, proposé comme *E. perotis renatae* (Pirlot, 1965) provient exactement de l'extrémité nord-est de l'anneau géographique ouvert (presque fermé, cependant) occupé par l'espèce, soit d'une région contiguë au delta de l'Orénoque ou Amacuro. Le contraste de cette situation avec celle de *E. trumbulli* est frappant. Nous avons ici un morcellement à la fois géographique et écologique évident. Cette hétérogénéité ambiante de l'espace occupé par *E. perotis* s'oppose fortement à l'homogénéité du milieu où vit *E. trumbulli*. Les flèches sur la carte ci-jointe (fig. 1) indiquent les positions de plusieurs barrières (montagnes ou hautes collines) suffisantes pour annuler ou réduire considérablement le flux génique entre populations locales. Ces séparations sont celles que j'ai observées personnellement et il en existe sans doute d'autres que je ne connais pas. De telles barrières créent proba-

blement des différences statistiquement significatives entre des traits quantitatifs : rappelons qu'il suffit d'obstacles topographiques bien moins importants que les sommets que j'ai indiqués pour créer des divergences morphologiques entre groupes de mammifères ou d'oiseaux (en dépit de la possibilité du vol au-dessus de tels obstacles). Chez l'homme même, l'isolement relatif et temporaire que constitue l'entité familiale ou tribale suffit à produire souvent et rapidement (en nombre de générations) des traits distinctifs dits « raciaux ». Strictement, à un moment donné, il existe autant de « races » que de familles — et les registres de l'état civil, conjointement avec les cartes d'identité munies de photographies et de brèves descriptions morphologiques, forment en réalité une taxonomie subsppécifique remarquable dont les polices criminelles et les médecins sont au courant depuis longtemps. Chez les mammifères sauvages, pareillement, à tout instant donné, on peut dire que n'importe quelle petite population dont les individus s'entrecroisent constitue une entité raciale localisée. Cela ne veut pas dire qu'il faut créer des noms de sous-espèces selon sa fantaisie tous les cent mètres ou tous les cent kilomètres. Mais on peut le faire à des passages nets d'une entité éco-géographique importante à une autre. Et même, ne devrait-on pas le faire chaque fois que l'on n'a pas de contre-indications sous la forme d'arguments génétiques lesquels peuvent être de type statistique mais appuyés sur une réalité écologique ?

Il est clair qu'un espace éco-géographique défini, tel que la région de Cumana, est susceptible d'abriter une population de mammifères distincte au moins subsppécifiquement. C'est à cause de ce fait écologique que j'ai fait l'hypothèse qu'un spécimen d'*E. perotis* ayant un avant-bras de 83,7 mm (dimension littéralement extraordinaire) représentait probablement un type local subsppécifique, laissant aux taxonomistes le soin de réétudier le statut des *Eumops* de la même région lorsqu'ils auraient de nombreux spécimens de cette région à leur disposition (Pirlot, 1965, p. 6). On notera que ni Smith et Genoways (1969), ni Eger (1977) ne semblent avoir examiné d'autre spécimen d'*E. perotis* que le mien en provenance de cette région. J'insisterai aussi ici sur le chiffre de 83,7 mm obtenu par moi en 1964 alors que Smith et Genoways (1969) donnent la mesure 82,5 mm prise plusieurs années plus tard, sans doute, sur un animal

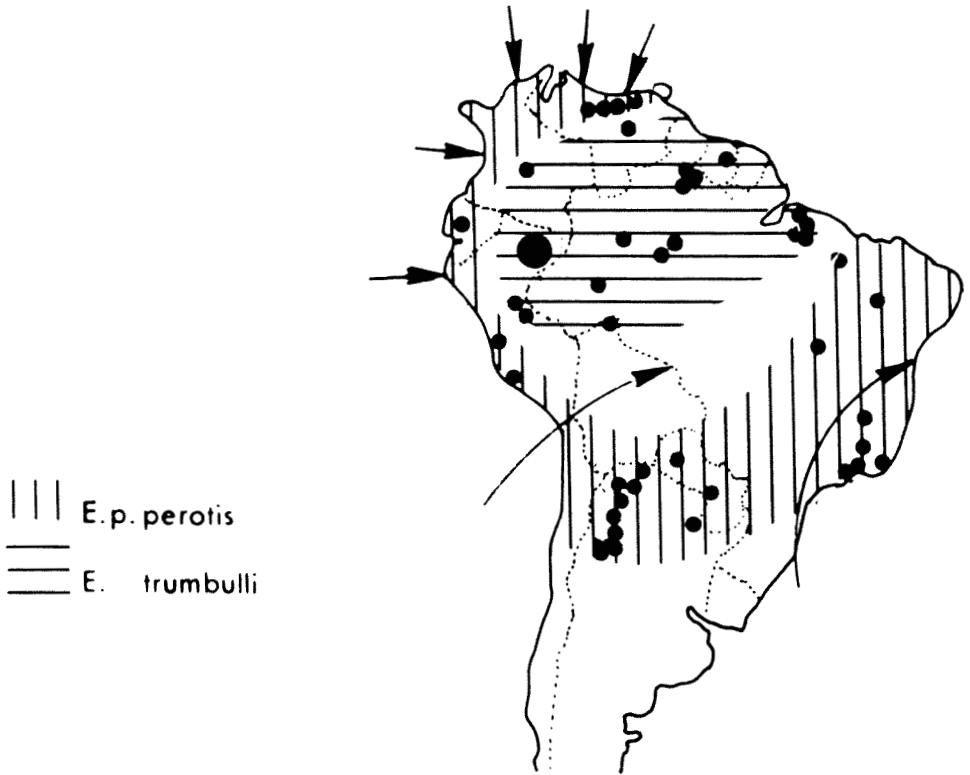


Figure 1. Répartition géographique de *E.p. perotis* et *E. trumbulli* en Amérique du Sud.

déshydraté par l'alcool (sans s'expliquer sur cette discordance comme ils auraient dû le faire par simple objectivité). Même avec le chiffre 82,5 mm, ce spécimen dépassait en taille tous les autres de la quarantaine d'*Eumops* examinés par ces deux auteurs.

Nous avons manifestement ici un cas de chaîne de races s'étirant en un immense arc de cercle du delta de l'Orénoque (Cumana) au sud du delta de l'Amazone (São Luis) par la côte du Pacifique. Il serait irréaliste de ne pas tenir compte des subdivisions écologiques qui découpent cet anneau géographique en plusieurs segments. Par exemple, impliquer une distribution continue de *E. perotis* de la côte pacifique jusqu'à la côte atlantique comme le fait Eger (1977, fig. 26, p. 49, reprise dans la figure 1) est inacceptable. Pour s'en rendre compte, il suffit d'aller voir, en particulier, les sommets couverts de neige et de glace des frontières chilienne-bolivienne-argentine, et d'essayer d'y attraper des *Eumops*. La continuité n'est qu'un mythe en un tel cas. On peut en dire autant du segment nord et nord-ouest de l'anneau de distribution en cause. J'émetts cette opinion parce que j'ai, au cours des

années 60 et 70, parcouru par voie aérienne ou terrestre ce trajet annulaire de l'Amacuro à Maracaibo, Panama, Bogota, Quito, Lima, Santiago, Mendoza, Asuncion, São Paulo, Recife et Belém. Le morcellement écologique de ce parcours géographique est extrême: forêts de basse altitude, forêts de montagne, savanes, steppes ou analogues, déserts, champs de neiges et glaciers, tout un choix offert à la différenciation au moins subsppécifique des mammifères, même capables de voler. Dans ces conditions, il m'apparaît fort imprudent d'affirmer l'homogénéité spécifique d'un animal tel qu'*E. perotis* sur la base de petits échantillons qui ne fournissent qu'un argument morphologique négatif, tout en négligeant l'argument écologique positif. L'expérience universelle nous enseigne qu'à une diversité écologique correspond le plus souvent une diversité taxonomique.

C'est donc (a) en tenant compte du terrain et (b) avec des échantillons abondants qu'on peut décider raisonnablement bien qu'hypothétiquement si un spécimen de Cumana appartient ou non au même groupe biologique que ceux éventuellement cap-

turés plus à l'ouest, au-delà des collines qui limitent cette région. Dans ce cas-ci, je crois avoir satisfait à la condition (a) mais à celle-là seulement et c'est pourquoi, en proposant le nom subspécifique nouveau *renatae*, par référence à des collections recueillies loin à l'ouest d'ailleurs, j'ai fortement insisté sur le caractère relativement insatisfaisant et provisoire de cette diagnose (Pirlot, 1965, p. 5 et 6) ce que Smith et Genoways (1969) ont passé sous silence. De son côté, Eger (1977) n'était pas en meilleure position que moi; en fait, elle n'a satisfait aucune des conditions (a) et (b) ci-dessus. N'ayant pas vu d'autre spécimen que le mien de la région de Cumana, elle n'a apparemment examiné en tout que deux animaux de la même espèce capturés sur les quelque 1 150 km de la longueur est-ouest du Vénézuéla, étendue clairement subdivisée en plusieurs régions naturelles (Eger, 1977, p. 51). Si elle doublait ou triplait son échantillon, ce qui ne le rendrait pas encore bien impressionnant, ses conclusions statistiques pourraient varier totalement. Deux choses sont à conseiller en pareil cas: d'abord, récolter davantage; ensuite, accorder au départ une valeur significative aux données écologiques, telles que les barrières géographiques importantes. En tout cas, lorsque l'on soupçonne une sérieuse hétérogénéité dans un groupe à dispersion étendue mais qu'on ne dispose pas de grands échantillons la prudence méthodologique conseille de recourir à une nomenclature *subspécifique*: celle-ci a l'avantage de ne pas impliquer une diversité profonde tout en exprimant le fait observé d'une certaine diversité — en attendant un complément de données.

### Être ou ne pas être écologiste-éthologiste

Je pense pouvoir tirer de ce qui précède la leçon générale suivante: la *taxonomie de conservatoire ne peut jamais être en désaccord profond et prolongé avec les observations de terrain*. Il faut même chercher activement à fonder celle-là sur celles-ci si l'on veut se libérer de l'artificialité a-scientifique qui a marqué tant de publications taxonomiques jusqu'au milieu de notre siècle, et même après malheureusement: de ce point de vue, certaines institutions américaines sont étonnamment en retard, acceptant et publiant comme thèses de doctorat, par exemple, des rapports prétendument systématiques qui ne sont que des opérations de pur rangement où les noms d'animaux

pourraient être presque remplacés par des mentions de timbres-poste.

Cherchons donc, en accord avec ces premières conclusions, à cerner le domaine d'une approche polyvalente, en taxonomie. Il va de soi que les structures demeurent l'objet premier de l'étude (bien qu'une taxonomie des fonctions ou des comportements soit à envisager parallèlement). Cette étude ne peut être simplement qualitative. Les techniques quantitatives (biométriques et statistiques) doivent intervenir. Je voudrais faire sur ces techniques quelques remarques. En gros, il s'agit de tests déterminant qu'il n'est pas prouvé qu'une différence observée entre deux échantillons ou un échantillon et un spécimen isolé a moins de 5% de probabilité d'être due au hasard. Ceci conduit méthodologiquement à admettre, avec une prudence louable mais draconienne, qu'on n'a pas démontré que les entités comparées appartiennent à la même population *statistique*. On peut traiter simultanément de nombreux caractères (38 mentionnés par Eger, 1977, p. 3-5), et estimer la position de tout échantillon ou spécimen dans un «espace caractériel» donné, en recourant à des fonctions discriminantes. La justification épistémologique implicite de ces méthodes semble être que l'image statistique (probabiliste) proposée correspond dans la réalité à une situation génétique (probabiliste également) ce qui permet de prendre une décision aux niveaux systématique (relations probables de parenté) puis taxonomique (nomenclature). Ici, on rencontre l'objection bien connue: sait-on, pour chaque espèce particulière dans quelle mesure et selon quelles règles les traits phénotypiques morphométriques sont l'expression des croisements génétiques? Pas toujours, sans doute, mais peut-être dans les cas (et ces cas-là seulement) où l'on a pu analyser génétiquement et statistiquement des échantillons abondants d'entités naturelles connues comme principalement endogamiques. Cela veut dire qu'en fin de compte on se réfère toujours au moins implicitement à un groupe dont les membres sont censés s'entrecroiser entre eux beaucoup plus (et ce degré varie) qu'avec les membres d'autres groupes. La conséquence méthodologique pratique de cette façon de faire peut être illustrée de la manière suivante.

Supposons qu'on doive décider si le spécimen A' capturé à «peu de distance» (expression très relative) d'un groupe nom-

breux A' considéré comme un bon échantillon de l'espèce A, appartient ou non reproductivement parlant à ce groupe A'. On conclura que oui si l'on ne parvient pas à démontrer qu'il s'en distingue avec une probabilité de plus de 95% sur la base de certains caractères biométriques. La démarche logique suit *une voie négative*. Elle est rationnelle et acceptable. Cependant, prenons le cas d'un spécimen B'' capturé «très loin» (soit une île à 1 000 km du continent) d'un échantillon continental B' qui représente bien l'espèce B. On peut gager que presque tous les taxonomistes (a) ne se soucieront même pas de procéder à une analyse statistique pour discuter de la question d'appartenance; (b) que même s'ils le font et obtiennent un résultat négatif c'est-à-dire s'ils ne peuvent pas prouver que B'' appartient à un groupe statistiquement distinct de B' relativement à certains caractères biométriques, ils rangeront néanmoins ce spécimen B'' dans une autre catégorie taxonomique que B' simplement à cause de son éloignement, donc selon un critère écologique, tout en maintenant que B'' et B' sont biométriquement indistinguables «sur la base du matériel disponible» comme dit une formule consacrée. Leur logique suivra *une voie positive*.

On notera qu'à part le nombre de kilomètres impliqués, il n'y a probablement aucune différence significative entre le cas d'un spécimen que j'appellerai X'' de *E. perotis* de Cumana et celui de B'' imaginé ci-dessus. Tout dépend de l'efficacité de la barrière qui sépare X'' des régions situées plus à l'ouest (Note: cette barrière n'est constituée que de collines et je ne m'entêterai pas à la décrire comme infranchissable aux chauves-souris; mais en ce cas mon raisonnement s'appliquera simplement à toute la région à l'est de la Cordillère de Mérida, marquée par la deuxième flèche à partir de la droite sur la figure 1). Il y a longtemps qu'on a montré que les cercles ou chaînes de races (Rassenkreis) sont des séries taxonomiques superposées à des successions éco-géographiques concrètes. Juger de la signification biologique réelle d'une barrière géographique dans une telle chaîne ne se fait peut-être pas au moyen d'un ordinateur seulement à moins qu'on introduise dans cet ordinateur des coordonnées géographiques, écologiques et, on doit l'ajouter, éthologiques complexes, ce que l'immense majorité des taxonomistes ne font pas. On en arrive ainsi à une inévitable mise en

question du monopole traditionnel des méthodes morphologiques pour établir les classifications. Au niveau infraspécifique, ce qu'on cherche c'est en fin de compte à délimiter des groupes *naturels* où les croisements «internes» dominent les croisements «externes». Qui ne voit qu'il existe d'autres voies que la morphologie à la fois qualitative et quantitative pour atteindre ce but? En premier lieu, l'approche écologique est évidemment légitime. Les habitants d'un site donné, aux frontières rarement ou jamais débordées, sont un groupe naturel satisfaisant s'ils se maintiennent groupés au cours du temps. La population d'un île homogène illustre ce cas. En second lieu, l'approche éthologique est également valable. Pour des raisons comportementales en effet, les croisements qui fondent un groupe unispécifique naturel peuvent se trouver très strictement délimités. Une famille humaine (pour reprendre l'exemple utilisé plus haut) est caractérisée avant tout par cette fidélité «comportementale» couplée à son isolement «géographique» (résidentiel). Il y a d'autres possibilités, cependant, même parmi les humains: j'ai connu des groupes sud-américains vivant en huttes communautaires où, m'a-t-on dit, les couples demeurent néanmoins isolés (agrégation écologique, ségrégation éthologique) et j'ai aussi connu des villages où un échange reproductif très libre, voire total, s'était instauré (aucune ségrégation ou très peu). Chez les animaux sauvages, il est évident qu'on peut s'attendre à rencontrer toute une gamme de telles situations écologiques et éthologiques, selon les circonstances.

Dès lors, n'est-il pas légitime de concevoir, à côté des races morphologiques admises par tous, des races géographiques, dont le principe est encore parfois contesté, et en outre des races écologiques et des races éthologiques auxquelles on prête trop peu d'attention?

Ma thèse est qu'on ne peut pas admettre une contradiction entre raciation morphologique et raciation écologique, en particulier. Si, en usant de mesures biométriques (car je ne parle pas ici de méthodes numériques autres que celles-là), l'ordinateur ne parvient point, techniquement parlant, à mettre en évidence une distinction morphologique entre les groupes A et B mais qu'une observation bien documentée sur le terrain démontre cette distinction, je crois devoir accepter celle-ci. En un tel cas, les tests, négatifs par nature, n'ont abouti

qu'à un manque de décision, les notes écologiques à une prise de décision. Je rapelle qu'il s'agit ici du problème de la sous-espèce, non de l'espèce, et pour cette raison je laisse hors du débat la méthode génétique expérimentale qui, on le sait, est probante dans ses résultats positifs, au niveau spécifique. Et pour compléter un peu brutalement cette argumentation, je demanderai aux champions de l'ordinateur-à-outrance (à ceux qui ne sont que cela, ne sortant jamais de leur bureau) si, au nom de leur méthodologie éthérée, chaque père de famille, géniteur d'une microrace dans notre société moderne, ne doit reconnaître ses enfants légalement et ne se rassurer intimement lui-même qu'après avoir testé la morphologie de toute sa progéniture sur cartes perforées. Car, nonobstant ce que j'ai écrit plus haut, les traits familiaux ne sont pas toujours évidents. Si l'on se souvient que l'ordinateur ne traite efficacement que les grands nombres, je *nous* plains...

Il semble évident que la diagnose traditionnelle, c'est-à-dire purement morphologique, est à tout le moins incomplète en tant que méthodologie taxonomique. Je sais très bien qu'appuyée précisément sur les remarquables techniques (il s'agit de techniques plutôt que de méthodes) de l'analyse discriminante, le taxo-mathématicien peut discerner des entités naturelles en l'absence de toute clé écologique ou éthologique: par exemple, on a réussi des triages purement mathématiques d'ossements mâles et femelles mélangés, sans disposer d'aucune information subsidiaire. Mais ces cas sont rares. De toute manière, le bon sens n'invite-t-il pas à combiner les diverses méthodes d'approche du problème de la taxonomie subsppécifique chaque fois que plusieurs de ces méthodes peuvent être utilisées concomitamment? Je me méfie d'un certain formalisme scientifique trop enclin à tomber dans des excès à la fois brillants et trompeurs. Il est heureusement assez facile de concilier formalisme et réalisme en sciences naturelles (je crains qu'il n'en aille pas de même en philosophie où j'observe avec inquiétude les hautes voltiges algébroides et logomachiques dont nous éblouissent sans nous convaincre de très honorés collègues).

En conclusion, le réalisme méthodologique en taxonomie exige qu'au départ, avant même d'amorcer les tests, on inscrive comme éléments éventuels de décision taxonomique les données accessibles sur la géo-

graphie, l'écologie, le comportement. Autrement dit, le bon sens impose qu'on ne coure pas délibérément le risque de produire, faute de discerner les conditions d'existence du matériel en nature, des conclusions idéales abstraites qui seraient en conflit avec ces conditions réelles concrètes. Il est possible que j'aie moi-même enfreint cette règle dans un travail d'étudiant (1956) en réunissant, peut-être à tort, sur des bases purement biométriques, des spécimens fossiles qu'on aurait pu séparer sur une base paléo-écologique. Je propose en tout cas aujourd'hui que l'on considère comme *entité taxonomique fondamentale l'organisme possédant certains traits morphologiques reconnaissables dans un habitat défini et avec un comportement défini.*

Une très grande part de la méthodologie du taxonomiste dépend, en réalité, de la continuité ou de la discontinuité présentée par un matériel récolté sur de grandes distances ainsi que de son information sur l'écologie des régions impliquées. Par exemple, le hasard a voulu que, dans le volume de «Mammalia» où a paru mon second article (Pirlot, 1968), un travail de Petter (1968) crée une nouvelle espèce de sarigue (*Marmosa karimii*). Cet animal, connu alors par un seul spécimen, fut décrit comme légèrement différent par ses mensurations (proportion queue/corps spécialement) d'une espèce parente située à 1 000 ou 2 000 km. L'article aurait-il été le même si l'auteur avait disposé de deux cents spécimens provenant de toute la région intermédiaire? L'allopatrie aurait-elle été confirmée? La variation serait-elle apparue comme continue ou discontinue? Cela aurait-il changé la détermination en cause? Peut-être oui, peut-être non. On ne peut douter que des données écologiques eussent pu être déterminantes pour décider de la conspécificité ou de la non-conspécificité.

Les réflexions proposées ci-dessus rejoignent des idées contenues explicitement ou implicitement dans d'autres articles. Par exemple, dans une revue critique des procédés d'analyse de la variation géographique, Gould et Johnston (1972) soulignent qu'on doit s'attendre, dans une perspective évolutionnaire, à de fortes associations entre la morphologie et les paramètres ambiants qui influencent l'adaptation (o.c. p. 471). Ils font allusion, en particulier, aux applications des règles de Bergmann et d'Allen; ils nous rappellent que les partitionnements supposent l'exis-



tence d'une certaine homogénéité de caractères à l'intérieur de sous-régions découpées dans une région hétérogène: c'est précisément là que se situe le problème écologique ou étho-écologique. Plusieurs commentaires de ces auteurs (p. 454-466) conduisent à l'idée que l'information écologique est un élément important, parfois même *sine qua non*, d'une étude taxonomique fructueuse. Même le choix des OTU (operational taxonomic units) n'est pas indépendant de considérations écologiques.

J'aimerais terminer sur une note d'histoire épistémologique. Depuis quatre-vingts ans environ, on a observé trois attitudes méthodologiques successives en taxonomie. D'abord, continuant sur la lancée du XIX<sup>e</sup> siècle, les biologistes ont poursuivi l'étiquetage immodéré de la biosphère en surmultipliant les espèces, cependant qu'en sourdine un courant de prudence sous-jacent, issu de la génétique des débuts du XX<sup>e</sup> siècle, poussait les plus avisés à insister sur les fluctuations de valeur subs spécifique. Puis, avec la diffusion des techniques biométriques (*Quantitative Zoology* de Simpson et Roe date de 1939), on a pris davantage conscience de l'importance d'une expression objective des variabilités morphologiques et l'on a suivi la règle dorée sinon d'or que deux spécimens ou échantillons doivent être attribués au même groupe tant qu'on ne peut pas démontrer le contraire au moyen de tests statistiques. Les rassembleurs l'emportèrent alors aisément sur les morceleurs. Mais les uns comme les autres travaillaient le plus souvent entre quatre murs. Ce n'est que depuis l'engouement écologique, relativement récent, que l'on a commencé à faire de la taxonomie au grand air et, maintenant, on tend à prendre enfin au sérieux toutes les données écologiques qui suggèrent, selon les cas, que les animaux en nature se croisent ou ne se croisent pas. Les relations réelles semblent avoir plus d'importance que les relations potentielles. Il me semble qu'il y a là, au moins en partie, un progrès. On peut regretter qu'Eger (1977) se contente d'affirmer (o.c. p. 5) qu'elle a tenu compte de données écologiques mais n'en laisse rien voir dans le reste de son travail.

Tout cela écrit, je dois sans doute demander qu'on m'excuse d'avoir mis onze ans à repérer un article (Smith & Genoways, 1969) qui me concernait: n'étant pas collectionneur, je fais mes bibliographies par thèmes et non point par étiquettes taxono-

miques. Cela ne m'empêche pas d'être fort intéressé par des travaux contemporains de taxonomie tels que celui de Eger (1977) qui est une révision pleine de qualités. Dans cette perspective, j'ai aussi trouvé beaucoup de satisfaction à parcourir les deux premiers tomes de Boquet *et al.* (1976, 1977), recueils de travaux où l'on trouve souvent mis en application le «réalisme biologique» que je recommande et qui se combine bien avec «l'idéalisme mathématique» des tests statistiques.

### Remerciements

Je remercie vivement trois collègues qui ont bien voulu lire le manuscrit de ces commentaires et contribuer à son amélioration.

### Références

- BOQUET, C., J. GENERMONT & M. LAMOTTE, 1976-1977. Les problèmes de l'espèce dans le règne animal. — *Mém. Soc. zool. Fr.*, n<sup>os</sup> 38-39, 407 p.
- EGER, J. L., 1977. Systematics of the genus *Eumops* (Chiroptera: Molossidae). — *Contr. R. Ont. Mus. Life Sci.*, no. 110, 69 p.
- GOULD, S. J. & R. F. JOHNSTON, 1962. Geographic variation. — *A. Rev. Ecol. Syst.*, 3:457-498.
- HALL, E. R. & K. R. KELSON, 1959. The mammals of North America. Vol. I. The Ronald Press Co., New York.
- KOOPMAN, K. F., 1971. The systematic and historical status of the Florida *Eumops* (Chiroptera: Molossidae). *Am. Mus. Novit.*, 2478: 1-6.
- PETTER, F., 1968. Une sarigue nouvelle du nord-est du Brésil *Marmosa karimii* sp. nov. (Marsupiaux, Didelphidés). — *Mammalia*, 32:313-317.
- PIRLLOT, P., 1956. Les formes européennes du genre *Hipparion*. — *Mem. Com. Inst. Geol.*, Barcelona, n<sup>o</sup> 14, 130 p.
- PIRLLOT, P., 1965. Deux formes nouvelles de chiroptères des genres *Eumops* et *Leptonycotis*. — *Naturaliste can.*, 92: 5-7.
- PIRLLOT, P., 1968. Chiroptères du Pérou, spécialement de Haute-Amazone. — *Mammalia*, 32:86-96.
- SANDBORN, C. C., 1932. The bats of the genus *Eumops*. — *J. Mammal.*, 13:347-357.
- SANDBORN, C. C., 1949. Mammals from the Rio Ucayali, Peru. — *J. Mammal.*, 30:277-288.
- SIMPSON, G. G. & A. ROE, 1939. Quantitative zoology. — Mc Graw-Hill New-York, 414 p.
- SMITH, J. D. & H. H. GENOWAYS, 1969. Systematic status of the mastiff bat *Eumops perotis renatae* Pirlot 1965. — *Mammalia*, 33:529-534.

## COMMUNICATIONS BRÈVES

### DESCRIPTION D'UNE DENT DE MASTODONTE

(*MAMMUT AMERICANUM*, KERR, 1972)

### PROVENANT DE CHAMBORD, LAC SAINT-JEAN, QUÉBEC

Jean PIÉRARD

Département d'anatomie et physiologie animales,  
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal,  
C.P. 5000, St-Hyacinthe, Québec J2S 7C6

Eve TREMBLAY

Collège d'Alma, 675, boul. Auger ouest, Alma, Québec G8B 2B7

#### Résumé

Une troisième molaire mandibulaire gauche de mastodonte (*Mammuth americanum*) a été découverte près de Chambord, au Lac Saint-Jean (Québec). Il s'agit du premier élément provenant d'un mastodonte découvert au Québec et du vestige le plus nordique de l'espèce identifié dans l'est de l'Amérique du Nord. Une analyse des proportions de la dent, comparées à celles d'autres dents similaires décrites dans la littérature indique que, chez les individus de petite taille, le raccourcissement rostro-caudal de la dent précède sa diminution de largeur. La présence du mastodonte au Lac Saint-Jean soulève d'intéressantes questions en relation avec l'extinction de l'espèce et sa distribution géographique après la retraite du glacier labradorien.

#### Abstract

A third left mandibular molar tooth from an American mastodon (*Mammuth americanum*) was found near Chambord, Lac Saint-Jean, Québec. It is the first record from this species from Québec as well as the most northerly site for Eastern North America. An analysis of the proportions of this tooth, compared to those of similar teeth described in the literature, indicates that in small individuals, the rostro-caudal shortening of the tooth comes before its reduction in width. The occurrence of the species in the Lac Saint-Jean area raises interesting points in relation with the extinction of the mastodon and its distribution in the Northeast.

#### Introduction

Le mastodonte (*Mammuth americanum*, Kerr, 1792) vécut en Amérique du Nord pendant la période glaciaire du Wisconsin et le début de la période post-glaciaire qui la suivit. Des fragments osseux et des dents de l'espèce ont été recouverts en de nombreuses occasions (Osborn, 1936; Dreimanis, 1962; Wittry, 1965; Squires, 1966), en particulier au sud de la région des Grands Lacs, à l'est du Mississippi. Plus d'une soixantaine de fragments osseux de Mastodontes ont été trouvés au Canada; la plupart provenaient de dépôts datant du Wisconsin tardif

ou de dépôts post-glaciaires du sud de l'Ontario. On a retrouvé quelques dents en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick où un squelette presque complet a également été découvert. Des dents de Mastodontes ont été trouvées dans diverses localités de la Saskatchewan, de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon (Harrington, 1977, 1978). L'âge de vingt-six spécimens provenant de l'est du continent a pu être établi directement ou implicitement; dans plus de soixante-quinze pourcent des cas les pièces dataient de 12,000 à 9,000 ans avant aujourd'hui (Dreimanis, 1968).

Aucun vestige, cependant, n'avait encore été identifié au Québec. Une première découverte, faite près de Chambord, au Lac Saint-Jean, nous a livré une dent provenant d'un animal de cette espèce. La description de cette dent et l'analyse de sa découverte font l'objet du présent rapport.

### Contexte géographique et géologique

Le secteur de Chambord de même que la majeure partie de la région du Lac-Saint-Jean sont recouverts par d'importants dépôts fluvio-glaciaires et marins datant de la période glaciaire du Wisconsin et de l'inva-

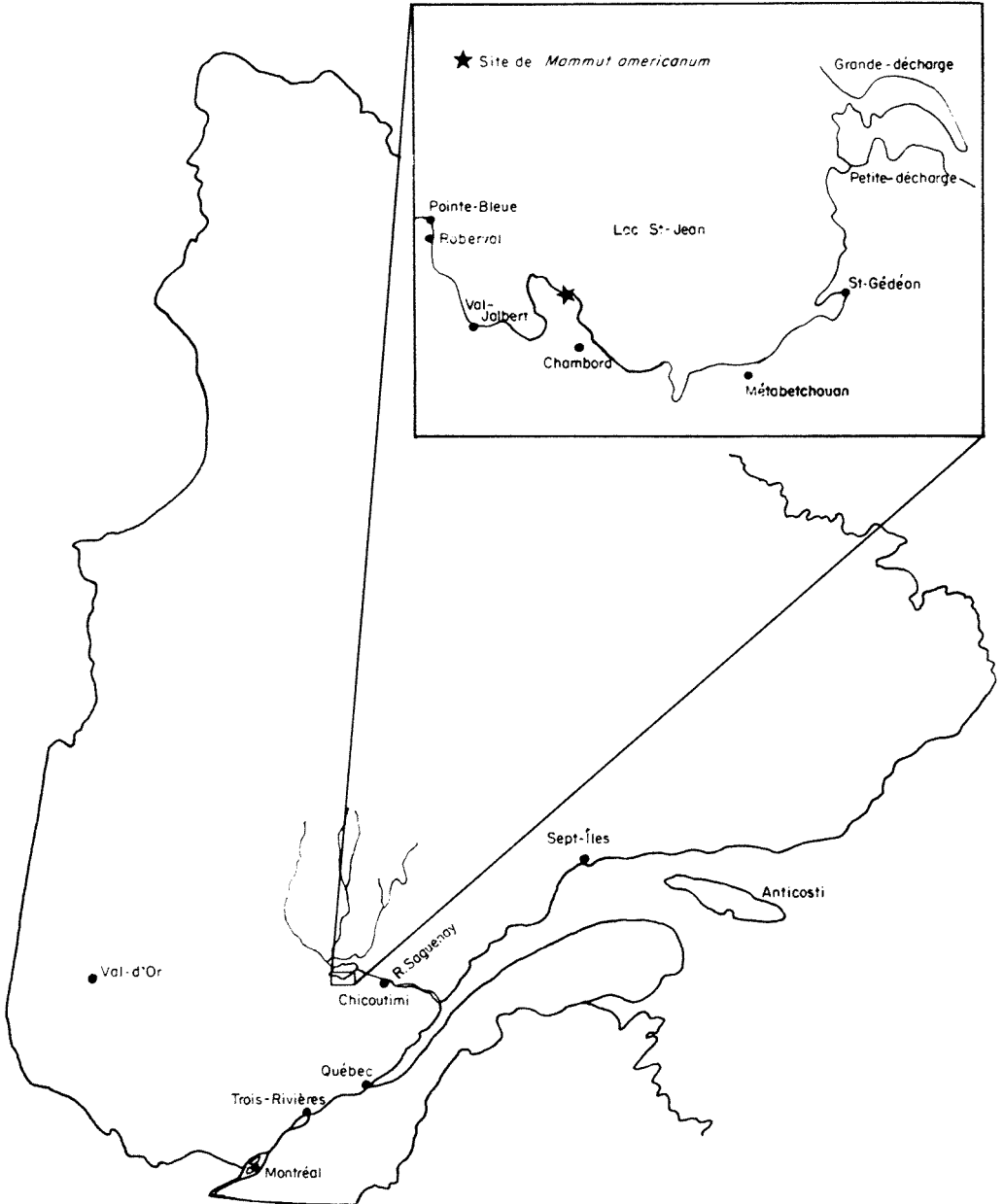


Figure 1. Localisation géographique du site.

sion marine de la mer de Laflamme (Tremblay, 1971; Lasalle & Tremblay, 1978). Les rives du lac, composées dans ce secteur d'épais dépôts de sables et graviers, forment au printemps de larges plages. Ces plages sont ensuite envahies graduellement par l'eau, au cours de l'été, à cause de la fermeture d'un barrage situé près de l'embouchure de la rivière Grande-Décharge.

La pièce fut accidentellement trouvée par un enfant au cours de l'été 1978 du côté nord-est d'une bande de terrain peu élevée, appelée Pointe-de-Chambord, qui avance dans le lac en direction nord-ouest (fig. 1). La dent était mobile sur un fond de gravier et en eau peu profonde; les vagues semblaient la repousser vers le bord. Compte tenu du brassage constant causé par les vagues dans ce secteur, il est très peu probable que la pièce ait été trouvée dans son site d'origine. Son emplacement original devait plutôt se situer quelque part au large du secteur où elle a été recueillie. L'action des vagues associée à la forte hausse estivale du niveau des eaux auraient ensuite déplacé la pièce vers la rive. La possibilité que les glaces hivernales aient transporté la dent à partir d'un autre secteur, en périphérie du lac, ou encore à partir des nombreuses rivières qui s'y déversent ne peut être totalement exclue même si elle apparaît très peu probable. L'état exceptionnel de préservation de la dent indique toutefois qu'elle n'a subi l'action abrasive des vagues ni sur une grande distance, ni pendant une longue période de temps.

### Description de la dent

Les mesures de la pièce (figures 2 et 3), qui fait actuellement partie de la collection personnelle de l'un des auteurs (E.T.) de cet article, sont répertoriées dans le tableau I. La table d'usure de la dent présente une forme allongée, rétrécie caudalement et se trouve renforcée par quatre lames fortement abrasées suivies d'un fort talon. La première de ces lames, la plus rostrale ou protolophide, est nettement plus étroite que la seconde ou métalophide. Chaque lame porte deux tubercules séparés par un sillon médian, longitudinal et profond. Les figures d'usure des tubercules sont généralement losangiques ou ovales. Les tubercules linguaux apparaissent plus bas que leurs correspondants externes. La dent est brachyodonte et possède deux racines; la plus rostrale est simple et relativement réduite, l'autre, plus massive, est partiellement sub-

divisée. Ces caractéristiques permettent de conclure qu'il s'agit d'une troisième molaire mandibulaire gauche de mastodonte (Saunders, 1977).

### Discussion

En 1955, Vaudrey décrivait les limites des variations des proportions (longueur/largeur) des troisièmes molaires de *Mammuth americanum* de la façon suivante:

$$\text{Maxillaires: } 171,5(203) \times 92,5(102) \\ [1,83] (2,14)$$

$$M_3 \text{ Mandibulaires: } 175,5 (196) \times 90,5 (101) \\ [2,14] (2,45)$$

cette formule pouvant s'interpréter comme suit: L = longueur, l = largeur

L moyen (L maximum)  $\times$  l moyen (l maximum) [rapport L/l moyen] (rapport L/l maximum)

Les dimensions de la dent qui nous occupe (L = 136 mm, l = 79 mm) indiquent un rapport L/l de 1,72, nettement inférieur au chiffre de 2,14 indiqué pour cette dent par Vaudrey et même inférieur à celui 1,83 avancé pour la troisième molaire maxillaire.

Cette observation nous amena à pousser davantage l'analyse du rapport L/l des troisièmes molaires mandibulaires de mastodontes pour lesquelles des données sont disponibles dans la littérature (Osborn, 1936; Saunders, 1977). Le tableau I récapitule ces données et proportions.

Outre le fait que la dent «Lac-Saint-Jean» est très courte et également, relativement très large, on peut déduire du tableau que, chez *Mammuth*, plus la troisième molaire mandibulaire est courte, plus elle est *relativement* large. En d'autres mots, la dent se raccourcit chez les individus de petites tailles (sous-espèces?) avant de diminuer de largeur.

Bien qu'aucune datation directe de la pièce n'ait pu être effectuée, son ancienneté approximative peut s'évaluer par la paléogéographie et la paléo-climatologie de la région ainsi que par les datations obtenues sur des pièces trouvées en d'autres endroits du continent. On sait que les mastodontes parcoururent l'Amérique du Nord, au sud des glaciers continentaux, en assez grand nombre au cours de la dernière glaciation. Par la suite, ils suivirent graduellement les glaciers dans leur retraite vers le nord. Au Canada et dans le nord des États-Unis, la



Figure 2. Face occlusale de la dent.

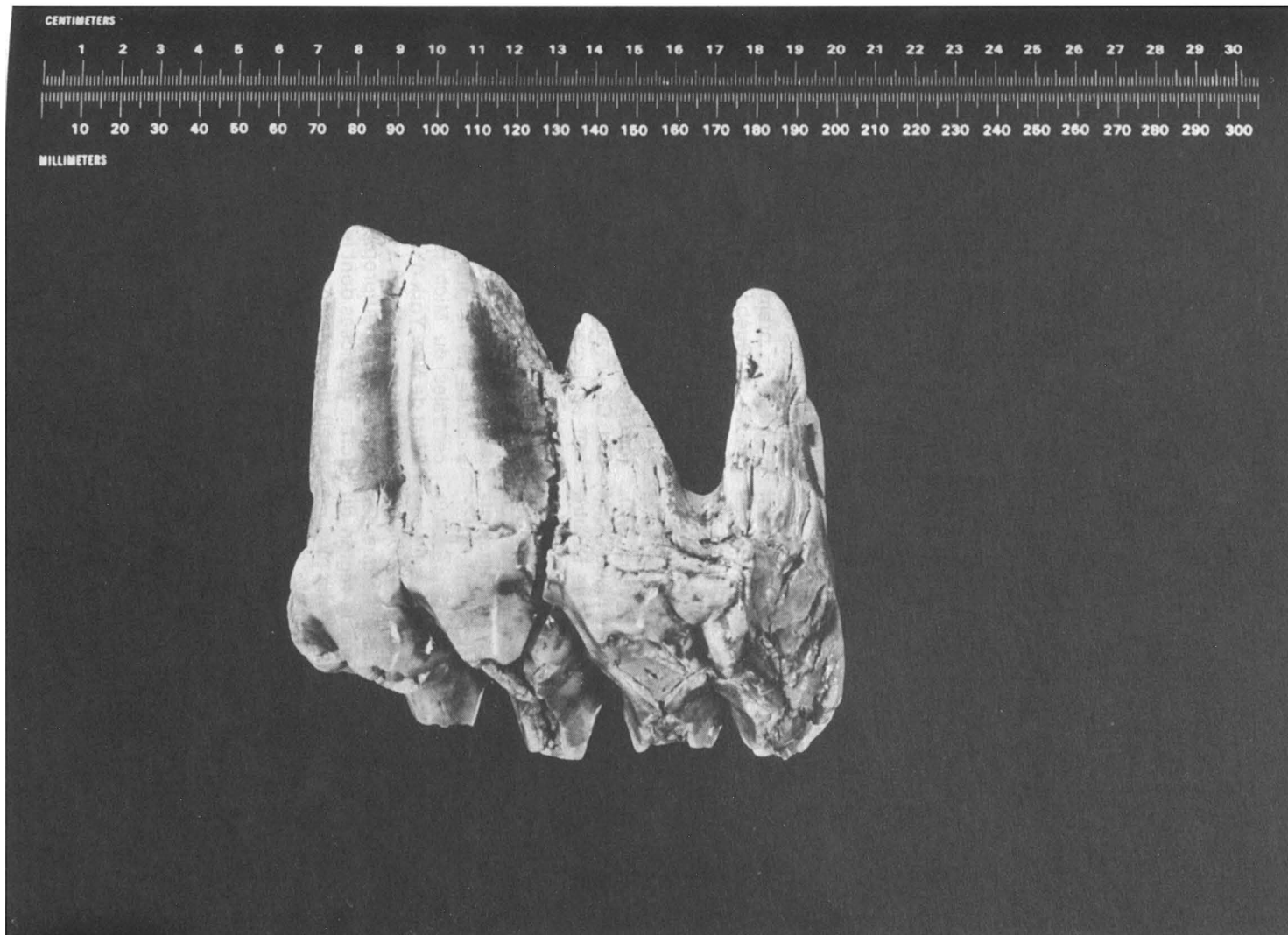


Figure 3. Face jugale de la dent.

TABLEAU I

*Mammut americanum*, dimensions et proportions des troisièmes molaires mandibulaires

	Lac Saint-Jean	Boney Spring Moyenne de 28 (L) et de 33 (I) dents (Saunders, 1977)	F: AM23335 (Osborn, 1936)	AM21920 (Osborn, 1936)	M17771 (Osborn, 1936)	Trolinger Spring Moyenne de 6 (L) et de 8 (I) dents (Saunders, 1977)	AM2595 (Osborn, 1936)
L (longueur)*	136	191,8	184	181	180	176,5	155
I (largeur)*	79	98,8	80	93	96	93,1	84
Rapport L/I	1,72	1,94	2,30	1,95	1,88	1,92	1,85
I en % de L	58,09	51,51	43,48	51,38	53,33	52,15	54,19

\* En millimètres.

plupart des pièces de ces animaux ont été retrouvées dans d'anciennes tourbières post-glaciaires situées dans un environnement forestier, essentiellement constitué d'épicéas (Dreimanis, 1968). De telles conditions ont pu exister dans la région il y a environ 8000 ans, après le retrait de la mer Laflamme, si l'on se base sur la chronologie établie de la retraite du glacier labradorien (Ogden, 1977). Ces conditions ont peu perdurer jusqu'à une époque relativement proche de nous. D'autre part, l'époque la plus récente à laquelle des pièces de mastodontes peuvent être attribuées de façon indiscutable date d'environ 6000 ans. Il s'agit, dans ce cas, de fragments de défenses découverts au Michigan (Hester, 1960). Une hypothèse pourrait donc établir l'âge de la pièce qui nous intéresse entre 8000 et 6000 ans avant aujourd'hui. On ne peut toutefois exclure la possibilité que des mastodontes aient vécu, dans la région du Lac-Saint-Jean à une époque même plus récente, surtout si l'on tient compte du fait qu'il s'agit ici de l'un des sites les plus nordiques que l'on ait retrouvé pour cette espèce. Il est admis qu'avant que l'espèce ne s'éteigne de façon définitive, la population de mastodontes s'est fragmentée en un certain nombre de groupes plus restreints, sans contact les uns avec les autres, qui se sont, par la suite, successivement éteints un par un (Hester, 1960; Dreimanis, 1968). Il serait possible qu'une de ces populations locales, peut-être composée d'individus de taille relativement faible, ait trouvé un refuge dans la région du Lac Saint-Jean jusqu'à une époque relativement tardive.

La découverte de cette dent est intéressante à plus d'un titre. Outre le fait qu'il s'agisse du premier élément du mastodonte trouvé au Québec, la pièce a été trouvée à l'endroit le plus nordique que l'on connaisse pour cette espèce dans l'est de l'Amérique du Nord. Dans l'ouest du continent, des restes de mastodontes ont cependant été retrouvés bien au nord du cercle polaire, à Old Crow, au Yukon (Harrington, 1977). Il faut également ajouter que la présence du mastodonte au Lac Saint-Jean tendrait à infirmer l'hypothèse émise par Dreimanis (1968) selon laquelle l'espèce n'a pu occuper les régions nordiques de l'est du continent à cause de la présence dans les régions centrales du Michigan, de l'Ontario et de l'état de New York d'une barrière écologique constituée par une région sèche, d'origine morainique, peu propice à la croissance des forêts d'épicéas dont le mastodonte se nourrissait, de préférence à toute autre végétation. On peut souhaiter que de nouvelles découvertes, réalisées dans un contexte plus favorable, viennent apporter un nouvel éclairage à ces questions.

### Références

- DREIMANIS, A., 1962. Post-glacial mastodon remains at Tupperville, Ontario. — Spec. Pap. geol. Soc. Am., no. 68, 167 p.
- DREIMANIS, A., 1968. Extinction of mastodons in eastern North America: testing a new climatic-environmental hypothesis. — Ohio J. Sci., 68/6: 257-272.

- HARRINGTON, C. R., 1977. Pleistocene mammals of the Yukon Territory. — Ph.D. Thesis, Univ. Alberta, Edmonton, 1060 p.
- HARRINGTON, C. R. 1978. Quaternary vertebrates faunas of Canada and Alaska and their suggested chronological sequence. — *Syllogeus*, no. 15, p. 1-105.
- HESTER, J. J., 1960. Late Pleistocene extinction and radiocarbon dating. — *Am. Antiq.*, 26: 58-77.
- LASALLE, P. & G. TREMBLAY, 1978. Dépôts meubles, Saguenay-Lac Saint-Jean. — *Rapp. géol. Dir. Rech. géol. min. Min. Rich. nat. Québec*, n° 191, 61 p.
- OGDEN, J. G. III, 1977. The late Quaternary paleoenvironmental record of Northeastern North America. Pages 16-34 *in* W. S. Newman & B. Salwen. *Amerinds and their paleoenvironments in Northeastern North America*. — *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, no. 288, p. 16-34.
- OSBORN, H. F., 1936. *Proboscidea*. Vol. I. *Moe-ritherioidea, Deinotherioidea, Mastodontoidea*. — American Museum Press, N.Y., p. 165-190.
- SAUNDERS, J. J., 1977. Late Pleistocene vertebrates of the Western Ozark Highland, Missouri. — *Rep. Invest. Ill. St. Mus.*, no. 33, p. 26-36 & p. 49-63.
- SQUIRES, W. A., 1966. The Hillsborough mastodon. — *Atlant. Advocate*, 56: 29-32.
- TREMBLAY, G., 1971. Glaciation et déglaciation dans la région du Saguenay/Lac Saint-Jean, Québec, Canada. — *Cah. Géogr. Québ.*, 15/36: 467-474.
- VAUFREY, R., 1955. *Proboscidiens fossiles*. — Pages 784-867 *in* P. P. Grassé (éd.). *Traité de Zoologie. Mammifères*. Tome XVII/1. Masson, Paris.
- WITTRY, W. L., 1965. The Institute digs a Mastodon. — *Cranbrook Institute of Sciences Newsletter*, 35: 14-19.





**FIRST RECORD OF GREENLAND HALIBUT LARVAE  
[REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES (WALBAUM)] IN THE LOWER  
ST. LAWRENCE ESTUARY**

Yves DE LAFONTAINE

*Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski,  
300, Ave. des Ursulines, Rimouski, Québec G5L 3A1*

**Résumé**

La première capture d'une larve de flétan du Groenland dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent est signalée et mise en relation avec les résultats d'études sur l'ichtyoplancton réalisées antérieurement dans le golfe du Saint-Laurent. La possibilité de frai dans la région est discutée.

**Abstract**

The first record of a Greenland halibut larva in the lower St. Lawrence estuary is reported and compared with previous ichthyoplankton collections made in the Gulf of St. Lawrence. The possibility of spawning inside the Gulf is suggested.

The biology and ecology of the Greenland halibut [*Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum)] in the Gulf of St. Lawrence (Fig. 1) are poorly known. This fish is particularly abundant in deep waters, between 250 and 600 m, along the eastern coast of Newfoundland and Labrador where it supports a commercial fishery (Templeman, 1973). Spawning activity generally takes place in deep warm waters during the winter months (Smidt, 1969; Templeman, 1973). Eggs and newly-hatched larvae (10-16 mm long) are bathypelagic, being collected at depths over 300 m (Jensen, 1935; Smidt, 1969). After the yolk-sac resorption, larvae (16-24 mm long) gradually rise up to 30 m below the surface (Jensen, 1935).

During a spring ichthyoplankton survey in 1977, as part of an ichthyoplankton distributions study sponsored by the *Université du Québec à Rimouski*, one Greenland halibut larva was taken inside the geographical limits of the lower St. Lawrence estuary. The larva was collected on May 2nd, 1977 between 15:41 and 16:11 E.S.T. with a double Bongo net (61 cm diam., 333  $\mu$  mesh size) in a 30 min oblique tow from 50 m to surface. The sampling station was located near the north shore of the lower estuary at 49°01'N,

68°13'W, where depth sounding was 75 m (Fig. 1). The temperature ranged from -0.75°C at 65 m to 3.31°C at surface with a minimum of -0.9°C at 35 m whereas the salinity varied from 32.31‰ at 65 m to 26.92‰ at surface.

The specimen was 19.5 mm total length and was identified by using the distinctive criteria given by Jensen (1935). The larva was sent to Doug F. Markle at the Huntsman Marine Laboratory, St. Andrews, N.B., where identification was confirmed. The specimen is now conserved at the *Laboratoire Océanologique de Rimouski*.

Although the presence of adult-size turbot was reported in the St. Lawrence estuary (Vladykov & Tremblay, 1935; Steele, 1958) and in the Saguenay fjord (Drainville, 1970), this is the first indication of the presence of a larva of such species in the region. In fact, it is the most westerly record of a Greenland halibut larva in the Gulf of St. Lawrence. All other records (Kohler *et al.*, 1976, 1977) were from the deeper waters of the Laurentian Channel near Cabot Strait and along the western coast of Newfoundland as indicated in Figure 1. It is also noteworthy that the majority of these larvae were collected

<sup>1</sup> Present address: Marine Fish Division, Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, N.S., Canada B2Y 4A2

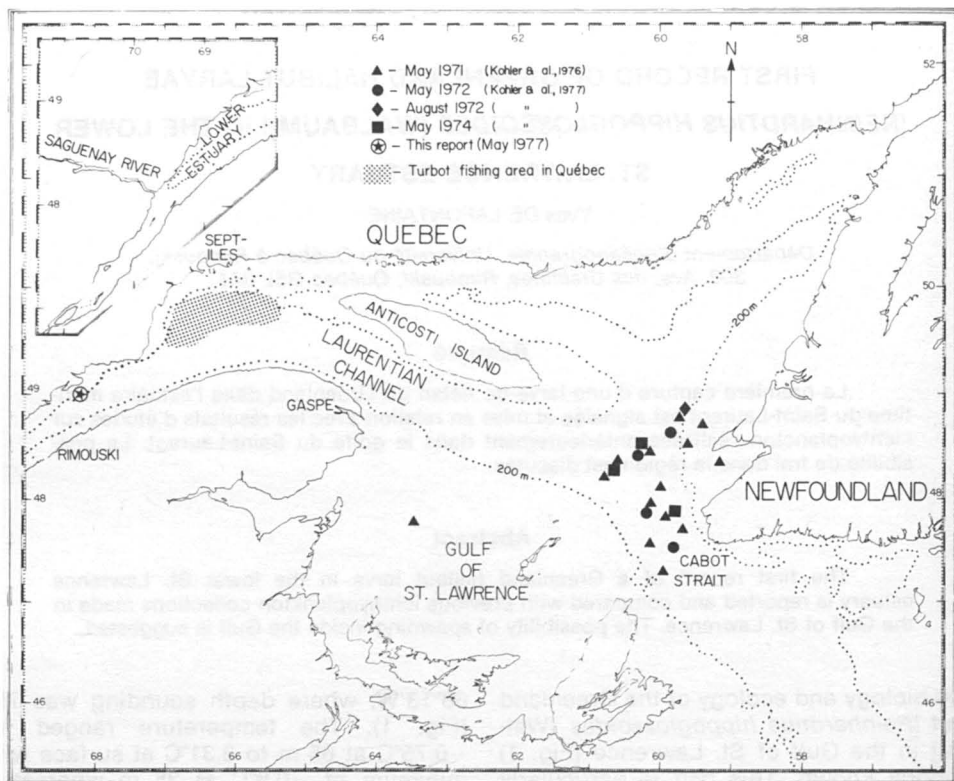


Figure 1. Distribution of Greenland halibut larvae in the Gulf of St. Lawrence from various collections.

during spring (in May) cruises as in this case. The small size of these larvae (15-20 mm long) correspond to O-group larvae and can be considered as the product of the previous winter spawning (Jensen, 1935; Smidt, 1969).

Despite the fact that our survey covers a large area, from the mouth of the Saguenay river to the eastern tip of Gaspé peninsula (De Lafontaine *et al.*, in press), only one Greenland halibut larva was reported. The absence of other larvae could be due to the sampling strategy [limited to the upper water layer (50 m — surface)]. It should be mentioned that Able (1978) did not observe such larva in his study on the ichthyoplankton of the St. Lawrence estuary, although his sampling was as deep as 150 m. The presence of small larvae tends to confirm that Greenland halibut does spawn in the Gulf of St. Lawrence as suggested by Lear (1970) and Bowering (1979). More information on spawning times and areas and on larval distributions of Greenland halibut could be obtained by ichthyoplankton surveys concen-

trated over the deeper waters of the Gulf of St. Lawrence (Laurentian and Esquimaux Channels) up to now neglected in ichthyoplankton programs.

#### Acknowledgements

The author would like to thank M.I. El-Sabh and Michael Sinclair for their comments on the manuscript and also to the members of the Bedford Institute of Oceanography who have supplied ship time. This study was supported by a team grant (DGES-FCAC) from the Québec Department of Education and by an individual NRCC scholarship.

#### References

- ABLE, K. W., 1978. Ichthyoplankton of the St. Lawrence Estuary: composition, distribution and abundance. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 1518-1531.
- BOWERING, W. R., 1979. A developing interest for Greenland halibut in the Gulf of St. Lawrence. — *CAFSAC Res. Doc.* 79/09, 12 p.

- DE LAFONTAINE, Y., M. SINCLAIR, S. N. MESSIEH, M. I. EL-SABH & C. LASSUS (in press). Ichthyoplankton distributions in the North-western Gulf of St. Lawrence. — Proc. Symposium on the Early Life History of Fish. Rapp. P-V. Reunions Cons. Int. Explor. Mer.
- DRAINVILLE, G., 1970. Le fjord du Saguenay. II — La faune ichthyologique et les conditions écologiques. — *Naturaliste can.*, 97: 636-666.
- JENSEN, A. D. S., 1935. The Greenland halibut [*Reinhardtius hippoglossoides* (Walb.)] its development and migrations. — *Mem. Acad. Roy. Sci. Lett, Danemark, ge series, t. VI(4)*, 36 p.
- KOHLER, A. C., D. J. FABER & N. J. MCFARLANE, 1976. Eggs, larva and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1970-71. — *Fish. Mar. Serv. Tech. Rep.*, no. 645, 139 p.
- KOHLER, A. C., D. J. FABER & N. J. MCFARLANE, 1977. Eggs, larvae and juveniles of fishes from plankton collections in the Gulf of St. Lawrence during 1972 to 1975. — *Fish. Mar. Serv. Tech. Rep.* no. 747, 180 p.
- LEAR, W. H., 1970. The biology and fishery of the Greenland halibut [*Reinhardtius hippoglossoides* (Walb.)] in the Newfoundland area. — M. Sc. thesis, Memorial Univ., Newfoundland, St. John's, 132 p.
- SMIDT, E. L. B., 1969. The Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides*. Biology and exploitation in Greenland waters. — *Meddr. Danm. Fisk. Havunders.*, 6: 79-148.
- STEELE, D. H., 1958. Fishes taken in the Laurentian Channel, Gulf of St. Lawrence, between Bird Rocks and the Saguenay River, 1953 and 1954. — *Fish. Res. Bd Can. MS Rep. Ser.*, no. 651, 32 p.
- TEMPLEMAN, W., 1973. Distribution and abundance of the Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum), in the Northwest Atlantic, — *ICNAF Res. Bull.*, no. 10, p. 83-98.
- VLADYKOV, V. D. & J. L. TREMBLAY, 1935. Liste des poissons recueillis pendant l'été 1934 par la station biologique du Saint-Laurent, dans la région de Trois-Pistoles, P.Q. — *Naturaliste can.*, 62: 77-82.



## L'ALIMENTATION ESTIVALE DU FOU DE BASSAN (*SULA BASSANA* L.) AU ROCHER AUX OISEAUX, ÎLES-DE-LA-MADELEINE, QUÉBEC

Jean BURTON

Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal,  
C.P. 6128, Station A, Montréal, Québec H3C 3J7

### Résumé

À la suite de deux saisons de cueillette et d'analyse de régurgitations, le régime alimentaire estival du Fou de Bassan nichant au rocher aux Oiseaux (Îles-de-la-Madeleine, Québec) est décrit et comparé avec celui déjà connu pour la colonie de l'île Bonaventure. Ce régime est caractérisé par l'utilisation de neuf espèces de poissons et de deux espèces d'invertébrés. Cependant, les proies les plus fréquemment capturées sont des Lançons d'Amérique (*Ammodytes americanus*) et des Maquereaux bleus (*Scomber scombrus*).

### Abstract

Based on two different sets of summer regurgitations, the summer feeding habits of the gannet nesting on Bird Rock (Magdalen Islands, Québec) is described and compared to the results published for the Bonaventure Island colony. The feeding habits are characterized by the presence of nine species of fish and two species of invertebrates in the regurgitations. Nevertheless, the two main prey species are the American sand lance (*Ammodytes americanus*) and the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*).

### Introduction

Le régime alimentaire du Fou de bassan (*Sula bassana* L.) dans l'ouest de l'Atlantique a déjà été décrit dans ses grandes lignes et la liste de ses proies est déjà longue (Palmer, 1962; Nelson, 1978). Nous présentons ici les résultats obtenus au rocher aux Oiseaux (47°50'N., 61°09'O.) au cours des étés de 1977 et de 1978, en les comparant aux données déjà publiées sur le régime alimentaire du Fou de bassan nichant à l'île Bonaventure, située à environ 250 km à l'ouest des îles de la Madeleine.

### Méthodes

Nous avons visité la colonie du rocher aux Oiseaux à quatre reprises en 1977, dont une période de 6 jours au début du mois de juin; en 1978, seulement deux visites ont pu être effectuées. À l'exception du séjour du début de juin 1977, les visites étaient de courte durée (une à deux heures). Nous avons parcouru, à chaque visite, le pourtour du plateau qui constitue la partie supérieure du rocher; nous avons ainsi recueilli les régurgitations présentes à proximité des nids au moment de notre passage. Seules les régur-

gitations fraîches ont été recueillies, leur nombre variant beaucoup d'une visite à l'autre.

L'analyse des régurgitations a d'abord consisté à l'identification spécifique des proies. En 1977, nous avons mesuré la longueur totale des proies alors qu'en 1978, nous avons mesuré et pesé les proies par espèce à l'intérieur de chaque régurgitation.

### Résultats et discussion

#### ADDITIONS À LA LISTE DES PROIES

Le Fou de Bassan a un régime alimentaire varié et est connu pour son comportement opportuniste en matière d'alimentation (Nelson, 1978). Nos analyses des régurgitations obtenues au rocher aux Oiseaux ont permis d'ajouter les proies suivantes à la liste déjà établie pour l'ouest de l'Atlantique: l'Éperlan d'Amérique, l'Anguille d'Amérique, la Limande à queue jaune, la Grosse Poule de mer et les crevettes (tableau I).

#### RÉGIME ALIMENTAIRE ESTIVAL

À partir des 135 échantillons recueillis en 1977, nous pouvons faire les observations

TABLEAU I

Alimentation estivale du Fou de Bassan au rocher aux Oiseaux,  
îles de la Madeleine, Québec

Date	Nombre de régurgitations	Proies	Nombre	Fréquence %
77-06-03 au 77-06-09	74	Capelan ( <i>Mallotus villosus</i> ) Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> ) Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> ) Éperlan d'Amérique ( <i>Osmerus mordax</i> ) Anguille d'Amérique ( <i>Anguilla rostrata</i> ) Grosse Poule de Mer ( <i>Cyclopterus lumpus</i> )	255 141 24 10 1 1	63,5 31,1 22,9 4,0 1,3 1,3
77-07-13	34	Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> ) Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> )	26 129	73,5 41,2
77-07-26	8	Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> ) Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> )	69 2	87,5 12,5
77-08-10	19	Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> ) Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> ) Encornet ( <i>Illex illecebrosus</i> )	199 2 2	87,2 10,5 5,3
78-06-15	40	Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> ) Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> ) Capelan ( <i>Mallotus villosus</i> ) Morue franche ( <i>Gadus morhua</i> ) Limande à queue jaune ( <i>Limanda ferruginea</i> ) Plies ( <i>Pleuronectidae</i> ) Crevettes ( <i>Crangon</i> sp.)	355 16 9 1 1 1 15	62,5 40,0 2,5 2,5 2,5 2,5 2,5
78-07-12	14	Maquereau bleu ( <i>Scomber scombrus</i> ) Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> )	10 49	71,4 28,6

suyvantes. Le Capelan figure au premier rang des proies, au début de juin, pour ne plus apparaître dans l'alimentation par la suite (tableau I). Les proies importantes au cours de l'été sont le Lançon d'Amérique et le Maquereau bleu. Trois autres espèces de poissons ont aussi été recueillies en juin: l'Éperlan d'Amérique, l'Anguille d'Amérique et la Grosse Poule de mer. Enfin, à notre dernière visite, l'Encornet a été observé en bancs de surface visibles de l'hélicoptère et figurait dans l'alimentation du Fou de Bassan au même moment.

La taille des Maquereaux bleus capturés varie de 70 à 410 mm. À 70 mm, le poids n'est que de 2 g, alors qu'il passe à 250 g à 300 mm; Les lançons, pour leur part, mesurent de 75 à 250 mm; cette valeur extrême dépasse la taille maximale de 220 mm indiquée par Leim et Scott (1972). Cependant, le tableau de Kohler *et al.* (1969) qui s'échelonne jusqu'à 280 mm, donne un poids de 40 g pour un lançon de 250 mm.

À la mi-juin 1978, le Lançon est présent dans 62,5% des régurgitations, le Maquereau bleu suit avec 40,0%, alors que 5 autres

espèces de proies sont présentes dans moins de 3,0% des échantillons. À la mi-juillet, le Maquereau bleu domine largement (71,4%) suivi d'assez loin par le Lançon d'Amérique (28,6%).

En 1978, nous avons pesé chaque portion séparée, par espèce de poisson, dans chaque régurgitation. Nous constatons qu'à la mi-juin, le Lançon d'Amérique représente 54,6% du poids total des proies, suivi du Maquereau bleu avec 41,3%. En juillet, c'est le Maquereau qui domine nettement avec 81,3% de la masse des régurgitations, le Lançon d'Amérique n'en représentant que 18,4%.

Au cours des deux saisons d'échantillonnage, les résultats concordent: à partir de la mi-juillet, les deux espèces dominantes sont le Maquereau bleu et le Lançon d'Amérique. La principale différence entre les deux années vient de l'abondance du Capelan au début de juin 1977. La présence en grand nombre du Capelan aux îles de la Madeleine est un phénomène récent et irrégulier (Frédéric Landry, Musée de la mer, comm. pers.). Cependant, en juin 1978, les Fous de

Bassan ont utilisé surtout le Lançon d'Amérique.

#### COMPARAISON AVEC LE RÉGIME ALIMENTAIRE À L'ÎLE BONAVENTURE

Du point de vue des proies principales, le régime alimentaire tel que décrit par Poulin (1968) et Lafleur (1968) se composait, tôt en saison, surtout de Hareng atlantique (*Clupea harengus*). Par la suite (juillet), c'est surtout le Maquereau bleu qui est consommé avec quelques encornets (*Illux* sp.) et quelques Sébastes (*Sebastes marinus*). En 1974 cependant, le Hareng atlantique était presque absent dans les régurgitations à l'île Bonaventure (Taylor, 1974), alors que le Lançon d'Amérique est apparu en août (9 et 19 août).

Les résultats obtenus au rocher aux Oiseaux concordent avec ceux de l'île Bonaventure quant à l'utilisation du Maquereau bleu comme nourriture, à partir du début de juillet: nous y retrouvons aussi les calmars. Cependant, il en diffère surtout par l'abondance du Lançon d'Amérique dans les régurgitations obtenues au rocher aux Oiseaux. Cette tendance s'est maintenue au cours des années 1977, 1978 et 1979 (W. A. Montevecchi, comm. pers.): le Sébaste a aussi été observé à deux reprises en 1979.

#### Conclusion

Ce qui caractérise donc le régime alimentaire du Fou de Bassan aux îles de la Madeleine, de juin à août, c'est l'utilisation du Maquereau bleu et du Lançon d'Amérique. Le Maquereau bleu se déplace en bancs près de la surface (Leim & Scott, 1972) et est donc une proie facile pour le Fou de Bassan, aussi bien à l'île Bonaventure qu'aux îles de la Madeleine. Le Lançon d'Amérique se tient sur les fonds de sable, souvent en nombre considérable et à faible profondeur (Leim &

Scott, 1972). Le Fou de Bassan utilise aussi plusieurs autres proies selon leur disponibilité, notamment le Capelan.

#### Remerciements

Les travaux au rocher aux Oiseaux ont été rendus possibles grâce aux bons offices de la Garde côtière du Canada, bureau de Charlestown, par l'intermédiaire de M. Wyley Brienton. Je tiens également à remercier les gardiens de phare qui nous ont accueilli au cours de nos diverses visites.

Enfin, nous avons bénéficié d'une subvention du Ministère des pêches et environnement Canada, Pêches et mer dans le cadre d'une étude de l'impact des populations d'oiseaux marins sur les pêches commerciales aux îles de la Madeleine.

#### Références

- KOHLER, A. C., D. M. FITZGERALD, R. G. HOLLIDAY, J. S. SCOTT & A. V. TYLER, 1960. — Length-weight relationships of marine fishes of the Canadian Atlantic region. — Tech. Rep. Fish. Res. Bd Can., no. 164, 12 p. et annexes.
- LAFLEUR, Y., 1969. Île Bonaventure. 1968. — Rapport de l'activité de l'Université Laval. Rapport non publié, 102 p.
- LEIM, A. H. & W. B. SCOTT, 1972. Poissons de la côte atlantique du Canada. — Bull. Off. Rech. Pech. Canada, n° 155, 485 p.
- NELSON, B., 1978. The Gannet. — Buteo Books, Vermillion, 336 p.
- PALMER, R. S. (ed.), 1962. Handbook of North American Birds. Volume 1: Loons through Flamingos. — Yale University Press, 561 p.
- POULIN, J. M., 1968. Reproduction du Fou de Bassan (*Sula bassana*). Île Bonaventure (Québec). (Perspective écologique). — Mém. Maîtrise ès Sciences, Univ. Laval, Québec, 110 p.
- TAYLOR, P. S., 1974. Seabirds of Bonaventure Island and area. Summer 1974. — C.W.S. Program «Studies on northern seabirds». Report no. 29.





## DEUX STATIONS NOUVELLES DE LA MÉDUSE D'EAU DOUCE *CRASPEDACUSTA SOWERBYI* LANKESTER 1880 AU QUÉBEC

Étienne MAGNIN

Département de sciences biologiques, Université de Montréal,  
C.P. 6128, Montréal, Québec H3C 3J7

### Résumé

Des méduses d'eau douce *Craspedacusta sowerbyi* Lankester ont été trouvées dans deux lacs des Laurentides au Québec: le lac l'Éscalier (45°50'N., 75°45'O.) et le lac Labelle (46°15'N., 74°53'O.). Elles sont là à la limite nord de leur répartition géographique en Amérique du Nord. Elles étaient relativement abondantes en août et au début du mois de septembre.

### Abstract

Freshwater medusae *Craspedacusta sowerbyi* Lankester were found in two lakes of Laurentian hills, Québec: Lake l'Éscalier (45°50'N, 75°45'W) and Lake Labelle (46°15'N, 74°53'W). They are here in northern part of their range in North America. They were abundant in August and in early September.

### Introduction

En septembre 1973, Monsieur Gaétan Bouchard a apporté à notre laboratoire deux individus de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbyi* Lankester provenant du lac l'Éscalier. Deux autres exemplaires provenant du lac Labelle nous ont été fournis par Monsieur Daniel Cartier en septembre 1979.

### Observations et discussion

Les deux lacs se trouvent dans les collines des Basses Laurentides. Le lac l'Éscalier est situé à environ 50 km au nord d'Ottawa dans le bassin de la rivière du Lièvre (figure 1). C'est un peu plus au nord et à l'est dans le bassin de la rivière Rouge que se trouve le lac Labelle. Ces deux lacs sont respectivement à 45°50' et 46°15' de latitude nord. C'est aussi entre ces deux latitudes que Robert (1956) avait signalé la présence de la méduse d'eau douce: le lac Ouimet à Saint-Jovite et le lac Manitou à Sainte-Agathe. Aux États-Unis, Smrček (1970) place la limite nord de la distribution géographique de cette espèce au lac Burt, Michigan (45°20'N., 84°20'O.). Les lacs des Laurentides peuvent donc être considérés comme la limite nord de la distribution de l'espèce en Amérique du Nord.

Les spécimens que nous avons observés étaient nettement des limnoméduses *Craspedacusta sowerbyi*: ombrelle hémisphérique un peu aplatie et transparente, présence de tentacules plus ou moins nombreux et plus ou moins longs sur la bordure de l'ombrelle, vélum mince et transparent, manubrium relativement court et quadrangulaire, quatre canaux radiaires partant du manubrium et débouchant dans le canal annulaire, quatre gonades appendues aux canaux radiaires (Dejdar, 1934).

Les deux personnes qui nous ont fourni les spécimens nous ont signalé que les méduses étaient relativement abondantes au cours du mois d'août dans les deux lacs. C'est un fait souvent noté par les observateurs que les apparitions de *C. sowerbyi* sont erratiques, imprévisibles et surprenantes (Arvy, 1972), variant de quelques individus à des milliers (Courson Zelif, 1940).

Les limnoméduses ont une phase polype et elles bourgeonnent directement sur ces polypes décrits par Potts (1885) sous le nom de *Microhydra ryderi*. Il faut signaler que le stade polype est beaucoup plus rarement observé que le stade méduse. D'après Lytle (1960), les meilleures conditions sont celles d'un système de lac fluvial, les polypes se développant principalement dans les eaux courantes et les méduses dans les eaux dormantes.

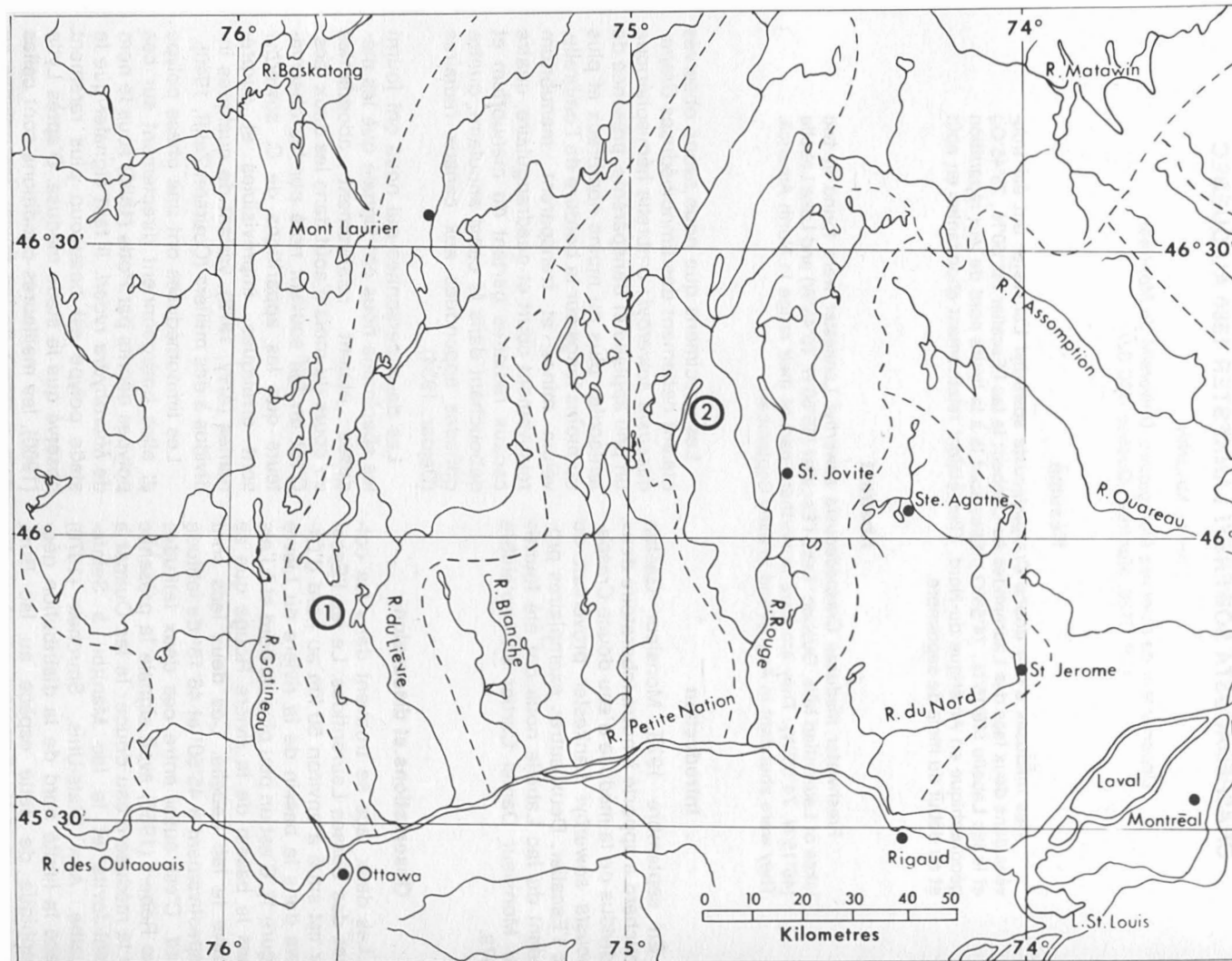


Figure 1. Emplacement des deux stations où ont été trouvées les méduses d'eau douce:  
 1. Lac l'Escalier; 2. Lac Labelle.

Découvertes pour la première fois par James Sowerby à Londres en 1880 (Lankester, 1880), ces méduses d'eau douce ont ensuite été signalées un peu partout dans le monde: en France (Goy, 1971), en Italie (Cotta Ramusino, 1972), en Suisse (Dussart, 1963), en Hongrie-Tchécoslovaquie (Vranovský, 1969), en Australie (Bayly, 1971), en Nouvelle-Zélande (Fish, 1971), à Hawaii (Matthews, 1963) et dans divers États des États-Unis (Arnold, 1968; Howmiller & Ludwig, 1972; Smrček, 1970, Walley, 1972).

### Références

- ARNOLD, J. R., 1968. Freshwater Jellyfish records in California - 1929-1967. - *Wasmann J. Biol.*, 26: 255-261.
- ARVY, L., 1972. Sur la présence de *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Limnoméduse: Olindiidae) associée à un commensal *Trichodina pediculus* Ehrenberg (Cilié: Peritricha) dans le canal de Briare. - *Annls Sci. nat. Zool. Biol. animale*, 14: 131-146.
- BAYLY, I. A. E., 1971. Comments on medusae from inland waters and estuaries with reference to a recent find in Australia. - *Bull. Aust. Soc. Limnol.*, 4: 4-6.
- COTTA RAMUSINO, M., 1972. Présence de *Craspedacusta sowerbyi* Lankester dans les eaux italiennes. - *Bull. fr. Piscic.*, France, 44: 147-150.
- COURSON ZELIFF, C., 1940. *Craspedacusta* - the freshwater jellyfish in New-Jersey. - *Am. Midl. Nat.*, 23: 251-252.
- DEJDAR, E., 1934. Die Süßwassermeduse *Craspedacusta sowerbyi* Lankester in monographischer Darstellung. - *Z. Wiss. Biol. Abt. A. Z. Morph. Okol. Tiere*, 28: 595-691.
- DUSSART, B. H., 1963. Les grands lacs d'Europe occidentale. - *Annls Biol.*, 2 (11-12): 500-572.
- FISH, G. R., 1971. *Craspedacusta sowerbyi* Lankester (Coelenterata: Limnomedusae) in New Zealand. - *N.Z.Jl Mar. Freshwat. Res.*, 5: 66-69.
- GOY, J., 1971. La méduse *Craspedacusta sowerbyi* Lankester 1880 en France. - *Bull. Soc. zool. Fr.*, 96: 17-22.
- HOWMILLER, R. P. & G. M. LUDWIG, 1972. A record of *Craspedacusta sowerbyi* in Wisconsin. - *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts Lett. U.S.A.*, 60: 181-182.
- LANKESTER, E. R., 1880. On a new jellyfish of the order Trachomedusae, living in freshwater. - *Nature* (London), 22: 147-361.
- LYTLE, C. F., 1960. A note on distribution patterns in *Craspedacusta*. - *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 79: 461-469.
- MATTHEWS, D. C., 1963. Freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester in Hawaii. - *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 82: 18-22.
- POTTS, E., 1885. *Microhydra ryderi*. - *Science*, 5: 123.
- ROBERT, A., 1956. La méduse *Craspedacusta sowerbyi* dans les lacs des Laurentides. - *Ann. de l'ACFAS 1954-55*, 22: 49.
- SMRČEK, Y. C., 1970. *Craspedacusta sowerbyi*: northern extension of range in Michigan. - *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 89: 325-327.
- VRANOVSKÝ, M., 1969. *Craspedacusta sowerbyi* Lankester (Hydrozoa, Leptolida) from the Czechoslovak-Hungarian stretch of the Danube. - *Biologia*, 24: 421-424.
- WALLEY, H. D., 1972. The freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* in Illinois. - *Trans. Ill. St. Acad. Sci. U.S.A.*, 65: 80-81.



## PINUS RIGIDA MILLER : SECONDE STATION AU QUÉBEC

Guy BAILLARGEON et Jean-Paul BERNARD

Herbier Louis-Marie, Université Laval, Québec G1K 7P4

### Résumé

On signale la découverte d'une deuxième station du *Pinus rigida* Mill. au Québec, dans une tourbière à Venise-en-Québec (Missisquoi). La station et le peuplement de pin rigide sont décrits. La limite septentrionale de cette espèce est discutée dans une perspective historique.

### Abstract

A second locality for *Pinus rigida* Mill. is reported from Québec. It is in a sphagnum bog at Venise-en-Québec (Missisquoi). The site and the pitch pine stand are described. The northern limit of this species is discussed in an historical perspective.

Le 17 juillet 1978, l'un d'entre nous (J.-P. B.) localisait une seconde station au Québec du *Pinus rigida* Miller. Cette nouvelle station est située dans une tourbière à proximité du lac Champlain, à Venise-en-Québec, comté de Missisquoi. Ses coordonnées sont 45°05' lat. N. par 73°10' long. O. Elle se trouve à la même latitude que la première station signalée par Rouleau (1955), mais elle modifie quelque peu la limite est de l'espèce au Québec en lui faisant franchir le Richelieu; 55 km à vol d'oiseau séparent les deux peuplements. Des spécimens justificateurs (Bernard B78-375; Baillargeon, Bernard et Roy 2135) sont déposés aux herbiers suivants: CAN, DAO, MT, QFA.

Trois groupes, de quelques pins rigides chacun, composent le peuplement. Ils sont répartis à l'intérieur d'un rayon approximatif de 300 m dans la tourbière et à sa marge. Un premier groupe, isolé dans la tourbière, est composé de deux arbres d'une vingtaine d'années. Un second groupe, à 200 m du premier et toujours dans la tourbière, est formé de quatre individus: un arbre de 19 ans à hauteur de poitrine, mesurant 5,8 m de hauteur et 20 cm de diamètre (D.H.P.), entouré de deux jeunes pins rigides âgés d'au plus 5 ans et d'une plantule de 2 ans. L'un des deux jeunes pins de 5 ans porte déjà des cônes femelles alors que le plus vieux est chargé de trochets de cônes persistants. Le troisième groupe est situé en bordure de la tourbière. Nous y avons dénombré une vingtaine de pins rigides encore debout au moment de notre passage. Malheureusement,

ce secteur est contigu au terrain de golf «Baie Missisquoi» et celui-ci était alors en pleine phase d'agrandissement. Autour presque tout le couvert végétal venait d'être rasé et la plupart des souches avait déjà disparu sous une épaisse couche de terre. À proximité, en dehors de la tourbière, des îlots d'*Acer saccharum* et d'*Acer saccharinum* ainsi que quelques pins plus ou moins isolés avaient été conservés pour l'ornementation future du golf. La plupart des pins étaient des *Pinus strobus*, mais il s'y mêlait la vingtaine de *Pinus rigida* dont nous avons parlé. Le plus gros d'entre eux est dans la tourbière, à quelques mètres à peine de la zone bûchée. Il est âgé de 30 ans à hauteur de poitrine et mesure 11,8 m de hauteur. Son taux de croissance est rapide pour un arbre à la limite de son aire: 38 cm de diamètre en trente ans.

La tourbière contenant du pin rigide est formée d'un dépôt organique relativement mince qui varie de 1,2 à 1,8 m d'épaisseur (Simard, 1977). Les photos 80 et 81 de la série Q-65106 du ministère des Terres et Forêts du Québec y montrent des traces d'exploitation forestière qui doivent remonter à une quarantaine d'années. Actuellement, la strate arbustive basse domine la végétation. On y trouve surtout du *Rhododendron canadense*, *Vaccinium corymbosum* et *V. angustifolium* au-dessus d'un parterre bosselé de *Sphagnum nemoreum*, *S. magellanicum* et *S. russowii*, mêlés de *Polytrichum strictum*. La densité des strates arbustives moyenne et haute varie beaucoup. À

proximité des deux premiers groupes de pins, *Betula populifolia* est fréquent mais largement espacé et de petite taille; en compagnie du *Populus tremuloides*, il devient très dense et plus haut au voisinage du 3<sup>e</sup> groupe. Un peu partout on voit de jeunes *Pinus strobus*, *Abies balsamea* et *Larix laricina* généralement isolés ou par petits groupes. Nous avons prélevé des carottes sur plusieurs de ces arbres; tous étaient du même âge ou plus jeunes que les pins rigides à proximité.

Cette station est la seconde correctement mentionnée pour le Québec par des auteurs modernes. La première, d'une superficie de plusieurs hectares, a été signalée par Rouleau et Cinq-Mars (1954) ainsi que Lortie (1954) et Rouleau (1955). Elle a été décrite au point de vue écologique par Grandtner (1961). Depuis 1978, environ un quart de sa superficie est protégée par la loi des réserves écologiques (Coulombe, 1978). Ce sont des variantes dans la manière d'indiquer la localité de cette première station sur les étiquettes d'herbier qui expliquent que la carte de distribution de Fowells (1965), reprise par Little (1971), porte deux points en terre québécoise. En effet, les cartes de ces auteurs sont essentiellement basées sur des relevés de comtés et si on examine, par exemple, les spécimens déposés à QFA on trouve : *Cinq-Mars et Rouleau (s.n.)* : St-Pierre de Howick, cté de Huntingdon; *Raymond et al. 90* : Cairnside, cté de Chateauguay; *Lemieux 14352* : St-Chrysostome, cté de Chateauguay. Des variantes similaires se retrouvent à CAN, DAO, MT, MTJB, QUE, SFS. Tous ces spécimens proviennent de la même station située à mi-chemin entre ces différentes localités et, si on en croit Coulombe (1978), la station est officiellement sise sur le territoire de la municipalité de Franklin, du cadastre de la paroisse de Saint-Antoine-Abbé, division d'enregistrement de Chateauguay.

Bien avant nous cependant, au 18<sup>e</sup> s., Duhamel du Monceau (1755) précisait déjà la limite nordique de cette espèce. Grâce aux indications de l'intendant Hocquart (La Galissonnière, 1743), du médecin Jean-François Gaultier et du gouverneur La Galissonnière, il signalait la présence d'un pin à trois feuilles et à cônes épineux à proximité du fort Frontenac et du lac Champlain. La station de Frontenac existe toujours près de Kingston en Ontario, dans l'archipel des Milles-Isles et aux alentours. Elle a été étudiée en détail par Vander Kloet (1973). Quant à celle du lac Champlain, étant donné l'itiné-

raire des voyageurs de l'époque, on peut présumer qu'il s'agit des peuplements situés à une cinquantaine de kilomètres au sud de la frontière entre le Canada et les États-Unis, dans le secteur de l'Isle Grande et de la rivière au Sable. Ces peuplements ont été notés par Kalm, en 1749, lors de son retour de la Nouvelle-France à la Nouvelle-Angleterre. Celui-ci avait été mis au courant de l'existence du pin rigide par Gaultier lors de son séjour de 2 mois dans la ville de Québec (Rousseau, Béthune & Morisset, 1977). Plus près de nous, Sheppard (1831, 1882), dans des articles sur la distribution de plantes canadiennes, mentionne aussi la présence du pin rigide au lac Champlain. Par la suite, cependant, des auteurs tels que Saint-Cyr (1890) et Marie-Victorin (1927) ont cherché en vain l'espèce le long de la frontière américaine. Il a fallu attendre 1954 pour la trouver une première fois et 24 ans de plus pour la trouver une seconde fois.

La nouvelle station de Missisquoi ainsi que celles de Chateauguay et de l'Ontario se situent dans la zone climatique la plus favorable de l'est du Canada. La saison de croissance y dure près de 200 jours et il s'y accumule près de 1900 degrés-jours au-dessus de 5,6°C par année (Houde, 1978; Wilson, 1971). Notons qu'à cause de la présence d'éléments nettement méridionaux, Rousseau (1974) suggérerait d'étendre au comté de Missisquoi le domaine de l'érablière à caryer (Grandtner, 1966) dont la limite se confond plus ou moins avec la vallée de la rivière Yamaska. La découverte du *P. rigida* dans ce secteur fournit un élément additionnel à son argumentation.

## Références

- COULOMBE, G., 1978. Règlement concernant la création de la réserve écologique du Pin rigide. — Gaz. off. Québec, 110 (1), part. 2, p. 5-6.
- DUHAMEL DU MONCEAU, H.L., 1755. Traité des arbres et des arbustes qui se cultivent en France en pleine terre. — Guerin et Delatour, Paris. Vol. 2, 387 p.
- FOWELLS, H.A., 1965. Silvics of forest trees of the United States. — U.S.D.A. Agricultural Handbook, no. 271, p. 404-410.
- GRANDTNER, M.M., 1961. Note sur le *Pinetum rigidae* du Québec. — Naturaliste can., 88: 39-44.
- GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.

- HOUDE, A., 1978. Atlas climatologique du Québec. Température et précipitations. — Québec, Min. Rich. nat., Serv. Météorologie, M36, 42 p.
- LA GALISSONNIÈRE, R.M.B., 1743. Lettre à Duhamel du Monceau. — Bull. Rech. Hist., 33: 729 (1931).
- LITTLE, E.L. Jr., 1971. Atlas of United States trees. Vol. 1. Conifers and important hardwoods. — U.S.D.A. Forest Serv, Misc. Publ. no. 1146, 213 p.
- LORTIE, L., 1954. Nouvelle conquête de la flore laurentienne. — La Patrie, 39: 65, 91.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1927. Les Gymnospermes du Québec. — Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal n° 10, 147 p.
- ROULEAU, E., 1955. *Pinus rigida* Miller in Quebec. — Rhodora, 57: 299.
- ROULEAU, E. & L. CINQ-MARS, 1954. Le *Pinus rigida* Miller dans le Québec. — Programme du XXII<sup>e</sup> congrès, ACFAS, Montréal, p. 33.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Presses Univ. Laval, Québec, 797 p.
- ROUSSEAU, J., G. BETHUNE & P. MORISSET, 1977. Voyage de Pehr Kalm au Canada en 1749. — Tisseyre (C.L.F.), Montréal, 674 p.
- SAINT-CYR, D.N., 1890. Rapport du conservateur du muséum pour 1888-89. — Québec, Assemblée Nationale, Documents de la session T. 3. Doc n° 152, 200 p.
- SHEPPARD, W., 1831. Notes on some of the plants of Lower-Canada. — Trans. Lit. Hist. Soc. Québec, 2: 39-64.
- SHEPPARD, W., 1882. On the geographical distribution of the coniferae in Canada. — Ann. Bot. Soc. Canada, 1: 185-188.
- SIMARD, A., 1977. Inventaire des tourbières de Missisquoi. — Rapp. Serv. Gîtes minéraux, Div. Tourbières, Min. Rich. nat. Québec, DP 530, 27 p.
- VANDER KLOET, S.P., 1973. The biological status of Pitch Pine, *Pinus rigida* Miller, in Ontario and adjacent New York. — Can. Fid Nat., 87: 249-253.
- WILSON, C.V., 1971. Le climat du Québec: Atlas climatique, 1<sup>ère</sup> partie. — Service météorologique du Canada, Études climatologiques, n° 11, 65 cartes.





## ADDITION DE *CLAYTONIA VIRGINICA* L. À LA FLORE DE L'OUTAOUAIS AU QUÉBEC

Daniel GAGNON

University of British Columbia, Department of Botany,  
Vancouver, B.C. V6T 1W5

### Résumé

On signale la découverte de *Claytonia virginica* L. sur la plaine argileuse de la rivière Outaouais à Luskville (Gatineau, Québec), dans un boisé dominé par *Quercus macrocarpa*, *Ulmus americana* et *Tilia americana*.

### Abstract

*Claytonia virginica* L. is reported from the Québec side of the Ottawa River near Luskville (Gatineau Co.), in a stand dominated by *Quercus macrocarpa*, *Ulmus americana* and *Tilia americana*.

*Claytonia virginica* L. est extrêmement rare dans la région d'Ottawa-Hull (Gillett & White, 1978) et n'avait jamais été signalé pour le Québec dans l'Outaouais (Rousseau, 1974). Les deux seules stations mentionnées pour la vallée de l'Outaouais sont en Ontario. La station de Dow's swamp, près de la rivière Rideau à Ottawa, d'où provient la récolte de John Macoun (1898, DAO) n'existe

plus aujourd'hui. L'autre récolte est celle de C. et E. Frankton près de South March, comté de Carleton (1972, DAO).

QUÉBEC. Cté Gatineau: Luskville, plaine argileuse de l'Outaouais, chênaie humide à *Quercus macrocarpa*. Lat. 45°30'50" N., Long. 76°02'00" O.; alt. 220 pi., 26 mai 1979, Gagnon Q1M (CAN, MT). (Fig. 1).

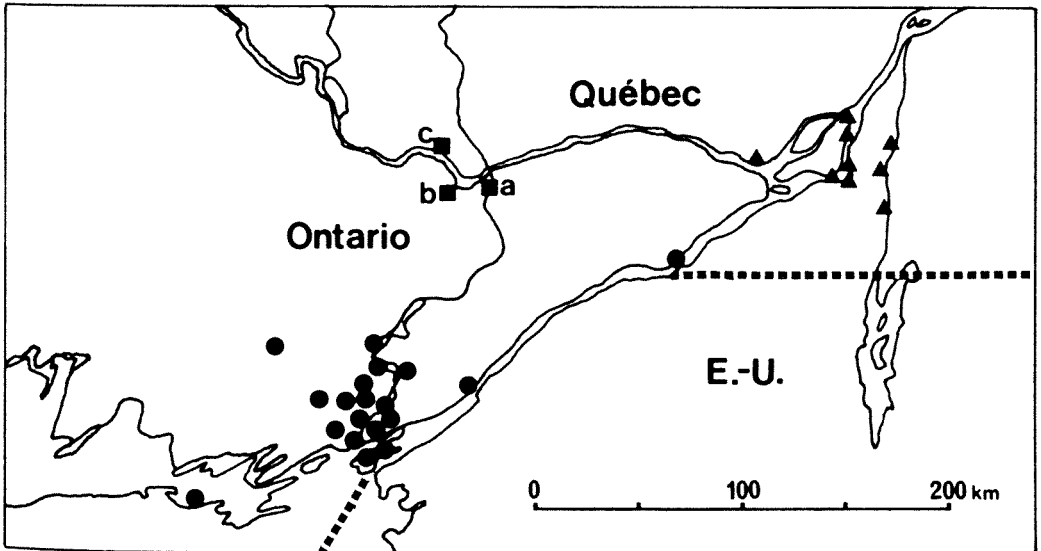


Figure 1: Distribution de *Claytonia virginica* L. au Québec et dans le sud-est de l'Ontario. Carrés: stations de la vallée de l'Outaouais. a) Dow's swamp, Ottawa, Ont. (n'existe plus), J. Macoun 7-V-1898. b) South March, Ont., C. & E. Frankton 28-V-1972. c) Luskville, Qué., D. Gagnon 26-V-1979. Cercles: stations du sud-est de l'Ontario (CAN, DAO et QK). Triangles: stations au Québec (MT, CAN, DAO et Rousseau (1974)).

La topographie plane de la localité et le haut pourcentage d'argile du sol (64%) créent des conditions de drainage imparfaites, d'où la présence d'un gleysol orthique. Le boisé de 0,2 ha est dominé par *Quercus macrocarpa*, *Ulmus americana*, *Tilia americana* et *Carpinus caroliniana*. *Rubus pubescens* et *Prunus virginiana* dominent la strate arbustive. La strate herbacée est caractérisée par *Carex gracillima*, *C. rosea*, *Viola pubescens*, *Ranunculus abortivus*, *Steironema ciliata* et *Uvularia sessilifolia*. Quelques centaines d'individus de *C. virginica* dominent la strate herbacée printanière avec un recouvrement de 56% presque égal au total des strates arbustive et herbacée. Par contre, C. et E. Frankton ne rapportent pour South March qu'une quinzaine d'individus parmi *Steironema ciliata* dans un boisé décidu.

La station de *C. virginica* près de Luskville fut découverte en cherchant des boisés dominés par *Q. macrocarpa* dans la vallée de l'Outaouais. Dansereau (1959) décrit l'association du *Quercetum montereigiense* dominée par *Q. macrocarpa*, dont *C. virginica* est une espèce caractéristique, qui se retrouve sporadiquement dans le Richelieu sur les sols argileux très humides, autant à l'intérieur des terres que sur les bords de la rivière. Parmi les quelques stations repérées dans l'Outaouais celle de Luskville correspond le plus près au *Quercetum montereigiense*, autant par la présence de *R. pubescens*, *U. sessilifolia* et *C. virginica*, que par la strate arborescente. *C. virginica* semble occuper essentiellement les plaines argileuses près des grands cours d'eau à sa limite nord de distribution (fig. 1), alors qu'il se retrouve fréquemment en milieux secs dans le sud de

l'Ontario. L'Outaouais et le Richelieu montrent beaucoup de ressemblances floristiques (Rousseau, 1974). Les différences qui subsistent pourraient bien disparaître avec une herborisation plus complète du côté québécois de la vallée de l'Outaouais. Nous espérons donc par cette note inciter d'autres botanistes à explorer la vallée de l'Outaouais, de même qu'à encourager la conservation des quelques parcelles boisées qui persistent encore sur les plaines argileuses des rives du Richelieu et de l'Outaouais, ainsi que des environs de Montréal.

### Remerciements

Nous tenons à remercier le Dr J.M. Gillett des Musées nationaux du Canada pour son aide sur le terrain et la vérification de nos spécimens, M. Yves Bergeron pour des informations sur les spécimens de l'Herbier Marie-Victorin (MT), ainsi que le Dr W.J. Cody de l'Institut de recherches biosystémiques, Agriculture Canada, pour l'utilisation de l'herbier de cet institut (DAO) et de données de l'Herbier Fowler, Queen's University (QK).

### Références

- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia laurentiana. II- The principal plant associations of the St-Lawrence Valley. — Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal, n° 75, 147 p.
- GILLETT, J.M. & D.J. WHITE, 1978. Liste des plantes vasculaires de la région d'Ottawa-Hull, Canada. — Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, 155 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec/Labrador. Distribution des principales espèces vasculaires. — Presses Univ. Laval, Québec, 799 p.

## VALIDATION ET CORRECTION DE NOMS DE CHAMPIGNONS

René POMERLEAU

1395, Parc Champoux, Sillery, Québec G1S 1L7

### Résumé

L'auteur apporte les correctifs nécessaires pour valider les noms de quinze espèces et d'une section publiés dans *Flore des champignons au Québec*, par R. Pomerleau (Montréal, 1980).

### Abstract

The names of fifteen species and one section published in *Flore des champignons au Québec*, by R. Pomerleau (Montréal, 1980), are validated or corrected.

Afin de nous conformer aux règles (Articles 33.2 et 64.1) du *Code international de la nomenclature botanique* (Stafleu, 1978), les combinaisons nouvelles (*comb. nov.*) et les statuts nouveaux (*stat. nov.*) proposés dans notre ouvrage récent (*Flore des champignons au Québec*, 1980) sont énumérés avec mention de la page de notre ouvrage, du basionyme et des références bibliographiques, ainsi que des homonymes antérieurs valides s'il y a lieu. La diagnose latine d'une nouvelle section du genre *Lecaninum* est également présentée.

*Melanopus radicans* (Schw.) Pomerleau *comb. nov.* (p. 236)

Basionyme: *Polyporus radicans* Schweinitz, Trans. Am. phil. Soc., 11 (4):155. 1832.

*Leucoporus peckianus* (Cke) Pomerleau, *comb. nov.* (p. 238)

Basionyme: *Polyporus peckianus* Cooke, Trans. Proc. bot. Soc. Edinb., 13:148. 1874.

*Pelloporus fomicola* (B. et C.) Pomerleau, *comb. nov.* (p. 242)

Basionyme: *Polyporus fomicola* Berkeley et Curtis, J. Linn. Soc., Bot., 10:305. 1868.

*Craterellus multiplex* (Smith) Pomerleau (p. 274)

Ce nom étant invalide parce qu'il existe un homonyme antérieur: *Craterellus multiplex* Cooke et Massee (Grevillea, 86:3. 1889), le remplacer par *Craterellus cinereus* (Fr.) Quél. var. *multiplex* (Smith) Smith (Mich. Bot., 7:151. 1968). À l'exemple de Bigelow (1978, p. 722-724), il sem-

ble préférable de ne pas donner un nouveau nom à cette entité trouvée au Québec, mais qui pourrait se ranger dans une espèce apparentée: *Craterellus foetidus* Smith (Mich. Bot., 7:152. 1968).

*Biannularia ventricosa* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 308)

Basionyme: *Armillaria ventricosa* Peck, Bull. Torrey bot. Club, 3:104. 1907.

*Leucopaxillus piceinus* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 316)

Basionyme: *Clitocybe piceina* Peck, Bull. Torrey Bot. Club, 3(4):178. 1904.

*Lepista subconnexa* (Murr.) Pomerleau (p. 318)

Lire plutôt: *Lepista subconnexa* (Murr.) Harmaja, Karstenia, 17:38. 1970.

*Lepista densifolia* (Fav.) Pomerleau *comb. nov.* (p. 319)

Basionyme: *Rhodopaxillus densifolius* Favre, Les Ass. Fong., Hauts Marais Jurassien, p. 212. 1948.

*Boletinus grevillei* (Klotz.) Pomerleau, *comb. nov.* (p. 249)

Basionyme: *Boletus grevillei* Klotzsch, Linnaea, 7:198. 1832.

*Leccinum* sect. *Fuscoscabra* Pomerleau, *sect. nov.* (p. 439)

*Hymenophoro et sporis in cumulo fusco-brunneo; stipite et pileo cinereo-lilacinis. Species typica: Leccinum eximium* (Pk) Pomerleau.

*Leccinum eximium* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 429)

Basionyme: *Boletus eximius* Peck, J. Mycol., 3:54. 1887.

*Psilocybe polytrichophila* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 467)

Basionyme: *Agaricus (Psathyra) polytrichophilus* Peck, Rep. N.Y. St. Mus., 30:42. 1878.

*Nolanea salmonea* (Pk) Pomerleau (p. 538)

Cette combinaison est invalide parce que le basionyme, *Agaricus (Entoloma) salmoneus* Peck (Rep. N.Y. St. Mus., 24:65. 1872), est postérieur à *Nolanea quadrata* Berkeley et Curtis (Ann. Nat. Hist., 4:290. 1859), lequel est le nom correct de cette espèce d'après Horak (Annls mycol., Ser. 2, 28(1-6):190. 1974-75).

*Noleana peckiana* (Burt) Pomerleau *comb. nov.* (p. 538)

Basionyme: *Entoloma peckianum* Burt *apud* Peck, Rep. N.Y. St. Mus., 34:196. 1901.

*Noleana murraili* (B. & C.) Pomerleau (p. 538)

Lire plutôt: *Nolanea murraili* (B. & C.) Dennis, Fungus Flora of Venezuela, Kew Bull. Addit. Ser., 111:76. 1970.

*Nolanea strictior* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 539)

Basionyme: *Agaricus strictior* Peck, N.Y. St. Mus. Cab. Rep., 22:88. 1873.

*Nolanea scabrinella* (Pk) Pomerleau *comb. nov.* (p. 539)

Basionyme: *Agaricus scabrinellus* Peck, Rep. N.Y. St. Mus., 33:19. 1895.

### Remerciements

Nous remercions le Dr S. Redhead, de l'Institut de recherches biosystématiques d'Ottawa, et le Dr Bernard Boivin, de l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval à Québec, qui nous ont fourni de précieuses indications sur ce sujet.

### Références

- BIGELOW, H. E., 1978. The Cantharelloid Fungi of New England and adjacent areas. — *Mycologia*, 70:707-756.
- POMERLEAU, R., 1980. Flore des champignons au Québec. — Montréal, Éditions La Presse, xvi + 656 p., 48 pl.
- STAFLEU, F. A. (ed.), 1978. International code of botanical nomenclature, adopted by the 12th International Botanical Congress, Leningrad, July, 1975. — Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht (Regnum veg., no. 97), viii + 457 p.

## REVUE DES LIVRES

CAMPAN, R., 1980. **L'animal et son univers**. Privat, Toulouse (collection Bios). 258 p., 15,5 × 24 cm. 23,10\$.

GUYOMARC'H, J.-C., 1980. **Abrégé d'éthologie**. Masson, Paris (collection Abrégés). IX + 180 p., 13,5 × 21 cm. 24\$ (environ).

Les ouvrages d'éthologie en langue française sont une denrée assez rare. La parution quasi simultanée des deux livres qui font l'objet de cette analyse est donc un événement exceptionnel qui est l'occasion rêvée pour l'auteur de ces lignes de se livrer à une des pratiques favorites des éthologistes : l'analyse comparative.

Les deux ouvrages sont limités pour l'essentiel à ce qu'on appelle parfois l'éthologie classique, centrée sur la fonction, le déterminisme et l'évolution des traits de comportement. Les auteurs y défendent tous deux des idées qui appartiennent à la ligne de pensée de Schneirla, selon laquelle la forme que prend un trait de comportement, au moment où il est actualisé, dépend d'un réseau tellement complexe d'interactions et de rétroactions passées et présentes entre l'individu et son environnement qu'il est illusoire et vain de vouloir analyser ce trait de comportement en termes de composantes innées ou acquises. Cette pensée est tellement omniprésente dans le livre de Campan qu'elle en fait à bien des égards un livre « à thèse » : celle d'une *dialectique* permanente entre « l'animal et son univers » (titre même du livre) qui, tout au long du développement, façonne le comportement de manière à conférer à chaque événement comportemental un caractère unique et individuel. L'importance que l'auteur attache à cette dialectique et à sa dynamique est illustrée par l'ordre même dans lequel se succèdent les chapitres et par les poids relatifs qui leur sont donnés : évolution du comportement (18 p.); hérité du comportement (13 p.); développement du comportement : période embryonnaire (37 p.) et période post-natale (55 p.); actualisation du comportement (30 p.). Le livre de Guyomarc'h est certes lui aussi imprégné de la même idée fondamentale mais de façon plus discrète et surtout plus tempérée : tout en insistant souvent sur la variabilité inter- et même intraindividuelle du comportement, l'auteur développe de façon assez convaincante l'idée que cette variabilité est moins grande dans certaines sphères comportementales (la communication, par exemple) que dans d'autres (l'alimentation, la construction du nid...). Toutefois, l'adhésion de Guyomarc'h à la pensée schneirléenne a pour corollaire, tout comme chez Campan, ce que je considère être une faiblesse et une superficialité marquées des chapitres

consacrés à la génétique et à l'évolution du comportement.

Les deux livres se différencient nettement par la manière qu'ont leurs auteurs de présenter les idées-clé et de les illustrer par des exemples. Guyomarc'h consacre à chacune d'entre elles un court chapitre, consistant en la présentation détaillée de deux à quatre exemples pertinents, suivie de « conclusions » ; Campan pour sa part introduit faits et idées dans un ordre beaucoup moins rigide, ce qui confère plus de souplesse à ses démonstrations. En revanche, le style plus décontracté de Guyomarc'h m'a rendu plus attrayant la lecture de son livre, même si ce style franchit parfois les limites de l'incorrection. Les figures qui illustrent les deux textes diffèrent elles aussi nettement par leur style. Alors que Guyomarc'h adopte le type de figures qu'on trouve généralement dans ce genre de littérature, Campan a confié l'illustration de son livre à un dessinateur dont le goût pour l'enjolivure produit parfois des surprises plaisantes. Toutefois, cette différence de style ne cache pas un trait malheureusement commun aux deux ouvrages : il y est trop souvent difficile d'établir le rapport précis qui existe entre une figure, sa légende et le texte. Les deux livres partagent enfin un défaut majeur au niveau de la « bibliographie ». Campan renonce clairement à donner les références bibliographiques des nombreux articles et ouvrages qu'il cite dans son texte, et se contente d'une seule page de « quelques éléments de bibliographie » qui ne contient que des titres de « livres », tous, à trois exceptions près, en français (originaux ou traductions). Guyomarc'h, lui, semble à première vue prendre la chose plus au sérieux : il donne quatre pages de références bibliographiques, ordonnées selon les chapitres spécifiques auxquels elles se rapportent. Hélas, on s'aperçoit à la lecture qu'au moins la moitié des auteurs cités dans le texte ne le sont pas dans la bibliographie. De ce point de vue, j'avoue que, paradoxalement, j'ai trouvé la lecture de Campan moins frustrante que celle de Guyomarc'h : chez celui-ci, l'espoir de trouver la référence qu'on prend une chance de chercher est déçu au moins une fois sur deux, alors que chez celui-là, comme on a vite compris qu'il est inutile de chercher les références, il n'y a pas d'espoirs déçus ! Considérant qu'une liste complète des références bibliographiques des ouvrages cités est un outil indispensable à qui veut « construire » sur la lecture qu'il a faite, je trouve inconcevable qu'on puisse encore, en 1980, publier des ouvrages de cette nature qui en soient dépourvus. Dans le cas du livre de Campan, cela est d'autant plus regrettable que cet

auteur cite à l'appui de sa thèse nombre d'articles et d'ouvrages qui n'appartiennent pas à la littérature éthologique traditionnelle et dont l'éthologiste ou l'étudiant moyens ne savent vraiment pas où trouver les références.

Pour jouer jusqu'au bout le jeu de la comparaison, je devrais sans doute dire pour terminer lequel des deux ouvrages je considère être le meilleur. Situation cornélienne: les deux livres présentent une intéressante «défense et illustration» d'un point de vue souvent mal représenté dans la littérature éthologique; tous deux souffrent de carences impardonnables au niveau des références bibliographiques; et comble de malchance, ils ont pratiquement la même valeur marchande! Le lecteur qui voudrait faire un choix devra donc le faire en fonction des caractères différentiels mineurs mentionnés dans cette analyse, selon ses goûts personnels.

Jacques BOVET

Département de biologie  
Université Laval

THORPE, W.H., 1979. *The origins and rise of ethology*. Heinemann Educational Books. 174 p. 15 × 25 cm. 26,75\$.

Cette courte monographie se divise en deux parties, consacrées respectivement à l'origine (cinq chapitres) et aux développements modernes (trois chapitres) de l'éthologie. Le premier chapitre examine les origines de l'histoire naturelle trop brièvement pour être d'une grande utilité. Le deuxième chapitre est consacré aux racines les plus anciennes de l'éthologie; le point le plus intéressant est peut-être celui décrivant l'apparition en France, à la fin du 18<sup>e</sup> et au début du 19<sup>e</sup> siècle, de l'éthologie sous sa forme moderne. Compte tenu de cette avance historique, on peut se demander pourquoi l'éthologie en France a aujourd'hui une cinquantaine d'années de retard.

Dans le chapitre 3, Thorpe évalue les contributions britanniques au développement de l'éthologie durant le 19<sup>e</sup> et une partie du 20<sup>e</sup> siècle. Les ouvrages les plus importants furent sans doute «*The Origin of Species*» et «*A Posthumous Essay on Instinct*» de Charles Darwin. Thorpe, probablement le seul éthologiste encore vivant ayant connu Lloyd Morgan, discute ici des avantages et désavantages de l'adhésion au canon de ce dernier, à savoir «qu'on ne peut interpréter un comportement comme étant la manifestation d'une fonction mentale supérieure s'il est possible de l'interpréter comme résultant d'une fonction se situant plus bas dans l'échelle psychologique». L'importance de ce postulat pour la pensée éthologique moderne est énorme puisque cela a permis d'éviter les interprétations anthropomorphisantes du comportement animal qui étaient monnaie courante avant Morgan. Cependant,

comme Thorpe l'indique clairement, cette approche extrêmement réductionniste du comportement animal implique souvent l'existence de mécanismes physiologiques encore inconnus et peut-être même inexistantes. En outre, en essayant d'exclure les facteurs mentaux du comportement animal, on néglige la complexité de l'organisation perceptuelle, pourtant si évidente chez les animaux supérieurs notamment. Les études sur la communication chez les baleines, les primates et même les abeilles viennent tout de suite à l'esprit dans ce contexte.

Le chapitre 4 décrit l'éthologie aux États-Unis de 1880 à 1940. Les contributions les plus célèbres viennent de cinq individus hors du commun: Charles Otis Whitman (études phylogénétiques comparatives du comportement), Jacques Loeb (notions de mouvements forcés et de tropismes), H.S. Jennings (études des organismes inférieurs), Wallace Craig (problèmes du comportement appétitif et recherches sur les chants des oiseaux) et William Morton Wheeler (études des insectes et particulièrement des fourmis). L'auteur parle aussi de Karl Spencer Lashley, de B.F. Skinner, adversaire célèbre de l'éthologie, et de la guerre froide qu'ils se livraient à l'époque où tous deux étaient à Harvard. On peut imaginer les nouvelles découvertes qui auraient pu être faites dans la science du comportement animal si ces deux génies avaient collaboré au lieu de se quereller. D'autre part, c'est étonnant que Thorpe n'ait pas considéré les travaux de Daniel Lehrman assez importants pour mériter une discussion plus détaillée. Beaucoup d'éthologistes américains considèrent Lehrman comme le plus important éthologiste américain de cette époque.

Dans le chapitre 5, l'auteur passe en revue les progrès réalisés en Europe continentale de 1910 à 1950. Les chercheurs d'Autriche, d'Allemagne et de Hollande furent parmi les plus actifs à cette époque. Le travail d'Oskar Heinroth (le «père» de l'éthologie selon Lorenz) est discuté, ainsi que les contributions de Jakob von Uexküll, Karl von Frisch, Konrad Lorenz, Niko Tinbergen, Gerard Baerends et plusieurs autres. Le manque d'espace rend la discussion de leurs recherches nécessairement superficielle. Cependant, certaines anecdotes jettent un jour nouveau sur ces illustres personnages, telle l'histoire de la rencontre, par Lorenz et Tinbergen, de deux «belles de nuit» à Vienne en 1938 et de leur technique éthologique pour s'en tirer en tout bien tout honneur.

La deuxième partie du livre est intitulée: «*The rise of Ethology*». Le chapitre 6 (*The conceptual system at 1950: Key topics and attitudes*) présente le vocabulaire de base de l'éthologie classique moderne (par exemple activité de substitution, coordination héréditaire, etc.). Le chapitre 7, plutôt historique, décrit les groupes de recherche formés après la deuxième guerre mondiale, en particulier par Lorenz, Tinbergen, Thorpe lui-même et leurs collaborateurs et étudiants. Le chapitre 8 présente l'état actuel des notions et de la recher-

che en éthologie. On s'y intéresse surtout à la rigidité des coordinations héréditaires, aux actes consommatoires, à la nature des pulsions, aux activités de substitution, aux déclencheurs, à l'empreinte et à la perception.

Sur chacun de ces sujets, la discussion de Thorpe reste très limitée et sert surtout à orienter le lecteur vers l'abondante littérature appropriée. L'ouvrage se termine par une brève postface intitulée: «*Ethology, what of the future?*». Malgré sa concision (seulement trois pages), on soupçonne que c'est ici que se trouve la raison d'être du livre. E.O. Wilson (*Sociobiology*, Harvard Univ. Press, 1975) a prédit que l'éthologie est destinée à être «cannibalisée» par la physiologie d'une part et par la sociobiologie et l'écologie comportementale d'autre part. Thorpe non seulement n'est pas de cet avis, mais il croit que cela serait désastreux pour la biologie. Il croit que les écologistes deviendront des éthologistes à mesure que la biologie des populations deviendra de plus en plus réductionniste et que plusieurs physiologistes deviendront eux aussi éthologistes à mesure que leur science se développera. Contrairement à Wilson, Thorpe voit l'éthologie comme une science intégratrice, essentielle au plein développement de toute autre discipline concernant l'animal entier. Beaucoup d'éthologistes seront d'accord.

Gérard J. FITZGERALD

Département de biologie  
Université Laval

SONESSON, M. (ed.), 1980. **Ecology of a subarctic mire**. Ecological Bulletins no. 30. Swedish Natural Council. Stockholm. 315 p., 170 × 245 mm, 30\$ US.

Ce dernier numéro de l'excellente collection des «*Ecological bulletins*» publiée sous l'égide du Conseil de recherches naturelles de Suède est consacré à l'étude systématique de la tourbière ombrotrophe de Stordalen dans la région d'Abisko, Suède septentrionale. Rappelons qu'une tourbière ombrotrophe se caractérise par une végétation alimentée en éléments nutritifs par les eaux de précipitation et par les produits de la décomposition de la matière organique. Dans le cas particulier des tourbières ombrotrophes subarctiques, la présence du pergélisol exerce une grande influence sur les régimes hydrologique et nutritif à l'origine des diverses communautés végétales. Comme Mats Sonesson l'indique dans la préface, le projet Stordalen est la contribution suédoise aux travaux écologiques sur la toundra du Programme biologique international (1964-1974). Cette recherche a pour but d'obtenir une meilleure connaissance des fondements écologiques de la productivité en milieu de toundra. La présente publication réunit quinze travaux écologiques sur la tourbière de Stordalen, alors qu'une trentaine

d'autres s'y rapportant ont déjà été publiés ailleurs. Après une description des objectifs du projet et des méthodes d'échantillonnage utilisées, Ryden *et al.* analysent le système sol-eau de la tourbière (d'une superficie de 25 hectares) et mettent en évidence que les propriétés physiques de la tourbe et le flux d'eau sont intimement reliés à la microtopographie (buttes et dépressions) avec laquelle est associée la végétation. Le mouvement de l'eau suit le toit du pergélisol, alors que les dépressions agissent comme des sites d'écoulement de la nappe phréatique. Par ailleurs, quelques pages sont consacrées aux conditions climatiques de la région, afin de voir dans quelle mesure le climat qui a sévi pendant toute la période du projet Stordalen est représentatif du climat régional «normal», défini à partir de la période 1931-1960. Malmer et Nihlgård présentent une étude détaillée sur l'approvisionnement et le transport des éléments minéraux dans la tourbière. Ils estiment que l'apport annuel en potassium, calcium et magnésium venant de la précipitation suffit aux besoins des mousses, alors qu'il est insuffisant en ce qui concerne le phosphore et l'azote. Le reste semble provenir de la décomposition de la litière des plantes vasculaires et d'autres activités microbiennes. Deux articles de Kvillner et Sonesson sont par la suite consacrés à la végétation de la tourbière. Dans un premier temps, ils étudient la distribution des espèces et des communautés végétales en relation avec les variables écologiques, à l'aide de l'analyse en composantes principales. Ensuite, ils comparent deux méthodes de classification de la végétation de la tourbière, soit une classification numérique («cluster analysis») et une classification qualitative basée sur les méthodes traditionnelles de la phytosociologie scandinave. Ils concluent que les deux méthodes donnent des résultats similaires, constatation faite depuis de nombreuses années en Amérique du Nord, bien que les unités taxonomiques de la classification traditionnelle soient plus clairement définies. Deux articles écrits par Flower-Ellis se rapportent à la variation diurne du poids sec et à la distribution et au transport de la matière sèche chez *Andromeda polifolia* et *Rubus chamaemorus*. Johansson et Linder comparent l'activité photosynthétique chez deux espèces de sphaignes, *Sphagnum fuscum* et *S. balticum*; ils ont pu montrer que l'activité photosynthétique de *S. fuscum* est surtout localisée dans le *capitulum* (98%), alors que 40% de cette activité chez *S. balticum* se retrouve dans les parties inférieures de la plante. Sonesson *et al.* montrent, par après, que la croissance de *Sphagnum riparium* est principalement limitée par les éléments nutritifs (hormis l'humidité du substrat bien entendu), sauf l'azote évidemment, par rapport à la lumière et à la température. Un intéressant travail de Rosswall et Granhall sur le recyclage de l'azote montre que son remplacement («turnover») est de 0,28 année chez la biomasse microbienne, de 9,3 années chez les producteurs primaires et de 280 années dans la tourbe. Il est suivi d'une étude sur les flux de gaz carbonique et de méthane dans la tourbière.



Curieusement, à ce travail de Svensson suit une étude sur le gel et le dégel de la tourbe; il aurait valu mieux le placer au début du volume. L'ouvrage se termine par une précieuse synthèse de Svensson et Rosswall sur le flux de l'énergie dans l'ensemble de la tourbière de Stordalen. Ces auteurs estiment que l'accumulation annuelle de matière organique au sol correspond à 44% de la production primaire nette. Une très petite partie de cette production, soit 1 à 2%, est consommée par les herbivores, alors que la majeure partie aboutit chez les décomposeurs et dans la matière organique du sol (98 à 99%). On constate que 87% de l'énergie de la biomasse souterraine est contenue dans les racines. De plus, il semble que l'efficacité microbienne dans la décomposition et le recyclage soit nettement plus importante dans ces milieux qu'il est généralement admis. Finalement, le lecteur pourra se référer à l'appendice, à la fin de l'ouvrage, pour consulter la liste des autres travaux déjà publiés sur le projet Stordalen.

Nous avons là un bel exemple de collaboration scientifique, lors de l'application du Programme biologique international. Pour différentes raisons, rien de tel ne s'est fait au Québec. Rares sont les travaux d'écophysologie et d'écologie de ce genre ici, car l'on se contente trop souvent, encore, de faire de «l'écologie de tiroirs» en allongeant la liste des groupements végétaux selon diverses approches. Heureusement que le travail collectif édité par Mats Sonesson peut servir au Québec, car le milieu et les espèces végétales étudiés se retrouvent dans l'est de l'Amérique du Nord. À part quelques erreurs de traduction et de typographie, et de la faible intégration des thèmes étudiés, l'ouvrage est d'une grande qualité. Il mérite d'être lu par les biologistes qui y trouveront une source importante d'inspiration scientifique. L'analyse détaillée d'un système écologique comme la tourbière de Stordalen s'inscrit dans la foulée du développement considérable que connaît actuellement l'écologie.

Serge PAYETTE

*Département de phytologie et  
Centre d'études nordiques  
Université Laval*

LEFEBVRE, J., 1980. **Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles**, 2<sup>e</sup> édition révisée et augmentée. Masson, Paris. xviii + 259 p., 70 fig. 16 × 24 cm. Prix non indiqué.

Ayant lu avec grand intérêt, il y a quelques années, l'édition de 1976 du Lefebvre, j'ai été ravi d'apprendre sa ré-édition et de trouver l'ouvrage augmenté d'une quatrième partie portant sur la mise en œuvre des analyses présentées aux trois premières. Cette amélioration avait d'ailleurs été recommandée à l'auteur, en particulier par Monsieur Pierre Bellefleur qui signait en 1977 dans le *Naturaliste canadien* (104 : 275) une recension de la première édition.

L'auteur, lui-même ingénieur agronome, s'est fixé comme objectif d'expliquer aux biologistes le contenu mathématique des transformations qu'ils effectuent au cours des analyses multidimensionnelles de type factoriel — essentiellement l'analyse des corrélations canoniques, les composantes principales, les correspondances, les coordonnées principales et l'analyse discriminante — exposées en troisième partie. Les deux premières parties, qui lui servent d'introduction, présentent respectivement des notions de calcul matriciel, puis une introduction aux «statistiques élémentaires» (variances, corrélations et régressions entre deux, trois puis  $n$  variables, mais sans aborder l'aspect décisionnel des statistiques, c'est-à-dire les tests). Ces aspects ont été bien présentés dans la recension précédente de Monsieur Bellefleur et à cet égard, il s'agit d'une réimpression à peu près intégrale du livre de 1976, les modifications portant simplement sur quelques exemples qui ont été développés ou corrigés.

L'ouvrage a donc conservé ses points forts, c'est-à-dire : le recours systématique à la notation matricielle, ce qui se rencontre rarement dans les ouvrages francophones; l'établissement systématique de parallèles entre les notions algébriques et des représentations géométriques ce qui est à mon sens l'aspect le plus original du livre; enfin, l'élimination systématique des démonstrations de théorèmes, sans intérêt pour les biologistes, «de même que la connaissance des théories optiques pour le bon usage de leur microscope» (p. xv). Par contre, les faiblesses de l'exposé sont aussi les mêmes : elles ont trait principalement à l'exposé théorique des méthodes (leur mise en œuvre étant par ailleurs remarquablement présentée). Pour ne mentionner que les plus frappantes : (1) au chapitre 6, et «bien que cela puisse paraître très arbitraire» (p. 111), l'auteur propose d'intervertir les rôles des variables et observations et variables n'ont justement plus représentation graphique. Cependant, l'auteur utilise par la suite cette idée dans des situations où des observations et variables n'ont justement plus des rôles équivalents, par exemple le calcul de coefficients de corrélation entre objets (ignorant délibérément la panoplie des mesures de ressemblance développées depuis bientôt 25 ans pour ce type d'analyse), ou encore dans l'analyse en composantes principales, une manœuvre aussi erronée qu'inutile, puisque l'ACP «normale» dégage déjà les relations entre variables aussi bien qu'entre objets. (2) On présente l'analyse factorielle des correspondances comme récente (1963) alors qu'elle a été ré-inventée à plusieurs reprises depuis Hirschfeld (1935); l'auteur propose par ailleurs que seule cette analyse permet de représenter simultanément observations et variables dans le même plan, ce qui est inexact puisque l'analyse en composantes principales aussi bien que les corrélations canoniques le permettent également. (3) Dans toutes les représentations de variables en espace réduit, Lefebvre oublie que les variables demeurent des axes : en les représentant par des points, dans les doubles projec-

tions des composantes principales ou des correspondances, on risque de rater l'interprétation, toutes les observations situées par exemple dans la partie négative de ces axes étant éloignées de la projection des points représentant les axes. (4) Enfin, au chapitre 16, l'auteur présente une méthode, dite des « constellations », qui n'est autre qu'un groupement agglomératif tel que les biologistes les pratiquent depuis Kulczynski (1928). Même si l'ouvrage ne porte pas sur ces méthodes, il aurait été préférable de référer le lecteur aux nombreux ouvrages, surtout taxonomiques, où on leur rend justice, plutôt que d'en déconseiller l'emploi.

Le quatrième partie de l'ouvrage, qui porte sur la mise en œuvre des analyses, forme un pot-pourri qui mérite une présentation détaillée, puisque c'est par là que le livre diffère de son édition précédente. Le chapitre 17 traite de la détection des valeurs erronées d'un fichier, un sujet fort bien — quoique trop brièvement — traité, et très à propos à l'ère des banques de données biologiques et écologiques. Le chapitre suivant expose les méthodes de calcul par étapes de certaines analyses multidimensionnelles, calcul ayant pour but de mettre en évidence les variables les plus efficaces ; on aurait pu souhaiter y trouver cependant une mise en garde contre l'emploi abusif de ce mode de calcul, puisque la sélection par étapes de  $n$  variables, successivement les plus importantes, ne garantit pas qu'il n'existe pas un autre ensemble de  $n$  variables qui soient globalement plus importantes. Au chapitre 19, on examine les relations entre variables canoniques et variables d'origine, puis les profils des observations par rapport aux différentes variables, à l'aide de méthodes graphiques assez lourdes : quoiqu'elles pourraient être remplacées par des calculs (corrélations non-paramétriques dans le premier cas, coefficient de type *métrique* du  $X^2$  dans le se-

cond), ces méthodes restent intéressantes pour qui préfère les graphiques à des calculs. L'ouvrage se termine par un chapitre d'une grande pertinence qui défend la nécessité d'employer conjointement plusieurs méthodes d'analyse, afin d'obtenir une image plus globale des données.

L'auteur a écrit ce livre principalement dans le but de venir en aide au biologiste, utilisateur de méthodes numériques d'analyse, qui doit écrire lui-même ses programmes d'ordinateur à l'aide d'un langage avancé, comportant les fonctions matricielles. Ce contexte est bien sûr différent de l'Amérique du Nord, où des logiciels intégrés sont disponibles et faciles d'accès à tout usager non spécialisé : BMD, BMDP, SPSS, NTSYS et CLUSTAN par exemple, pour les analyses multidimensionnelles les plus utilisées par les biologistes. Dans ce contexte cependant, où le recours à l'ordinateur est si facile, il est aussi facile de tenter des emplois abusifs de certaines méthodes : le biologiste averti trouvera dans le Lefebvre les explications détaillées du fonctionnement mathématique des méthodes, à employer comme complément à d'autres ouvrages récents traitant plutôt de la pertinence de ces mêmes méthodes ainsi que de l'interprétation biologique des résultats.

En somme, ce texte de Lefebvre occupe une « niche » bien spéciale, tant par son contenu que par sa présentation intéressante. Il ne peut cependant remplacer les ouvrages généraux de statistiques multidimensionnelles, quant à la présentation du domaine d'application de chaque méthode.

Pierre LEGENDRE

*Département de sciences biologiques  
Université de Montréal*



## LIVRES REÇUS

FILION-MYKLEBUST, C. & K.I. JOHANNESSEN, 1980. **Biological effects of oil pollution in the marine environment: a bibliography.** Norwegian Marine Pollution Research and Monitoring Programme, Oslo. 145 p. 21 × 29,5 cm. Broché, disponible auprès du Conseil international pour l'exploration de la mer, Copenhague, Danemark.

Cette bibliographie sur les effets biologiques de la pollution par le pétrole en milieu marin permet de se retrouver avec un peu plus de facilité dans le dédale des nombreux articles publiés sur le sujet depuis 1970. Les auteurs signalent qu'ils n'ont retenu que les documents de nature scientifique, disponibles dans les sources courantes, à l'exclusion des articles de vulgarisation et de l'information à caractère plus journalistique.

GAUTHIER, Benoit, 1979. **Présentation du phyto-benthos limnétique.** Mémoires de la Société linnéenne de Québec, n° 1, vi 78 p., 6 tabl., 7 fig. 17 × 25,5 cm. Relié-carton souple, prix non indiqué.

Une tentative de définition des étages de végétation aquatique en milieu d'eau douce, à l'aide de la distribution altitudinale des plantes vasculaires.

GORENFLOT, R., 1980. **Biologie végétale, plantes supérieures. 1. Appareil végétatif.** Masson, Paris. x + 230 p., illustré. 21 × 13,5 cm. Relié-carton souple, ISBN 2-225-67793-X, prix non indiqué.

Manuel élémentaire, étudiant la forme, la structure et la phylogénèse des organes qui constituent l'appareil végétatif des Cormophytes (Bryophytes, Ptéridophytes et Spermaphytes). L'approche est essentiellement didactique et magistrale, mais elle est servie par de nombreuses illustrations (dessins et photos). Après les chapitres descriptifs traditionnels, la dernière partie du livre considère certains phénomènes de nature écologique. Il y a un index alphabétique des matières, mais aucune référence bibliographique.

[HARRIS, W.C.], 1980. **Guide to forest understory vegetation in Saskatchewan.** Saskatchewan Tourism and Renewable Resources, Regina, Technical Bull. No. 9, (ii +) 110 p., 166 photos-couleurs. 20,5 × 14 cm. Reliure à ressort, prix non indiqué.

Brèves descriptions du port, des feuilles, des fleurs, des fruits et de l'habitat d'environ 80 espèces

de plantes du sous-bois, accompagnées de photos en couleurs, avec une courte introduction, un glossaire et un index. L'impression des couleurs laisse souvent à désirer, mais les espèces illustrées sont quand même bien reconnaissables.

KERFOOT, W. Charles (ed.), 1980. **Evolution and ecology of zooplankton communities.** University Press of New England, Hanover, New Hampshire, U.S.A. 800 p. 18,5 × 26 cm. Relié, 45 US \$.

Somme très importante de données et d'idées récentes touchant le zooplancton des eaux douces et salées, autour de grands thèmes classiques, comme le comportement trophique, la dynamique des populations, la structure génétique et la structure des communautés.

LEGENDRE, V., J.-R. MONGEAU, J. LECLERC & J. BRISEBOIS, 1980. **Les Salmonidés des eaux de la plaine de Montréal. 1. Historique, 1534-1977.** Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 280 p., (miméographie), 21 × 27 cm. Broché.

Document remarquablement fouillé sur l'histoire des Salmonidés du Saint-Laurent. Ce travail devrait retenir l'attention de tous les biologistes intéressés à l'écologie des poissons d'eau douce et des poissons anadromes du Québec. Il constitue par ailleurs une source documentaire précieuse pour les férus d'histoire régionale, notamment celle de la pêche sportive.

O'KANE, J.P., 1980. **Estuarine water-quality management.** Pitman Publishing, Marshfield, U.S.A. 155 p., 15 × 23,5 cm. Relié, 52,95 US \$.

Approche pluridisciplinaire aux modèles mathématiques de régulation de la qualité de l'eau dans un estuaire où sont rejetés des déchets biodégradables. D'apparence difficile pour un écologiste, cette étude fait néanmoins partie de celles que ne pourront plus se permettre d'ignorer les biologistes et écologistes impliqués dans la gestion et l'aménagement des milieux estuariens.

SAVOURÉ, B., 1980. **Manipulations pratiques en physiologie végétale.** Masson, Paris. 260 p., 24 × 16 cm. Cartoné, ISBN 2-225-65648-7, prix non indiqué. Distribué au Québec par Soma-bec, Saint-Hyacinthe.

Manuel de travaux pratiques présentant le protocole complet de 28 expériences s'adressant sur-

tout aux étudiants du 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Chaque expérience est précédée d'une brève introduction théorique et suivie d'un questionnaire. Le texte est dactylographié.

SONEA, S. & M. PANISSET, 1980. **Introduction à la nouvelle bactériologie**. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal et Masson, Paris. 127 p. 14 × 21,5 cm. Broché, 10,95 \$.

L'hypothèse développée dans cet ouvrage quant à la solidarité génétique de toutes les bactéries comporte la négation de la notion d'espèce pour ces organismes, qui constitueraient alors une entité globale, un véritable super-organisme. Une telle conception est de nature à intéresser tous les biologistes.

VOLUME 107, 1980

LE NATURALISTE CANADIEN

*Revue d'écologie et de systématique*

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL  
QUÉBEC



**SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 107**

Numéro 1

LACROIX, G. Éditorial .....	1-2
ALBRIGHT, L. J., J. CHOCAIR, K. MASUDA & M. VALDÈS. <i>In situ</i> degradation of the kelps <i>Macrocystis integrifolia</i> and <i>Nereocystis luetkeana</i> in British Columbia coastal waters .....	3-10
LOAN, C. C. & M. DONGANLAR. <i>Oedemopsis scabricula</i> in British Columbia (Hymenoptera: Icheumonidae, Tryphonidae) .....	11-14
TREMBLAY, J. & L. N. ELLISON. Le régime alimentaire des jeunes bihoreaux à couronne noire dans l'estuaire du Saint-Laurent .....	15-20
VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT. Les sangsues (Annelida: Hirudinea) benthiques du Saint-Laurent (Québec) .....	21-33
HANSON, J. M. & S. U. QADRI. Observations on the biology of black crappie, <i>Pomoxis nigromaculatus</i> (LeSueur) in the Ottawa River .....	35-42
COMMUNICATIONS BRÈVES	
AUBRY, Y. Nouvelles données sur la distribution de la Gallinule pourprée, <i>Porphyryla martinica</i> (L.), au Québec .....	43-44
VÉZINA, A. & M. M. GRANDTNER. Nouvelle station d' <i>Onopordum acanthium</i> L. au Québec .....	45-47
LOAN, C. C. <i>Leiophron maculipennis</i> (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) a parasite of <i>Diaphanocoris chlorionis</i> (Heteroptera: Miridae) in Eastern Ontario .....	49-50
REVUE DES LIVRES .....	51-54

Numéro 2

DARISSE, J. P. F., P. GERVAIS & J. C. ST-PIERRE. Influence du stade de croissance sur le rendement et la composition chimique de deux cultivars de la fléole des prés, du brome et du dactyle .....	55-62
MORISSET, P. & S. PAYETTE. La flore et la végétation des îles Dormeuses (baie d'Hudson, Territoires du Nord-Ouest, Canada) .....	63-86
LOAN, C. C. Plant bug hosts (Heteroptera: Miridae) of some Euphorine parasites (Hymenoptera: Braconidae) near Belleville, Ontario, Canada .....	87-93
LEVESQUE, C. & G.-Y. LEVESQUE. Activité des taupins (Coleoptera: Elateridae) de biotopes forestiers décidus des Laurentides (Québec) .....	95-99
GIBSON, R. John & Frederick G. WHORISKEY. An experiment to induce anadromy in wild brook trout in a Québec river on the north shore of the Gulf of St. Lawrence .....	101-110



COMMUNICATIONS BRÈVES

BURTON, J. & Richard GAUTHIER. Les Cricetidae (Rodentia) des îles de la Madeleine, Québec: un inventaire écologique .....	
ROY, D. & P. HARPER. <i>Oxyethira roberti</i> n. sp., Trichoptère nouveau du sud du Québec (Hydroptilidés) .....	117-119
REVUE DES LIVRES .....	121-123

Numéro 3

D'Aoust, A. L. Influence de la concentration d'un engrais chimique sur la croissance et les échanges gazeux de semis d'épinette noire en conteneurs. ...	125-133
BOLGHARI, H. A. Croissance d'un peuplement de sapin-épinette à la suite de l'éclaircie et de la fertilisation au sud-est de Québec .....	135-149
GERVAIS, P. & J.-F. BERTRAND. Évolution du rendement et de la composition chimique du trèfle rouge ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....	151-157
GAGNON, M. & M. I. EL-SABH. Effets de la marée interne et des oscillations de basse fréquence sur la circulation côtière dans l'estuaire du Saint-Laurent .	159-174
BOUSQUET, Y. & J.-G. PILON. Habitat et cycle biologique des <i>Sphaeroderus</i> du Québec (Coleoptera: Carabidae: Cychrini) .....	175-184

ANALYSES ET COMMENTAIRES

SCHMID, F. Esquisse pour une classification et une phylogénie des Goérides (Trichoptera) .....	185-194
--	---------

COMMUNICATIONS BRÈVES

GAUTHIER, B., A. CARDINAL & J. H. HIMMELMAN. Limites amont de distribution des algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent (Québec), et addition de quelques espèces à la flore de cette région .....	195-197
DESGRANGES, J.-L. Compétition entre le cormoran à aigrettes et le grand héron au moment de la nidification .....	199-200
REVUE DES LIVRES .....	201-206

Numéro 4

ANDERSON J.T. & J.C. ROFF. Subsurface chlorophyll a maximum in Hudson Bay	207-213
PAYETTE, S. Les grandes crues glacielles de la rivière aux Feuilles (Nouveau-Québec): une analyse dendrochronologique .....	215-225
SHAW, F.C. Shallow-water lithofacies and trilobite biofacies of the Mingan Formation (Ordovician), Eastern Québec .....	227-242
CHABOT, J., R. McNEIL & J. BURTON. Histoire et dispersion de la perdrix grise ( <i>Perdix perdix</i> ) au Québec .....	243-257
DODSON, J.J. & G.J. FITZGERALD. Observations on the breeding biology of the boobies ( <i>Sulidae</i> ) at Clipperton Island, Eastern Pacific .....	259-267

ANALYSES ET COMMENTAIRES

PIRLOT, P. Réflexions sur la méthodologie taxonomique à propos d'une chauve-souris .....	269-276
--	---------

COMMUNICATIONS BRÈVES

PIÉRARD, J. & E. TREMBLAY. Description d'une dent de mastodonte ( <i>Mammot americanum</i> , Kerr, 1792) provenant de Chambord, Lac-Saint-Jean, Québec	277-283
DE LAFONTAINE, Y. First record of Greenland halibut larvae [ <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum)] in the lower St. Lawrence Estuary	285-287
BURTON, J. L'alimentation estivale du Fou de Bassan ( <i>Sula bassana</i> L.) au rocher aux Oiseaux, Îles-de-la-Madeleine, Québec	289-291
MAGNIN, E. Deux stations nouvelles de la méduse d'eau douce <i>Craspedacusta sowerbyi</i> Lankester 1880 au Québec	293-295
BAILLARGEON, G. & J.-P. BERNARD. <i>Pinus rigida</i> Miller: seconde station au Québec	297-299
GAGNON, D. Addition de <i>Claytonia virginica</i> L. à la flore de l'Outaouais au Québec	301-302
POMERLEAU, R. Validation et correction de noms de champignons	303-304
REVUE DES LIVRES	305-312



## INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRE

ALBRIGHT, L. J., J. CHOCAIR, K. MADUSA & M. VALDÈS. <i>In situ</i> degradation of the kelps <i>Macrocystis integrifolia</i> and <i>Nereocystis luetkeana</i> in British Columbia coastal waters .....	3-10
ANDERSON, J. T. & J. C. ROFF. Subsurface chlorophyll <i>a</i> maximum in Hudson Bay .....	207-213
AUBRY, Y. Nouvelles données sur la distribution de la Gallinule pourprée <i>Porphyryla martinica</i> (L.), au Québec .....	43-44
BAILLARGEON, G. & J.-P. BERNARD. <i>Pinus rigida</i> Miller: seconde station au Québec .....	297-299
BERNARD, J.-P. Voir G. BAILLARGEON .....	297-299
BERTRAND, J.-F. Voir P. GERVAIS .....	151-157
BOLGHARI, H. A. Croissance d'un peuplement de sapin-épinette à la suite de l'éclaircie et de la fertilisation au sud-est de Québec .....	135-149
BOUSQUET, Y. & J.-G. PILON. Habitat et cycle biologique des <i>Sphaeroderus</i> du Québec (Coleoptera: Carabidae: Cychrini) .....	175-184
BURTON, J. & R. GAUTHIER. Les Cricetidae (Rodentia) des îles de la Madeleine, Québec: un inventaire écologique .....	111-116
BURTON, J. L'alimentation estivale du Fou de Bassan ( <i>Sula bassana</i> L.) au rocher aux Oiseaux, îles-de-la-Madeleine, Québec .....	289-291
BURTON, J. Voir J. CHABOT .....	243-257
CARDINAL, A. Voir B. GAUTHIER .....	195-197
CHABOT, J., R. McNEIL & J. BURTON. Histoire et dispersion de la perdrix grise ( <i>Perdix perdix</i> ) au Québec .....	243-257
CHOCAIR, K. Voir L. J. ALBRIGHT .....	3-10
D'AOUST, A. L. Influence de la concentration d'un engrais chimique sur la croissance et les échanges gazeux de semis d'épinette noire en conteneurs .....	125-133
DARISSE, J. P. F., P. GERVAIS & J. C. St-PIERRE. Influence du stade de croissance sur le rendement et la composition chimique de deux cultivars de la fléole des prés, du brome et du dactyle .....	55-62
DE LAFONTAINE, Y. First record of Greenland halibut larvae [ <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum)] in the lower St. Lawrence Estuary .....	285-287
DESGRANGES, J.-L. Compétition entre le cormoran à aigrettes et le grand héron au moment de la nidification .....	199-200
DODSON, J. J. & G. J. FITZGERALD. Observations on the breeding biology of the boobies ( <i>Sulidae</i> ) at Clipperton Island, Eastern Pacific .....	259-267
DOGANLAR, M. Voir C.C. LOAN .....	11-14
ELLISON, L. N. Voir J. TREMBLAY .....	15-20
EL-SABH, M. I. Voir M. GAGNON .....	159-174
FITZGERALD, G. J. Voir J. J. DODSON .....	259-267
GAGNON, D. Addition de <i>Claytonia virginica</i> L. à la flore de l'Outaouais au Québec .....	301-302
GAGNON, M. & M. I. EL-SABH. Effets de la marée interne et des oscillations de basse fréquence sur la circulation côtière dans l'estuaire du Saint-Laurent .....	159-174
GAUTHIER, B., A. CARDINAL & J. H. HIMMELMAN. Limites amont de distribution des algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent (Québec), et addition de quelques espèces à la flore de cette région .....	195-197
GAUTHIER, R. Voir J. BURTON .....	111-116
GERVAIS, P. Voir J. P. F. DARISSE .....	55-62
GERVAIS, P. & J.-F. BERTRAND. Évolution du rendement et de la composition chimique du trèfle rouge ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....	151-157

GIBSON, R. J. & F. G. WHORISKEY. An experiment to induce anadromy in wild brook trout in a Québec river on the north shore of the Gulf of St. Lawrence .....	101-110
GRANDTNER, M. M. Voir A. VÉZINA .....	45-47
HANSON, J. M. & S. U. QADRI. Observations on the biology of black crappie, <i>Pomoxis nigromaculatus</i> (LeSueur) in the Ottawa River .....	35-42
HARPER, P. P. Voir D. ROY .....	117-119
HIMMELMAN, J. H. Voir B. GAUTHIER .....	195-197
LEVESQUE, C. & G.-Y. LEVESQUE. Activité des taupins (Coleoptera: Elaridae) de biotopes forestiers décidus des Laurentides (Québec) .....	95-99
LEVESQUE, G.-Y. Voir C. LEVESQUE .....	95-99
LOAN, C. C. & M. DOGANLAR. <i>Oedemopsis scabricula</i> in British Columbia (Hymenoptera: Ichneumonidae, Tryphoninae) .....	11-14
LOAN, C. C. <i>Leiophron maculipennis</i> (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) a parasite of <i>Diaphanocoris chlorionis</i> (Heteroptera: Miridae) in Eastern Ontario .....	49-50
LOAN, C. C. Plant bug hosts (Heteroptera: Miridae) of some Euphorine parasites (Hymenoptera: Braconidae) near Belleville, Ontario, Canada .....	87-93
McNEIL, R. Voir J. CHABOT .....	243-257
MAGNIN, E. Deux stations nouvelles de la méduse d'eau douce <i>Craspedacusta sowerbyi</i> Lankester 1880 au Québec .....	293-295
MASUDA, K. Voir L. J. ALBRIGHT .....	3-10
MORISSET, P. & S. PAYETTE. La flore et la végétation des îles Dormeuses (baie d'Hudson, Territoires du Nord-Ouest, Canada) .....	63-86
PAYETTE, S. Voir P. MORISSET .....	63-86
PAYETTE, S. Les grandes crues glacielles de la rivière aux Feuilles (Nouveau-Québec) : une analyse dendrochronologique .....	215-225
PIÉRARD, J. & E. TREMBLAY. Description d'une dent de mastodonte ( <i>Mammot americanum</i> , Kerr, 1792) provenant de Chambord, Lac-Saint-Jean, Québec .....	277-283
PILON, J.-G. Voir Y. BOUSQUET .....	175-184
PIRLOT, P. Réflexions sur la méthodologie taxonomique à propos d'une chauve-souris .....	269-276
POMERLEAU, R. Validation et correction de noms de champignons .....	303-304
QUADRI, S. U. Voir J. M. HANSON .....	35-42
ROFF, J. C. Voir J. T. ANDERSON .....	207-213
ROY, D. & P. P. HARPER. <i>Oxyethira roberti</i> n. sp., Trichoptère nouveau du sud du Québec (Hydroptilidés) .....	117-119
ST-PIERRE, J. C. Voir J. P. F. DARISSE .....	55-62
SCHMID, F. Esquisse pour une classification et une phylogénie des Goérides (Trichoptera) .....	185-194
SHAW, F. C. Shallow-water lithofacies and trilobite biofacies of the Mingan Formation (Ordovician), Eastern Québec .....	227-242
TREMBLAY, E. Voir J. PIÉRARD .....	277-283
TREMBLAY, J. & L. N. ELLISON. Le régime alimentaire des jeunes bihoreaux à couronne noire dans l'estuaire du Saint-Laurent .....	15-20
VAILLANCOURT, G. Voir B. VINCENT .....	21-33
VALDÈS, M. Voir L. J. ALBRIGHT .....	3-10
VÉZINA, A. & M. M. GRANDTNER. Nouvelle station d' <i>Onopordum acanthium</i> L. au Québec .....	45-47
VINCENT, B. & G. VAILLANCOURT. Les sangsues (Annelida: Hirudinea) benthiques du Saint-Laurent (Québec) .....	21-33
WHORISKEY, F. G. Voir R. J. GIBSON .....	101-110

## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le *Naturaliste canadien* publie des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche en écologie fondamentale et appliquée, en systématique et dans certains domaines apparentés. Tout manuscrit soumis est l'objet d'une évaluation externe par des pairs.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

### TEXTE

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

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on doit utiliser le SI (système international d'unités).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant de la présentation suivante :

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon « World List of Scientific Periodicals ».

### ILLUSTRATIONS

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

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

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage doit être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1,5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12,5 × 20 cm, légende comprise.

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

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL POLICY

Are considered for publication in "*Le naturaliste canadien*" manuscripts in French or in English, based on *original research* in basic and applied ecology, systematics, and related sciences. Every manuscript will be subjected to normal reviewing process by external referees.

### GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in *double* spacing throughout, on one side of bond paper 21.5 × 28 cm, and submitted *in triplicate* to: Le Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada).

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 60 letters and spaces; (3) a French and an English abstract; (4) the manuscript proper; (5) on separate pages, Tables (numbered consecutively in Roman numerals) and Figure captions (numbered consecutively in Arabic numerals).

### MANUSCRIPT DETAILS

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

In preparing copy please take the following remarks into account: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided as far as possible, but if they must be used they should be numbered consecutively; (3) SI units should be used.

### REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed

alphabetically by first author, according to the following examples:

BOUCHARD, A. & P. F. MAYCOCK, 1978. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois. — *Naturaliste can.*, 105: 383-415.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. — Masson, Paris & Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 197 p.

LEVINS, R., 1975. Evolution in communities near equilibrium. — Pages 16-50 in M. L. Cody & J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

**LE NATURALISTE CANADIEN**  
Revue d'écologie et de systématique

Volume 107	1980	Numéro 4
ANDERSON, J. T. & J. C. ROFF. Subsurface chlorophyll a maximum in Hudson Bay		207-213
PAYETTE, S. Les grandes crues glacielles de la rivière aux Feuilles (Nouveau-Québec) : une analyse dendochronologique		215-225
SHAW, F. C. Shallow-water lithofacies and trilobite biofacies of the Mingan Formation (Ordovician), Eastern Québec		227-242
CHABOT, J., R. McNEIL & J. BURTON. Histoire et dispersion de la perdrix grise ( <i>Perdix perdix</i> ) au Québec		243-257
DODSON, J. J. & G. J. FITZGERALD. Observations on the breeding biology of the boobies ( <i>Sulidae</i> ) at Clipperton Island, Eastern Pacific		259-267
<b>ANALYSES ET COMMENTAIRES</b>		
PIRLOT, P. Réflexions sur la méthodologie taxonomique à propos d'une chauve-souris		269-276
<b>COMMUNICATIONS BRÈVES</b>		
PIÉRARD, J. & E. TREMBLAY. Description d'une dent de mastodonte ( <i>Mammut americanum</i> , Kerr, 1792) provenant de Chambord, Lac-Saint-Jean, Québec		277-283
DE LAFONTAINE, Y. First record of Greenland halibut larvae [ <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum)] in the lower St. Lawrence Estuary		285-287
BURTON, J. L'alimentation estivale du Fou de Bassan ( <i>Sula bassana</i> L.) au rocher aux Oiseaux, Îles-de-la-Madeleine, Québec		289-291
MAGNIN, E. Deux stations nouvelles de la méduse d'eau douce <i>Craspedacusta sowerbyi</i> Lankester 1880 au Québec		293-295
BAILLARGEON, G. & J.-P. BERNARD. <i>Pinus rigida</i> Miller: seconde station au Québec		297-299
GAGNON, D. Addition de <i>Claytonia virginica</i> L. à la flore de l'Outaouais au Québec		301-302
POMERLEAU, R. Validation et correction de noms de champignons		303-304
<b>REVUES DES LIVRES</b>		305-312
<b>SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 107</b>		
<b>INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES</b>		