

# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 117  
Numéro 1  
1990

RUITE BRO  
Salmo trutta Linné



oeil de grandeur modérée, 16 à 18% de la  
longueur de la tête chez les adultes; mes  
diamètre de l'ocul  
long que le terminale, grande  
vers l'arrière chez  
ême 152



Université Laval Québec

# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

## RÉDACTEUR

PIERRE MORISSET

## ADMINISTRATEUR

JEAN-MARIE PERRON

## RÉDACTEURS ADJOINTS

CYRILLE BARRETTE  
PIERRE BELLEFLEUR  
EDWIN BOURGET  
CONRAD CLOUTIER  
GILLES LEROUX

## ADJOINTE

LUCE DUMONT

## COMITÉ DE RÉDACTION

DENIS BARABÉ, *Jardin botanique de la ville de Montréal*  
BERNARD BERNIER, *Département des sciences forestières, Université Laval*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
PIERRE COUILLARD, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÈNES, *Centre de recherches phytotechniques, Agriculture Canada, Lennoxville*  
ROBERT GAUTHIER, *Herbier Louis-Marie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval*  
PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEREMY McNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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 (Revue d'écologie et de systématique) est placé sous la responsabilité des doyens de trois facultés de l'Université Laval: Faculté des sciences et de génie, Faculté de foresterie et de géomatique et Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Il est publié grâce à des subventions du Fonds F.C.A.R. du Québec pour l'aide et le soutien à la recherche et du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Toute demande concernant les droits de reproduction doit être soumise à: L'Administrateur, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4. Téléphone (418)-656-3188, télécopieur (418)-656-2346.

Toute correspondance touchant les abonnements doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec, G1K 7P4. L'abonnement annuel est de \$ 19 (personnel), \$ 21 (personnel, étranger) et \$ 38 (collectif, multi-user). Les étudiants peuvent profiter d'un tarif réduit. Les prix des numéros antérieurs sont disponibles sur demande.

ISSN 0028-0798

Répertorié dans Biological Abstracts, Asher's  
Guide to Botanical Periodicals, RADAR, Périodex  
et Canadian Periodical Index

Courrier de deuxième classe — Enregistrement n° 1768

Dépôt légal — Deuxième trimestre 1991. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa



LE NATURALISTE CANADIEN est imprimé sur du papier recyclé

## Forme et croissance de l'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] avant-feu et après-feu en toundra forestière (Québec subarctique)

Dominique ARSENEAULT

Centre d'études nordiques, Université Laval  
Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

Luc SIROIS

Département de Biologie, Université du Québec à Rimouski  
300, allée des Ursulines, Rimouski (Québec) G5L 3A1  
et Centre d'études nordiques, Université Laval

### Résumé

Les auteurs comparent la forme et le taux de croissance des individus de deux populations d'épinettes noires [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] régénérées par graines sur le même site avant et après un feu de 1955 au Québec subarctique. Les résultats montrent que les épinettes après-feu ont une meilleure croissance radiale que les épinettes de taille comparable occupant la pessière à lichens détruite par l'incendie. Par contre, en raison du feu qui a dégagé le site et diminué sa capacité de retenir la neige, la forme de croissance des épinettes après-feu est plus fréquemment érodée que celle des épinettes pré-feu.

### Abstract

Black spruce [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] populations regenerated before and after a 1955 fire in subarctic Québec were compared in order to assess the effect of two contrasting sets of environmental conditions on the growth form and the growth rate of regenerating spruce seedlings. The results indicate that postfire regenerated spruces have a higher mean radial growth rate than the spruces that have regenerated in the mature lichen woodland before the incidence of fire. However, the postfire spruces tend to have a more eroded growth form than the prefire spruces, as a consequence of the fire which has lowered the snow accumulating capacity of the site.

### Introduction

L'épinette noire [*Picea mariana* (Mill.) BSP.] est la principale espèce coniférienne de la zone boréale en Amérique (Rowe, 1972) où elle forme la limite des arbres en plusieurs endroits (Larsen, 1980; Payette, 1983). La plasticité phénotypique des épinettes s'exprime particulièrement bien en milieu subalpin et subarctique où elles acquièrent fréquemment une forme de croissance érodée (Payette, 1974) sous l'influence conjuguée de plusieurs facteurs. En ce sens, la poudrière et les

vents froids (Savile, 1972; Payette, 1974; Scott *et al.*, 1987a) entraîneraient une abrasion ou une dessiccation du feuillage et des méristèmes apicaux, en particulier à l'interface neige-air (Tranquilini, 1979; Hadley & Smith, 1983, 1986, 1987). Une maturation incomplète des tissus à la fin de la saison de croissance pourrait également jouer un rôle dans ce processus (Tranquilini, 1979; Wardle, 1981), mais cet aspect n'a pas été examiné chez l'épinette noire. Quoi qu'il en soit, la hauteur moyenne du manteau nival semble être un paramètre stationnel déterminant dans l'acqui-

sition des formes de croissance érodées des conifères en milieux subarctiques et subalpins (Payette, 1974; Hadley & Smith, 1983, 1986, 1987; Scott *et al.*, 1987a; Kullman, 1988). Par ailleurs, la quantité et la distribution de la phytomasse sont des facteurs de contrôle importants de la quantité de neige qui est retenue au sol (Filion & Payette, 1976; Marr, 1977; Daly, 1984; Arseneault, 1990). Dans ce contexte, la destruction d'une formation coniférienne par le feu semble être un des principaux mécanismes de modification rapide des conditions de croissance associées à l'enneigement (Billings, 1969; Rouse, 1976; Arseneault, 1990).

En toundra forestière, l'influence des incendies forestiers sur les conditions de croissance et la morphologie des épinettes n'a fait l'objet d'aucune étude particulière. Dans le présent travail, nous comparons les formes et la croissance des épinettes noires régénérées par graines dans le même site avant et après un feu de 1955. L'hypothèse avancée est que la croissance et la forme des épinettes régénérées après-feu reflète des conditions d'exposition plus importantes que celles qui existaient au sein de la forêt d'origine.

### Description du site étudié

Le site étudié (56°54'44" N., 75°00'35" O.) occupe le sommet d'une colline de 240 m d'altitude. Un till bien drainé d'environ 1 m d'épaisseur recouvre le roc sous-jacent, constitué de roches granito-gneissiques d'âge archéen de la province du Supérieur (Stockwell *et al.*, 1968). Le site se trouve dans la zone de pergélisol discontinu (Allard & Séguin, 1987), mais aucune couche gelée n'a été observée. Les stations météorologiques les plus proches du site étudié sont celles d'Inukjuak (250 km au N.-O.) et de Whapmagoostui (Poste-de-la-Baleine, 240 km au S.-O.), sur la côte orientale de la baie d'Hudson. Les températures moyennes annuelles sont respectivement -6,7 et -4,3°C, et les précipitations moyennes annuelles 387 et 637 mm, dont 37 % sous forme de neige (Anonyme, 1981). Du point de vue biogéographique, le secteur appartient à la sous-zone arbustive de la toundra forestière, plus précisément à la région Lac Minto-Lac Chavigny (Payette, 1983). Au moment de l'incendie, le site était occupé par de vieux clones arborescents d'épinettes noires et quelques mélèzes [*Larix laricina* (DuRoi) K. Koch]. L'âge des plus vieux conifères morts en 1955 indique

que le feu précédent remonte au minimum au début du XVI<sup>e</sup> siècle. Le feuillage, l'écorce et les rameaux ont constitué l'essentiel du combustible fourni par les conifères lors du dernier incendie, comme c'est généralement le cas dans les forêts subarctiques (Auclair, 1985). Le taux de décomposition des résidus de bois mort étant relativement faible à cette latitude, on trouve sur le site toutes les tiges de la forêt d'origine, en plus des individus qui se sont régénérés après-feu. La végétation actuelle est dominée par *Cladonia mitis* (Sandst.) Hale & W. Culb., accompagné par d'autres espèces moins fréquentes et moins abondantes comme *Vaccinium vitis-idaea* L., *Cladonia cornuta* (L.) Hoffm., *C. crispata* (Ach.) Flot., *C. sulphurina* (Michx.) SR., *Ledum groenlandicum* Oeder, et *Polytrichum piliferum* Hedw. (Sirois, 1988).

### Méthodes

La population après-feu a été échantillonnée à l'intérieur d'une superficie de 3200 m<sup>2</sup>. Les 50 individus présents ont été classés en trois groupes d'après leur forme de croissance (Payette, 1974). Le premier compte 10 individus de forme arborescente normale (fig. 1A). Le second groupe comprend les 18 épinettes en forme de bougeoir qui présentent une zone défoliée à l'interface neige-air (fig. 1B). Le dernier groupe est constitué des 22 épinettes dont la forme verticillée résulte d'une perte de dominance apicale et de répétitions subséquentes (fig. 1C). Le diamètre au collet, la hauteur totale et celle de la base de la zone défoliée ont été mesurés. Chez les bougeoirs, la hauteur de la zone défoliée a également été mesurée. Une section transversale de chaque tige a été prélevée au niveau du collet pour mesurer la largeur des cernes annuels de croissance.

Pour caractériser la forme et la croissance des tiges issues de graines sur le même site avant l'incendie, on a récolté 50 individus de taille comparable (< 235 cm) à celle des arbres régénérés après-feu. Pour ce faire, la surface d'échantillonnage a été augmentée à 11 800 m<sup>2</sup>, incluant la superficie préalablement échantillonnée pour les individus après-feu. Elle fut divisée en trois sous-quadrats de 40 × 80 m et un de 40 × 55 m. En raison du temps écoulé depuis le déboisement dû au dernier feu, le système racinaire de la plupart des individus pré-feu était complètement dégagé de l'humus qui le recouvrait. L'origine des individus (sexuée ou végétative) fut déterminée mor-

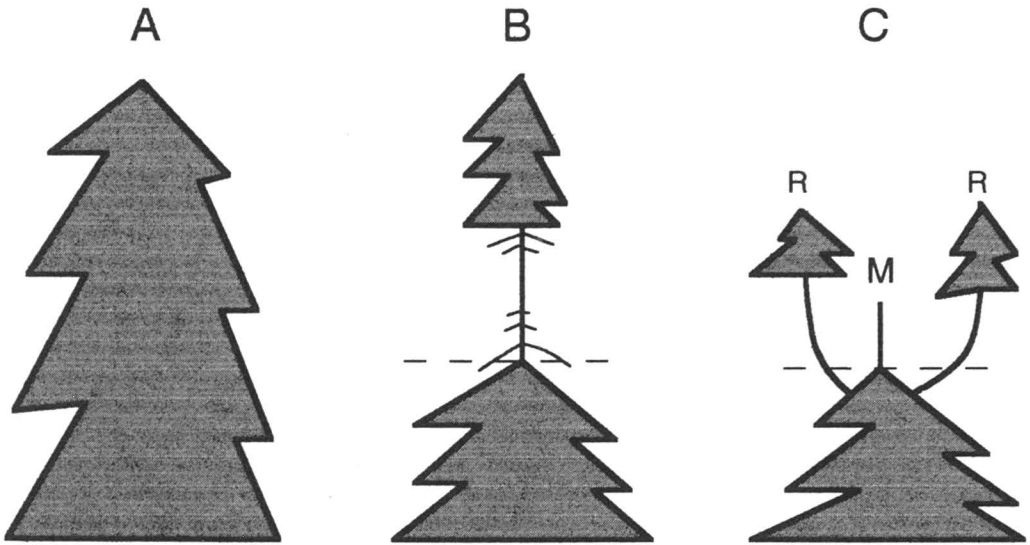


Figure 1. Formes de croissance retrouvées chez les épinettes régénérées après l'incendie de 1955. A: épinette arborescente; B: bougeoir; C: verticille; M: tige morte; R: tige réitérée. Les traits pointillés indiquent l'enneigement moyen.

phologiquement; une tige présentant un axe droit à la base et aucune connexion sous-terrainne avec un autre spécimen était considérée d'origine sexuée. Le diamètre au collet a été mesuré sur tous les individus ( $n = 50$ ), la hauteur a été mesurée sur les 38 spécimens dont la tige était complète, et une section transversale a été prélevée sur les 33 tiges dont la base présentait tous les cernes annuels de croissance. Les échantillons de tige des deux populations ont été rapportés en laboratoire où, après ponçage, l'âge a été déterminé sous une loupe binoculaire à un grossissement variant entre 15 et 40 X. La largeur des cernes a été mesurée le long du plus petit rayon disponible, avec un micromètre de type Henson (précision de 0,01 mm).

## Résultats

### STRUCTURE DES POPULATIONS D'ÉPINETTES

Après l'incendie, les plantules se sont installées entre 1958 et 1969. Au moment de l'échantillonnage (août 1986), leur âge variait entre 17 et 28 ans (âge moyen = 24,3 ans) (fig. 2). La majorité (88 %) des épinettes se sont implantées avant 1964 et étaient âgées d'au moins 22 ans. La plupart des 33 tiges pré-feu échantillonnées au

collet se sont régénérées au cours de la période 1884-1906. Au moment du feu, l'âge de ces épinettes variait entre 49 et 71 ans (âge moyen = 60,6 ans) (fig. 2), mais avant 1930 leur âge était comparable (âge moyen = 35,6 ans) à celui des épinettes post-feu au moment de l'échantillonnage. Seulement deux épinettes se sont établies avant la période 1884-1906 (en 1704 et 1822), et aucune entre 1907 et 1955. Le diamètre au collet des tiges pré-feu et post-feu était comparable, variant entre 1,9 et 6,7 cm chez la population pré-feu ( $\bar{x} = 3,8$  cm;  $s = 1,2$ ) et entre 1,4

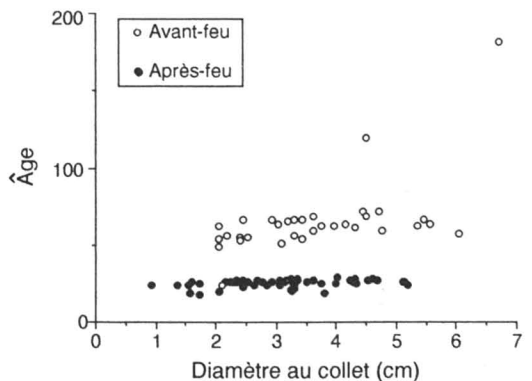


Figure 2. Diagramme de dispersion du diamètre au collet en fonction de l'âge chez les populations avant-feu et après-feu.

et 5,2 cm chez la population après-feu ( $\bar{x} = 3,1$  cm;  $s = 1,1$ ) (fig. 2). La hauteur des épinettes des deux populations était également comparable, variant entre 57 et 210 cm chez les tiges pré-feu ( $\bar{x} = 130$  cm;  $s = 45$ ) et entre 46 et 235 cm chez les tiges post-feu ( $\bar{x} = 108$  cm;  $s = 42$ ). Dans la superficie échantillonnée pour la population post-feu (3200 m<sup>2</sup>), la densité des tiges pré-feu en incluant les arbres dominants était de 1 individu / 28 m<sup>2</sup>, et de 1 individu / 64 m<sup>2</sup> pour les tiges post-feu (Sirois & Payette, 1989). Cette différence est principalement due au développement clonal de la plupart des individus dominant la forêt d'origine.

La hauteur du niveau basal de la zone défoliée était significativement différente entre les verticilles et les bougeoirs (*U* de Mann-Whitney;  $P < 0,05$ ): elle variait entre 16 et 65 cm ( $\bar{x} = 36$  cm;  $s = 18$ ) chez les verticilles, et entre 30 et 94 cm ( $\bar{x} = 46$  cm;  $s = 16$ ) chez les bougeoirs. Chez les bougeoirs, la hauteur de la zone défoliée oscillait entre 10 et 98 cm ( $\bar{x} = 30$  cm;  $s = 20$ ). Cette zone défoliée comprenait habituellement quelques restes de branches et une portion centrale dénudée. Quelques individus arborescents présentaient un léger jaunissement du feuillage dans la partie de la tige correspondant à la zone défoliée des bougeoirs.

Chez le groupe pré-feu, malgré le bris de certaines tiges et de la majorité des branches, on a pu établir qu'un seul individu (établi en 1704) adoptait une forme de croissance prostrée (absence d'un axe dressé). Une perte de dominance apicale n'a été observée que sur 8 des 49 autres épinettes. La partie médiane du tronc de 10 individus était dénudée et lisse suggérant qu'ils présentaient une forme en bougeoir au moment du feu. La présence de nombreux résidus de branches latérales sur le tronc des 31 autres individus pré-feu permet de supposer qu'ils présentaient une forme arborescente normale au moment de l'incendie (tableau I). Il existe une différence significative dans la fréquence des formes de croissance érodées entre les populations avant et après-feu ( $\chi^2$ ;  $P < 0,01$ ). Par ailleurs, la distribution de fréquence des formes de croissance avant-feu ne

TABLEAU I

Distribution des formes de croissance chez les tiges avant-feu et après-feu de l'épinette noire

	Verticilles	Bougeoirs	Arborescents
Avant-feu	9	10	31
Après-feu	22	18	10

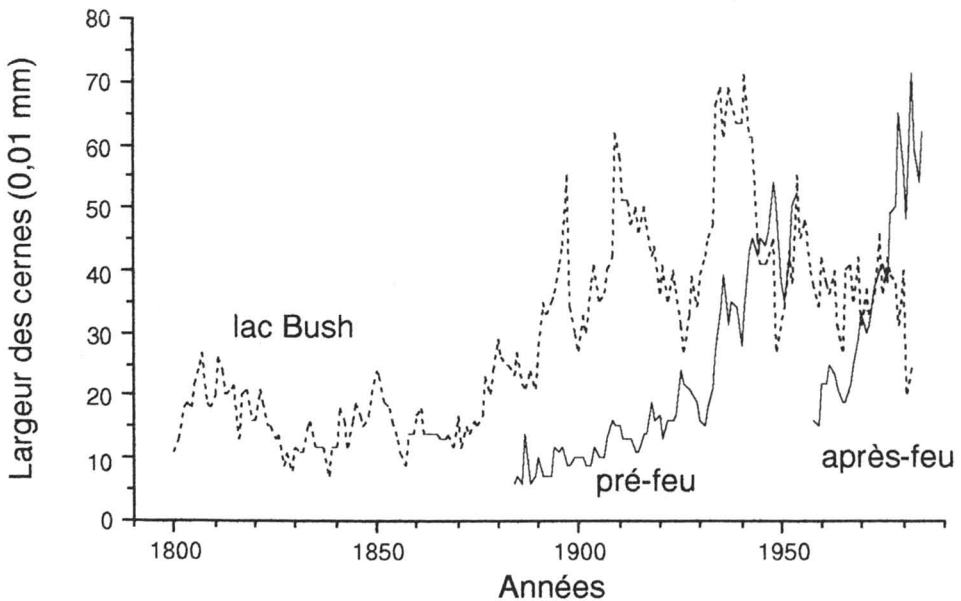


Figure 3. Courbes de croissance des populations pré-feu (1882-1954;  $n = 33$ ) et post-feu (1959-1985;  $n = 50$ ) et d'une population témoin de la région du lac Bush (Payette *et al.*, 1985).

diffère pas significativement entre les quatre sous-quadrats échantillonnés ( $\chi^2$ :  $P > 0.05$ ).

### CROISSANCE DES ÉPINETTES

Les individus pré-feu montrent un faible taux de croissance jusque vers 1930 (fig. 3), époque à partir de laquelle une nette augmentation est enregistrée. Leur croissance radiale moyenne a été de 0.13 mm/an au cours de la période 1884-1930 et de 0.38 mm/an au cours de la période 1930-1954. Les épinettes régénérées après l'incendie de 1955 présentent une croissance caractérisée par une forte tendance à la hausse à la suite de la période initiale d'établissement des individus. Au cours de la période 1958-1985 leur croissance radiale moyenne fut de 0.37 mm/an (0.22 mm/an avant 1970 et 0.50 par la suite).

La croissance des épinettes des deux populations a été comparée à celle des individus de la région du lac Bush (250 km au nord-ouest du site étudié) documentée par Payette *et al.* (1985). Par rapport à ces dernières, la croissance des épinettes pré-feu semble avoir été affectée par des conditions adverses jusqu'à un âge de 30 à 50 ans (soit jusque vers 1930; fig. 3). Au cours de leurs vingt à trente premières années de croissance, les individus post-feu ont cru plus rapidement que les épinettes régénérées avant l'incendie, de sorte qu'après l'âge de 25 ans, elles présentaient une croissance nettement supérieure aux spécimens de la région du lac Bush.

### Discussion

La fin du XIX<sup>e</sup> et le XX<sup>e</sup> siècle ont été caractérisés par un réchauffement global du climat (Lamb, 1977; Jones *et al.*, 1986). La régénération sexuée des conifères de la zone subarctique a été particulièrement active au début de cette période, tant sur la côte est (Morin & Payette, 1983; Payette *et al.*, 1985; Payette & Filion, 1985) que sur la côte ouest de la baie d'Hudson (Scott *et al.*, 1987b), de même qu'en Scandinavie (Kullman, 1986; Steijlen & Zackrisson, 1987). Le fait que la plupart des individus échantillonnés dans la population pré-feu se soient établis entre 1880 et 1910 suggère qu'il en fut probablement de même pour la région étudiée.

Ayant un diamètre et une taille comparables aux spécimens après-feu, mais étant deux fois plus vieilles, les épinettes pré-feu ont présenté

une croissance radiale et en hauteur plus faibles que celle qui a caractérisé la population après-feu (fig. 2 et 3). La comparaison des courbes de croissance des épinettes pré-feu et post-feu à celle des épinettes de la région du lac Bush suggère que les tendances climatiques régionales ne peuvent expliquer les différences de croissance observées entre les deux groupes de tiges. En effet, une quinzaine d'années après leur établissement, la croissance des épinettes après-feu surpassait celle des spécimens du lac Bush. La croissance des individus pré-feu n'a égalé celle des spécimens du lac Bush que 40 à 60 ans après leur établissement (fig. 3). Toutefois, l'amélioration de croissance observée chez le groupe pré-feu après 1930 semble être d'origine climatique puisqu'elle correspond à une forte hausse de largeur des cernes chez les spécimens du lac Bush (fig. 3).

En dépit d'une meilleure croissance en hauteur qui a favorisé un séjour moins prolongé des bourgeons apicaux dans la zone d'érosion supranivale, les individus post-feu sont plus fréquemment érodés que les individus pré-feu (tableau I). Ce phénomène a déjà été observé dans la toundra forestière du Nord québécois (Sirois & Payette, 1989). Le maintien du port arborescent chez la majorité des individus pré-feu serait attribuable à une meilleure rétention de la neige (Billings, 1969; Filion & Payette, 1976; Rouse, 1976; Arseneault, 1990), à une température de l'air plus élevée (Rouse, 1984) et à des vents plus faibles dans la pessière d'origine que dans le milieu ouvert par l'incendie de 1955. Dans ce milieu ouvert, les verticilles se sont probablement développés dans des micro-sites moins enneigés et plus exposés que ceux occupés par les bougeoirs. Ceci est souligné par le niveau basal d'érosion significativement moins élevé chez les verticilles.

Le feu de 1955 semble avoir contribué à une meilleure croissance des épinettes régénérées malgré l'ouverture du milieu et l'érosion plus importante des conifères après l'incendie. On ne peut déterminer précisément les mécanismes ayant contribué à cette meilleure croissance. Cependant, étant donné que la densité des tiges était environ deux fois plus élevée avant l'incendie, on peut supposer que les épinettes après-feu ont bénéficié d'une compétition réduite (Wright & Heinselman, 1973; Heinselman, 1981). Le travail de Delwaide & Filion (1988) montre qu'il peut exister une forte compétition entre les arbres au sein des pessières à lichens. Cette forte compétition dans la pessière d'origine pourrait expliquer

la faible croissance des épinettes pré-feu durant leurs trente à cinquante premières années.

Par ailleurs, la formation pré-feu étant relativement âgée, l'incendie a pu initier le recyclage d'une importante quantité de nutriments immobilisés dans la matière organique (Wright & Heinselman, 1973; Gryer, 1975; Larsen, 1980; Viereck, 1983; MacLean *et al.*, 1983). Toutefois, en raison de la faible intensité des feux et de la faible biomasse, Moore (1980) et Morneau & Payette (1989) sont d'avis que le feu ne permet pas le recyclage d'une quantité importante de nutriments au Québec subarctique. Il est également possible que la meilleure croissance observée après-feu soit liée à un réchauffement de la température du sol dans les années suivant l'incendie. De tels réchauffements ont déjà été associés au noircissement de la surface du sol après un feu dans une pessière à lichens (Rouse & Kershaw 1971; Rouse 1976).

### Conclusion

Les résultats montrent que les épinettes régénérées après-feu en toundra forestière peuvent présenter une meilleure croissance que les épinettes régénérées au sein de vieilles pessières à lichens ouvertes. Dans le site étudié, cette amélioration s'observe encore 31 ans après l'incendie. Toutefois, en raison de l'ouverture du milieu, la forme de croissance des épinettes après-feu peut être plus érodée que celle des individus de taille comparable s'étant régénérés au sein de pessières à lichens matures.

### Remerciements

Nous remercions S. Payette qui a rendu possible la réalisation de ce travail. P. LeBouder nous a assisté sur le terrain. A. Delwaide a apporté de nombreuses suggestions pertinentes. P. Burton a revu le résumé anglais. Les commentaires de deux évaluateurs anonymes ont grandement amélioré la qualité du manuscrit. Cette recherche a été financée par le Fonds pour la Formation des Chercheurs et l'Aide à la Recherche, le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (subventions de recherche à S. Payette) et le Centre d'études nordiques de l'Université Laval.

### Références

ALLARD, M. & M. K. SÉGUIN, 1987. Le pergélisol au Québec nordique: bilan et perspectives. — *Géogr. phys. Quat.*, 41: 141-152.

- ANONYME, 1981. Normales climatiques au Canada, 1951-1980. Températures et précipitations. Québec. — Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Ottawa, 216 p.
- ARSENEAULT, D., 1990. Analyse dendroécologique d'un site coniférien soumis à la déforestation subarctique. — Mémoire de M. Sc., Université Laval, Québec, 58 p.
- AUCLAIR, A. N. D., 1985. Postfire regeneration of plant and soil organic pools in a *Picea mariana-Cladonia stellaris* ecosystem. — *Can. J. Forest Res.*, 15: 279-291.
- BILLINGS, W. D., 1969. Vegetational patterns near alpine timberline as affected by fire-snowdrift interactions. — *Vegetatio*, 19: 192-207.
- DALY, C., 1984. Snow distribution patterns in the alpine krummholz zone. — *Prog. phys. Geogr.*, 8: 157-175.
- DELWAIDE, A. & L. FILION, 1988. Les coupes forestières dans les pessières à lichens: effets sur la croissance et la régénération des conifères (Wapmagoustui, Québec subarctique). — *Can. J. Bot.*, 66: 1013-1020.
- FILION, L. & S. PAYETTE, 1976. La dynamique de l'enneigement en région héli-arctique, Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec. — *Cah. Géogr. Qué.*, 20: 275-302.
- GRYER, C. G., 1975. Wildfire effects on nutrient distribution and leaching in a coniferous ecosystem. — *Can. J. Forest Res.*, 5: 599-607.
- HADLEY, J. L. & W. K. SMITH, 1983. Influence of wind exposure on needle desiccation and mortality for timberline conifers in Wyoming, USA. — *Arct. Alp. Res.*, 15: 127-135.
- HADLEY, J. L. & W. K. SMITH, 1986. Wind effects on needles of timberline conifers: seasonal influence on mortality. — *Ecology*, 67: 12-19.
- HADLEY, J. L. & W. K. SMITH, 1987. Influence of krummholz mat microclimate on needle physiology and survival. — *Oecologia*, 73: 82-90.
- HEINSELMAN, M. L., 1981. Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of the northern ecosystems. — Pages 7-57 in H. A. Mooney, J. M. Bonnicksen, N. L. Christensen, J. E. Lotan & W. A. Reiners (ed.). *Fire regimes and ecosystems properties*. U.S. For. Serv., Gen. tech. Rep. no. WO-26, Washington, D. C., 594 p.
- JONES, P. D., T. M. WIGLEY & P. B. WRIGHT, 1986. Global temperature variations between 1861 and 1984. — *Nature*, 322: 430-434.
- KULLMAN, L., 1986. Recent tree-limit history of *Picea abies* in the Southern Swedish Scandes. — *Can. J. Forest Res.*, 16: 761-771.
- KULLMAN, L., 1988. Subalpine *Picea abies* decline in the Swedish Scandes. — *Mount. Res. Dev.*, 8: 33-42.



- LAMB, H. H., 1977. Climate, present, past and future. Vol. 2: Climatic history and the future. — Methuen & Co., London. 835 p.
- LARSEN, J. A., 1980. The boreal ecosystem. — Academic Press, New-York. 500 p.
- MACLEAN, D. A., S. J. WOODLEY, M. G. WEBER & R. W. WEIN, 1983. Fire and nutrient cycling. — Pages 111-132 in R. W. Wein & D. A. MacLean (ed.). The role of fire in northern circumpolar ecosystems. SCOPE 18, J. Wiley & Sons, Toronto, 322 p.
- MARR, J. W., 1977. The development and movement of tree islands near the upper limit of tree growth in the Southern Rocky Mountains. — Ecology, 58: 1159-1164.
- MOORE, T. R., 1980. The nutrient status of subarctic woodland soils. — Arct. Alp. Res., 12: 147-160.
- MORIN, A. & S. PAYETTE, 1983. Expansion récente du mélèze à la limite des forêts (Québec nordique). — Can. J. Bot., 62: 1404-1408.
- MORNEAU, C. & S. PAYETTE, 1989. Postfire lichen-spruce woodland recovery at the limit of the boreal forest in northern Quebec. — Can. J. Bot., 67: 2770-2782.
- PAYETTE, S., 1974. Classification écologique des formes de croissance de *Picea glauca* (Moech.) Voss. et de *Picea mariana* (Mill.) BSP. en milieux subarctiques et subalpins. — Naturaliste can., 101: 893-903.
- PAYETTE, S., 1983. The forest-tundra and present tree-line of the Northern Quebec-Labrador peninsula. — Pages 3-23 in P. Morisset & S. Payette (ed.). Treeline ecology, Proceedings of the Northern Québec treeline conference. Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec. Collection Nordicana, n° 47, 188 p.
- PAYETTE, S. & L. FILION, 1985. White spruce expansion at the tree line and present climatic change. — Can. J. Forest Res., 15: 241-251.
- PAYETTE, S., L. FILION, L. GAUTHIER & Y. BOUTIN, 1985. Secular climate change in old-growth tree-line vegetation of northern Quebec. — Nature, 315: 135-138.
- ROUSE, W. R., 1976. Microclimatic changes accompanying burning in subarctic lichen woodland. — Arct. Alp. Res., 8: 357-376.
- ROUSE, W. R., 1984. Microclimate at arctic tree line. 1. Radiation balance of tundra and forest. — Wat. Resour. Res., 20: 57-66.
- ROUSE, W. R. & K. A. KERSHAW, 1971. The effect of burning on the heat and water regimes of lichens-dominated subarctic surfaces. — Arct. Alp. Res., 3: 291-304.
- ROWE, J. S. 1972. Forest regions of Canada. — Department of Environment, Can. For. Serv., Publ. no. 1300, 172 p.
- SAVILE, D. B. O., 1972. Arctic adaptations in plants. — Agriculture Canada, Monograph no. 6, 81 p.
- SCOTT, P. A., C. V. BENTLEY, D. C. F. FAYLE & R. C. HANSELL, 1987a. Crown forms and shoot elongation of white spruce at the treeline, Churchill, Manitoba, Canada. — Arct. Alp. Res., 19: 175-186.
- SCOTT, P. A., R. I. C. HANSELL. & D. C. F. FAYLE, 1987b. Establishment of white spruce populations and response to climatic change at the treeline, Churchill, Manitoba, Canada. — Arct. Alp. Res., 19: 45-51.
- SIROIS, L. 1988. La déforestation subarctique au Québec. Une analyse écologique et démographique. — Thèse de Ph.D., Université Laval. Québec, 126 p.
- SIROIS, L. & S. PAYETTE, 1989. Postfire black spruce establishment in subarctic and boreal Québec. — Can. J. Forest Res., 19: 1571-1580.
- STEIJLEN, I. & O. ZACKRISSON, 1987. Long term regeneration dynamics and successional trends in a northern swedish coniferous forest stand. — Can. J. Bot., 65: 839-848.
- STOCKWELL, C. H., J. C. MCGLYNN, R. F. EMSLIE, B. V. SANFORD, A. W. NORRIS, J. A. DONALDSON, W. F. FAHIG & K. L. CURRIE, 1968. Géologie du bouclier canadien. — Pages 49-165 in Géologie et ressources minérales du Canada, partie A. Commission géologique du Canada, Ottawa, 573 p.
- TRANQUILINI, W., 1979. Physiological ecology of the alpine timberline. — Springer-Verlag, Berlin, 137 p.
- VIERECK, L. A., 1983. The effects of fire in black spruce ecosystems of Alaska and interior Canada. — Pages 202-220 in R. W. Wein & D. A. MacLean (ed.). The role of fire in northern circumpolar ecosystems. John Wiley & Sons, Toronto, 322 p.
- WARDLE, P., 1981. Winter dessication of conifer needles simulated by artificial freezing. — Arct. Alp. Res., 13: 419-423.
- WRIGHT, H. E. & M. L. HEINSELMAN, 1973. The ecological role of fire in natural conifer forests of western and North America. — Quat. Res., 3: 319-328.



## Woody vegetation in a power right-of-way in Short Hills Provincial Park, Ontario

Paul ALBANESE and John MIDDLETON

*Institute of Urban and Environmental Studies  
Brock University  
St. Catharines (Ontario) L2S 3A1*

### Résumé

Le parc provincial de Short Hills, au sud de l'Ontario, est occupé par une végétation forestière contenant un mélange d'espèces septentrionales et méridionales. Il est divisé par une emprise de lignes de transmission, large de 100 à 150 m. Les pousses de 45 espèces ligneuses croissant sous les lignes de transmission ont été répertoriées. Les pousses des espèces méridionales et celles des espèces dispersées par des animaux étaient significativement plus nombreuses au centre de l'emprise que dans la partie latérale (25 m du bord). Ce patron de répartition suggère que la présence de l'emprise de lignes électriques n'affecte pas la répartition des espèces ligneuses dans le parc.

### Abstract

Short Hills Provincial Park in southern Ontario contains forests with a mixture of northern and southern species. It is cut by a cleared high-tension electricity right-of-way (ROW), 100-150 m wide. Ramets of 45 woody species growing in the ROW were recorded. There were significantly more ramets of southern species, and of animal-dispersed species, in the centre of the ROW than within 25 m of its edge. The pattern of distribution suggests that the ROW is not a significant conservation factor in the distribution of woody species within the park.

### Introduction

Short Hills Provincial Park is a 688-ha natural environment park located in the Niagara Peninsula near St. Catharines in southern Ontario, one of the most severely cleared areas of Canada. The site is of special interest because about half the park consists of a diverse forest cover (Anonymous, 1977), with a mixture of species such as sassafras [*Sassafras albidum* (Nutt.) Nees], typical of southern forests, and more typically northern species such as the maples (*Acer* spp.).

Because the region is so built-up, the park unavoidably includes within its boundaries many human artifacts, including three utility corridors. The most intrusive is a high-tension electricity right-of-way (ROW) which runs 2.6 km through the length of the park. The ROW consists of three transmission lines built in 1915 (one of the oldest in the province), 1929, and 1949 (R. Mauro,

Ontario Hydro, pers. comm.). This ROW is a 100-150 m wide cleared strip which cuts through some of the oldest and least-disturbed woods. Most woody vegetation in the ROW is periodically (at intervals of several years) cleared by Ontario Hydro, the agency responsible for electricity in Ontario, to avoid interference with the overhead wires and to allow access for maintenance crews. Parts of the ROW, both centre and edge, are used by hikers, skiers, and snowmobilers.

The ROW complicates management of the park as a natural area. It may cause aesthetic problems, and facilitate unauthorized access by snowmobiles and other machines. It may also cause more indirect ecological problems by increasing the amount of edge habitat, decreasing the amount of forest interior, fragmenting the least disturbed habitats, and possibly increasing their isolation from one another by inhibiting dis-

persal of propagules. Any deleterious effect of the ROW on the distinctive forests of the park would undermine the park's reason for being.

Woody species can move large distances quickly. Post-Pleistocene movement of forests into Canada and Europe was at a rate on the order of kilometres per year, but these figures may be very misleading if extrapolated to smaller temporal and spatial scales (Bennett, 1986; Bartlein & Prentice, 1989). On smaller scales, litter fall from trees can vary significantly in distances of a few metres (Shure & Phillips, 1987). In heterogeneous environments, prediction of wind dispersal of seeds is difficult, complicated by aerodynamic effects (Greene & Johnson, 1989). Forest animals that disperse seeds can be inhibited by clearings as small as tens of metres, in some circumstances, while in other cases they move widely across fragmented landscapes (Oxley *et al.*, 1974; Madar, 1984; Middleton & Merriam, 1981; Henderson *et al.*, 1985). Empirical observation is necessary to determine whether propagules are able to reach, germinate, and establish in cleared areas in a heterogeneous landscape such as that of Short Hills Park (Gibson, 1986; Middleton & Merriam, 1983).

Casual observation shows that the ROW is not a sterile strip through the park: small ramets of many woody species grow in it. The object of this study was to quantify the growth of woody species within the ROW, and to determine from the pattern of distribution whether the ROW threatens distribution of woody species within the park.

### Methods

A population survey of every ramet, including seedlings, of woody species within the ROW was conducted in September and October of 1986, resulting in a list of every ramet, and the frequency of each woody species.

The ROW is 2600 m in length. It has two parallel lines of towers and a width of 100 m over a distance of 1800 m, and three lines and a width of 150 m over the remaining 800 m. The ROW was divided into 26 100-m sections for surveying. It was further subdivided into edge (within 25 m of either edge) and centre.

The number of ramets of each woody species was recorded separately for centre and edge for each 100-m section. The Mann-Whitney test was

used to determine if there was a significant difference in the number of ramets between the centre and the edge for each species, over the 26 sections.

The width of the ROW (100 m or 150 m) and thus area of the centre is different for different sections. The numbers of species per 100-m section in wider and narrower sections were compared with a *t*-test.

For the analysis, southern species were separated as a group because of their special significance in the park. Similarly, species dispersed by animals were compared to those dispersed by other means, because they may be affected differently by the ROW. Two-by-two contingency tables (centre or edge versus southern or other, or versus animal-dispersed or other) subjected to  $\chi^2$  tests were used to assess the significance of each factor. Both categories were defined based on information in Hosie (1969).

### Results

There is no significant difference in the number of species in the wider versus narrower sections of the ROW (*t*-test,  $P > 0.05$ ). Thus, no distinction was made between wider and narrower sections in the following analyses.

A total of 1956 ramets and 45 species were recorded. Species and frequencies are listed in Table I. For none of the 45 species, taken individually, was there a significant difference in the number of ramets in the centre as compared to the edge (Mann-Whitney,  $P > 0.05$ ), although for some species (Table I) there was a great preponderance of individuals in centre or edge. For example, in the case of *Sassafras albidum* (100 ramets in the centre, 0 in the edge), there was no significant difference because the 100 ramets recorded were in a single section.

Nine species with a total of 264 ramets were classified as southern. Significantly more of these were found in the centre than in the edge ( $\chi^2$ ,  $P < 0.001$ ).

Twenty-one species with a total of 398 ramets were classified as animal-dispersed, based on possession of large fruits or nuts. Significantly more of these were found in the centre than in the edge ( $\chi^2$ ,  $P < 0.01$ ). If *Juniperus virginiana* and *Fagus grandifolia* are added to the category, the conclusion is strengthened ( $P < 0.001$ ).

TABLE I

List of woody species found in right-of-way<sup>1,2</sup>

<i>Acer nigrum</i> Michx. f. (black maple)	38 (15/23)	
<i>Acer saccharinum</i> L. (silver maple)	1 (1/0)	
<i>Acer saccharum</i> Marsh. (sugar maple)	47 (25/22)	
<i>Alnus rugosa</i> (Du Roi) Sprengel (speckled alder)	4 (0/4)	
<i>Betula papyrifera</i> Marsh. (white birch)	5 (5/0)	
<i>Betula lenta</i> L. (cherry birch)	2 (1/1)	s
<i>Carpinus caroliniana</i> Walter (blue beech)	35 (20/15)	
<i>Carya cordiformis</i> (Wang.) K. Koch (bitternut hickory)	25 (14/11)	a
<i>Carya glabra</i> (Miller) Sweet (pignut hickory)	2 (1/1)	s, a
<i>Carya ovata</i> (Wang.) Sarg. (shagbark hickory)	11 (6/5)	a
<i>Cornus alternifolia</i> L.f. (alternate-leaved dogwood)	35 (16/19)	a
<i>Cornus florida</i> L. (eastern flowering dogwood)	25 (6/19)	s, a
<i>Crataegus</i> spp. (hawthorn)	2 (0/2)	a
<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh. (beech)	1 (1/0)	
<i>Fraxinus americana</i> L. (white ash)	162 (45/117)	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh. (red ash)	1 (0/1)	
<i>Hamamelis virginiana</i> L. (witch hazel)	28 (11/17)	
<i>Juglans cinerea</i> L. (butternut)	12 (5/7)	a
<i>Juglans nigra</i> L. (black walnut)	89 (42/47)	s, a
<i>Juniperus virginiana</i> L. (eastern red cedar)	348 (126/222)	
<i>Morus rubra</i> L. (red mulberry)	1 (1/0)	s, a
<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss. (eastern white spruce)	4 (2/2)	a
<i>Pinus strobus</i> L. (eastern white pine)	67 (20/47)	
<i>Populus deltoides</i> Marsh. (eastern cottonwood)	34 (20/14)	
<i>Populus grandidentata</i> Michx. (largetooth aspen)	13 (3/10)	
<i>Populus tremuloides</i> Michx. (trembling aspen)	472 (364/108)	
<i>Prunus americana</i> Marsh. (wild plum)	1 (0/1)	s, a
<i>Prunus nigra</i> Ait. (Canada plum)	40 (16/24)	a
<i>Prunus serotina</i> Ehch. (black cherry)	2 (0/2)	a
<i>Prunus virginiana</i> L. (chokeberry)	4 (2/2)	a
<i>Pyrus communis</i> L. (pear)	25 (12/13)	a
<i>Pyrus malus</i> L. (apple)	96 (20/76)	a
<i>Quercus alba</i> L. (white oak)	2 (2/0)	a
<i>Quercus rubra</i> L. (red oak)	10 (6/4)	a
<i>Quercus velutina</i> Lam. (black oak)	4 (4/0)	s, a
<i>Salix</i> sp. (willow)	4 (0/4)	
<i>Sambucus canadensis</i> L. (elderberry)	10 (6/4)	a
<i>Sassafras albidum</i> (Nutt.) Nees (sassafras)	100 (0/100)	s
<i>Syringa</i> sp. (lilac)	3 (1/2)	
<i>Thuja occidentalis</i> L. (eastern white cedar)	6 (2/4)	
<i>Tilia americana</i> L. (basswood)	6 (4/2)	
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr. (eastern hemlock)	2 (1/1)	
<i>Ulmus rubra</i> Muhl. (slippery elm)	40 (12/28)	s
<i>Ulmus thomasi</i> Sarg. (rock elm)	136 (69/67)	
<i>Viburnum lentago</i> L. (nannyberry)	2 (1/1)	a

<sup>1</sup> Names and designations follow Hosie (1969).<sup>2</sup> The number after each name indicates the number of ramets recorded in the right-of-way (edge/centre); s, southern; a, animal-dispersed.

### Discussion

The large number of woody species found growing in the ROW is impressive. The list of 45

woody species includes most members of the local species pool. A few of the species are exotic, or closely associated with human settlements (lilac, cherry birch, apple, pear). Some of

the observed ramets were sprouts from persistent rootstocks which have survived since the original clearing of 40 to 75 years ago, or have invaded from adjacent woods. Most, however, were seedlings of native species.

Ramets were as common in the centre of the ROW as near the edge. Some species (*Sassafras albidum* and *Populus tremuloides* for example) had many more ramets in centre or edge overall, but still no significant tendency to occur in centre or edge in sections along the ROW. Such a pattern resulted when many small ramets were found close together in one or a few sections, presumably as the result of clonal growth or simultaneous germination of seeds from a single source.

Both animal-dispersed species and southern species were significantly more common in the centre than in the edge, contrary to what would be expected if dispersal of propagules was a limiting factor. It is likely that shading by less-disturbed vegetation along the edges of the ROW is a more significant factor in determining the pattern of distribution across the ROW.

The results of this study cannot separate the effects of dispersal, germination, and establishment, nor do they demonstrate actual methods and paths of dispersal. However they do demonstrate that a large number of ramets, from a wide range of woody species, have been able to reach, germinate, and establish themselves in the central area of the ROW. These data give no evidence that, under present management conditions, the ROW is a serious conservation factor from the point of view of the distribution of tree species within the park.

### Acknowledgements

Ontario Hydro in London and the Ontario Ministry of Natural Resources in Fonthill provided useful information on the management of Short Hills Park. Helpful comments were made by H. Madar, P. Cavers, P. Morisset, and an anonymous referee. We thank also

Lynne Albanese, Fikret Berkes, Sue Haus, Robert Hoover, Sue Jonsson, and Bruce Krushelnicki.

### References

- ANONYMOUS. 1977. Short Hills Provincial Park: Master plan. — Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, 50 p.
- BARTLEIN, P. & I. PRENTICE. 1989. Orbital variations, climate, and paleoecology. — *Trends Ecol. Evol.*, 4: 195-199.
- BENNETT, K., 1986. The rate of spread and population increase of forest trees during the postglacial. — *Phil. Trans. R. Soc., Series B*, 314: 523-531.
- GIBSON, C., 1986. Management history in relation to changes in the flora of different habitats on an Oxfordshire estate, England. — *Biol. Conserv.*, 38: 217-232.
- GREENE, D. & E. JOHNSON. 1989. Particulate diffusion models and dispersal of seeds by the wind. — *Trends Ecol. Evol.*, 4: 191-192.
- HENDERSON, M., G. MERRIAM, & J. WEGNER, 1985. Patchy environments and species survival: chipmunks in an agricultural mosaic. — *Biol. Conserv.*, 31: 95-105.
- HOSIE, R., 1969. *Native Trees of Canada*. — Fitzhenry and Whiteside Ltd., Don Mills, Ontario, 380 p.
- MADAR, H., 1984. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. — *Biol. Conserv.*, 29: 81-96.
- MIDDLETON, J. & G. MERRIAM, 1981. Woodland mice in a farmland mosaic. — *J. appl. Ecol.*, 18: 703-710.
- MIDDLETON, J. & G. MERRIAM, 1983. Distribution of woodland species in farmland woods. — *J. appl. Ecol.*, 20: 625-644.
- OXLEY, D., M. FENTON & G. CARMODY, 1974. The effects of roads on populations of small mammals. — *J. appl. Ecol.*, 11: 51-59.
- SHURE, D. & D. PHILLIPS, 1987. Litter fall patterns within different-sized disturbance patches in a southern Appalachian mountain forest. — *Am. Midl. Nat.*, 118: 348-357.

## Les chromosomes B de *Claytonia caroliniana* Michx en forêt naturelle et dans deux emprises électriques

S. MERCIER<sup>1</sup>

*Laboratoire d'écologie forestière  
Faculté de foresterie et de géomatique  
Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4*

C. GERVAIS<sup>2</sup>

*Service de recherche en phytotechnie de Québec  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation  
2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8*

M. M. GRANDTNER

*Laboratoire d'écologie forestière  
Faculté de foresterie et de géomatique  
Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4*

G. ROY

*Service de la recherche appliquée  
Ministère des Forêts du Québec  
2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8*

### Résumé

Le taux de chromosomes B de *Claytonia caroliniana* Michx var. *caroliniana* a été déterminé dans une érablière peu perturbée des environs de Québec (mont Wright) traversée par deux emprises de lignes électriques traitées aux herbicides. Le nombre moyen d'individus possédant des chromosomes B s'élevait à 42 % dans l'ensemble de la forêt et à 22,5 % dans les emprises. Des stress environnementaux sont soupçonnés de causer ces différences, bien qu'il ne soit pas possible de les identifier avec assurance et de départager leurs effets respectifs.

### Abstract

The percentage of B chromosomes of *Claytonia caroliniana* Michx var. *caroliniana* was calculated in a moderately disturbed maple forest near Québec City (Mount Wright) intersected by two electric power line corridors treated with herbicides. The mean number of individuals possessing B chromosomes reached 42% in the forest as a whole, and 22,5% in the corridors. Environmental stresses are suspected to be responsible for these differences though it does not seem possible to identify them with certainty and separate their respective actions.

<sup>1</sup> Adresse actuelle: Service de l'amélioration des arbres, ministère des Forêts du Québec, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

<sup>2</sup> Adresse actuelle: Laboratoire de cytologie environnementale, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

## Introduction

Le *Claytonia caroliniana* Michx var. *caroliniana* ( $2n = 16$ ) (Portulacacées) est souvent associé aux érablières. Gervais & Grandtner (1981, 1983) ont montré que dans un secteur de l'érablière du mont Wright (anciennement montagne de Stoneham), environ 50 % des individus examinés possédaient des chromosomes B.

Par ailleurs, Gervais *et al.* (1989a, 1989b) ont rapporté une forte corrélation entre la diminution du pourcentage de chromosomes B chez la claytonie et le dépérissement des érablières, alors qu'une disparition quasi totale de ce type de chromosomes a été observée dans des populations de claytonie des sommets des monts Logan et Washington (Gervais & Grandtner, 1981, 1991). Ces observations suggèrent que les chromosomes B de la claytonie, ou les individus qui en possèdent, pourraient être sensibles à des stress environnementaux naturels ou artificiels comme ceux étudiés par Dessureault (1985) et Roy *et al.* (1985).

L'érablière du mont Wright est un site relativement peu perturbé et riche en claytonies. Elle est

également traversée par deux emprises électriques parallèles déboisées, traitées aux phytocides, avec un sol compacté par les véhicules d'entretien et possédant chacune des colonies relictuelles de claytonie. Il était donc intéressant de comparer ces sites puisqu'ils sont à la fois voisins et dissemblables. On peut supposer, en effet, que les claytonies dans les emprises sont sujettes à des stress environnementaux plus importants que celles croissant dans la forêt adjacente, ce qui pourrait se traduire par des variations du taux d'individus avec des chromosomes B.

## Matériel et méthodes

Le mont Wright (47°01'N., 71°21'O.) est situé à environ 30 km au nord de la ville de Québec. Il fait partie du domaine de l'érablière à bouleau jaune où se rencontre fréquemment la claytonie de Caroline. Les groupements végétaux de cette montagne appartiennent principalement à l'érablière à bouleau jaune et hêtre américain (*Betulo luteae - Aceretum sacchari fagetosum grandifoliae*) et les sols sont des brunisols dystriques dégradés et des podzols humo-ferriques fra-

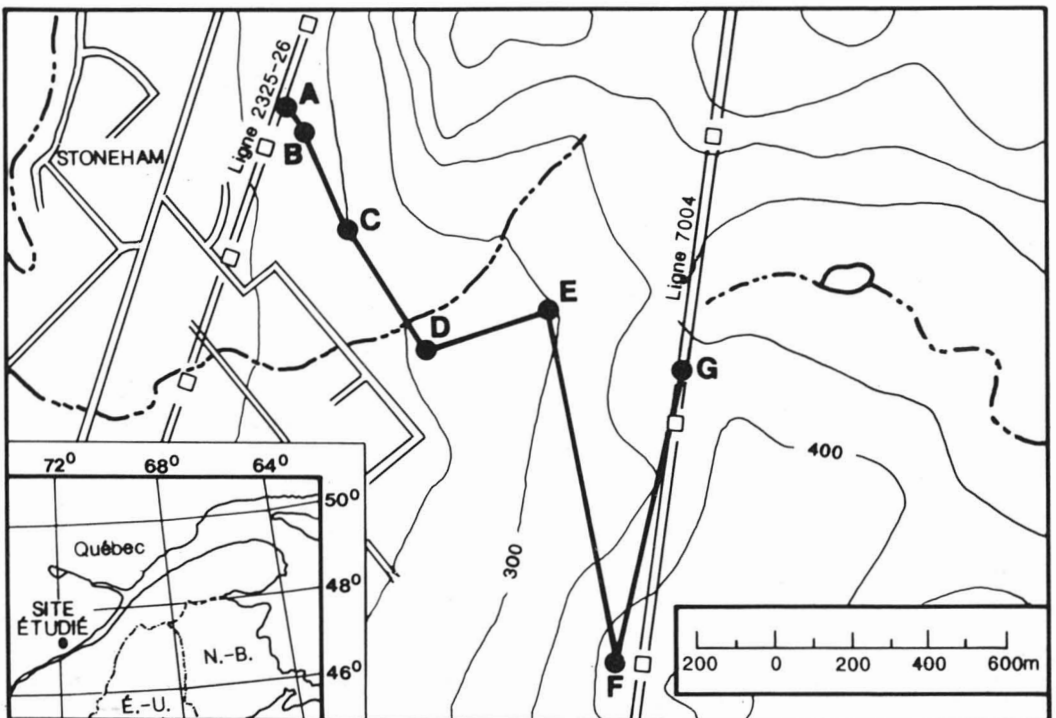


Figure 1. Situation géographique du mont Wright et localisation des sept stations étudiées.



TABLEAU I

Caractéristiques écologiques et pourcentage d'individus possédant des chromosomes B pour chacune des stations étudiées au mont Wright

	Stations							Coefficient $\tau$ de Kendall <sup>1</sup>
	A	B	C	D	E	F	G	
Distance par rapport aux emprises (m)	0	50	250	525	250	50	0	0,00
Pente (%)	17	13	22	8	26	29	12	0,45
Dépôt	fluvio-glaciaire	till mince	till mince	till profond	till mince	till mince	till mince	
Drainage <sup>2</sup>	4	3	3	4	3	3	4	-0,79**
pH de l'humus	6,2	4,8	4,2	5,8	4,6	4,6	4,6	-0,22
Type d'humus	moder	moder	mull	mull	mull	moder	moder	
Type phytosociologique	-	érablière à bouleau jaune	érablière à hêtre américain	érablière à bouleau jaune	érablière à bouleau jaune	érablière à bouleau jaune et if	-	
Recouvrement des strates (%):								
arborescentes	0	85	70	85	75	85	0	
arbustives	0	15	15	10	45	50	0	
herbacées	85	95	90	65	95	95	65	
total	85	195	175	160	215	230	65	0,55*
Plantes (%) possédant des chromosomes B <sup>3</sup>	30	60	50	15	35	50	15	

<sup>1</sup> Coefficients de corrélation non paramétriques entre le pourcentage de plantes avec des chromosomes B et différents facteurs du milieu: \*\*, significatif,  $P \leq 0,05$ ; \*, significatif,  $P \leq 0,10$ .

<sup>2</sup> Selon la classification canadienne des sols (Commission canadienne de pédologie, 1978).

<sup>3</sup>  $n = 20$  individus par station.

giques, drainés latéralement (*seepage*). Les principales caractéristiques écologiques des sept stations étudiées sont données au tableau I.

Ces stations, identifiées A à G, étaient localisées le long d'une polygonale ouverte reliant les deux lignes de transmission distantes de 1 100 m (fig. 1). Cinq de ces stations (B à F) étaient situées dans l'érablière et les deux autres (A et G) dans les emprises elles-mêmes. Chaque station comprenait un court transect de 30 m orienté nord-sud, c'est-à-dire parallèlement aux lignes de transmission. Le matériel nécessaire aux comptages chromosomiques fut prélevé au printemps 1985 le long de ces transects, à intervalles réguliers d'un mètre, sauf à la station F qui ne possédait que deux colonies de claytonie distantes d'environ 20 m.

Les échantillons, sous forme de jeunes hampes florales fixées dans un mélange 3:1 d'alcool absolu et d'acide acétique glacial, furent conservés au congélateur. La détermination des nombres chromosomiques fut généralement réalisée sur des métaphases de la seconde division pollinique, parfois par l'observation de cellules de jeunes pédicelles. Après la coloration des fleurs dans du carmin acétique (environ 15 heures), les étamines furent écrasées dans une goutte de carmin. Les résultats s'appuient sur 3 à 10 comptages par individu. Au total, le nombre chromosomique de 140 individus (20 par station) a été déterminé.

La relation entre le pourcentage d'individus avec des chromosomes B et les diverses caractéristiques des stations étudiées a été évaluée par le coefficient de corrélation non paramétrique de Kendall (1955).

### Résultats et discussion

Les résultats des comptages chromosomiques sont rapportés au bas du tableau I. Le nombre total d'individus possédant des chromosomes B s'élève à 51, soit 36,4 % des 140 plantes étudiées. Le plus intéressant reste cependant la comparaison des données de l'ensemble des populations en forêt avec celles des emprises électriques. Le nombre moyen d'individus avec des chromosomes B s'élève à 42 % dans l'érablière contre 22,5 % dans les emprises électriques. Ces divergences sont encore plus marquées si l'on compare le pourcentage de chaque emprise avec celui de la station en forêt

immédiatement adjacente, distante de 50 m (A avec B, G avec F), ce qui donne 30 % contre 60 % et 15 % contre 50 % (fig. 1 et tableau I). Il faut toutefois constater que le taux d'individus avec les chromosomes B diminue graduellement jusqu'à 15 % à la station centrale D. Ces résultats confirment dans l'ensemble que le taux d'individus avec des chromosomes B change selon que l'on se trouve en forêt ou dans les emprises. Nous avons essayé de voir quelle pourrait en être la cause.

L'application du test non paramétrique de Kendall donne une corrélation significative au seuil de 5 % entre le pourcentage des individus avec des chromosomes B et le drainage, et une autre, au seuil de 10 %, avec le pourcentage de recouvrement total des strates de la végétation (tableau I). Même si le faible nombre de points d'échantillonnage réduit la signification de ces résultats, il n'en demeure pas moins que la distribution des individus avec des chromosomes B, par rapport à ces deux facteurs, ne semble pas être aléatoire. Jones & Rees (1982) citent plusieurs auteurs qui ont rapporté des relations semblables, avec d'autres facteurs, chez plusieurs espèces possédant des chromosomes B.

Dans le cas de la claytonie, les facteurs responsables peuvent être naturels, tel le drainage, ou anthropiques comme ceux qui sont probablement à l'œuvre dans les emprises (déboisements, herbicides, compaction) et dans la station centrale en forêt (réduction du recouvrement total des strates par dépérissement). Cependant, comme les résultats du présent travail ne nous renseignent pas avec assez de précision sur ce sujet, l'identification des facteurs responsables des variations et la reproduction expérimentale de leur mode d'action demeurent notre préoccupation.

### Remerciements

Les auteurs remercient Mme Nicole Samson et MM. Christian L'Heureux, Éloi Paré et François Lutzoni pour leur aide technique. M. Normand Villeneuve a réalisé les analyses statistiques.

### Références

COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE, 1978. Le système canadien de classification des sols. — Agriculture Canada, Ottawa, Publ. n° 1646, 170 p.

- DESSUREAULT, M., 1985. Le dépérissement des arbres: nature, causes et mécanismes. — *Phytoprotection*, 66: 71-81.
- GERVAIS, C. & M. M. GRANDTNER, 1981. Étude cyto-écologique de quatre populations de *Claytonia caroliniana* var. *caroliniana* au Québec — *Can. J. Bot.*, 59: 1685-1701.
- GERVAIS, C. & M. M. GRANDTNER, 1983. Essai de corrélation entre l'humidité du sol et les anomalies chromosomiques dans une population de *Claytonia caroliniana* var. *caroliniana*. — *Can. J. Bot.*, 61: 2969-2978.
- GERVAIS, C. & M. M. GRANDTNER, 1991. Chromosomes surnuméraires, variations climatiques et dépérissement des érablières. — in C. Camiré, W. Hendershot & D. Lachance (éd.). *Le dépérissement des érablières: causes et solutions possibles*. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, sous presse.
- GERVAIS, C., G. ROY, N. DIGNARD, G. DESAULNIERS & M. M. GRANDTNER, 1989a. Recherches cytologiques et dépérissement: résultats et perspectives. — Pages 45-49 in *Atelier sur le dépérissement dans les érablières*. Direction des communications, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Québec, 159 p.
- GERVAIS, C., G. ROY, M. M. GRANDTNER & G. DESAULNIERS, 1989b. The B chromosomes of *Claytonia caroliniana* Michx (Portulacaceae) and maple forest dieback. — *Can. J. For. Res.*, 19: 595-598.
- JONES, R. N. & H. REES, 1982. B-Chromosomes. — Academic Press, London, 266 p.
- KENDALL, M. G., 1955. Rank correlation methods, 2nd ed. — Charles Griffin, London, 196 p.
- ROY, G., L. ROBITAILLE & G. GAGNON, 1985. Étude des principaux facteurs du dépérissement des érablières au Québec. — *Phytoprotection*, 66: 91-99.



## Soil water tension in a forest tree nursery : Comparison of three types of sensors

Marcel PRÉVOST

*Service de la recherche appliquée  
Ministère des Forêts du Québec  
2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8*

Jean STEIN and André P. PLAMONDON

*Département des sciences forestières  
Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4*

### Résumé

L'emploi de blocs de résistance en gypse, de blocs en fibre de verre ou de tensiomètres pour l'estimation de la tension de l'eau du sol est fréquent en agriculture, foresterie et hydrologie. Ces techniques ont été comparées en relation avec l'irrigation estivale de semis 1 + 0 dans des sols sablonneux de pépinière. Dans la couche supérieure du sable, les tensiomètres ont été fiables pour des tensions entre 0 et 0.6 bar, même si la limite suggérée par les manufacturiers se situe autour de 0.85 bar. Les blocs de résistance en gypse ont été sensibles jusqu'à 3 bars, mais quelquefois n'ont pas enregistré la tension entre 0 et 0.3 bar. En plus d'avoir été opérationnels pour les faibles tensions, les blocs en fibre de verre ont enregistré des tensions jusqu'à 10 bars. Des trois types de sondes, les tensiomètres sont recommandés lorsque la tension de l'eau du sol est maintenue à un bas niveau.

### Abstract

The use of gypsum resistance blocks, fiberglass resistance blocks and tensiometers for the determination of soil water tension is common in agriculture, forestry and hydrology. These techniques were compared in relation to irrigation of the 1 + 0 seedlings in sandy nursery soils under summer conditions. In the upper layer of the sand, the tensiometers were reliable for tensions between 0 and 0.6 bar, even though the suggested limit set by the manufacturers is around 0.85 bar. The gypsum resistance blocks were sensitive up to 3 bars, but occasionally did not register values between 0 and 0.3 bar. In addition to being operational at low tensions, the fiberglass blocks registered tensions up to 10 bars. Of the three types of sensors, the tensiometers are recommended when the soil is maintained at low water tension.

### Introduction

The monitoring of soil water content or tension in the rooting zone is the basis for irrigation management in agriculture and the production of seedlings in forest tree nurseries (Richards & Marsh, 1961; Hillel, 1974; Idso *et al.*, 1975; McDonald & Running, 1979; Schmutge *et al.*, 1980). Estimation of soil moisture is of prime importance in ecological studies for understanding the chemical, mechanical and hydrological behaviour of soils as well as the influence of water availability on plant growth (Hillel, 1974).

The various techniques used to determine the soil water tension (also referred to as matric potential) were reviewed by Hillel (1974), Slavik (1974) and Schmutge *et al.* (1980). Among the methods mentioned, resistance blocks and tensiometers are generally described as being simple to use, practical and popular. Methods based on electrical capacitance, dielectric constant (Topp *et al.*, 1980), thermal conductivity as well as techniques involving radioisotopes are much more expensive. Gravimetric sampling (Hillel, 1974) is commonly used to calibrate the other

methods (Gairon & Hadas, 1973) but it is cumbersome and causes soil disturbances if too many samples are taken.

Resistance blocks have been described by a number of authors (Bouyoucos, 1949; Hillel, 1974; Slavik, 1974). They measure the electrical conductivity (or resistivity) of the soil, which is corrected for temperature and transformed into soil water content or tension (accuracy  $\pm 5$  to 10%, according to Slavik, 1974). Equilibrium of resistance blocks takes several hours. Blocks made of inert materials such as fiberglass are used for their sensitivity and stability. However, they are sensitive to small variations in the salinity of the soil solution (Hillel, 1974; Slavik, 1974) and react differently during soil drying and wetting (hysteresis). Gypsum blocks are insensitive to salts (Baver, 1961) and have a less pronounced hysteresis effect than fiberglass ones (Bourget *et al.*, 1958). However, gypsum is soluble and subject to corrosion after several months in the soil (Hillel, 1974; Slavik, 1974).

Tensiometers consist of a porous cup (generally made of ceramic) which transmits the soil water tension to a manometer by a water-filled tube with an accuracy of 0.001 bar (Slavik, 1974). Equilibrium is reached within a few minutes or hours (Rouse & Wilson, 1972; Slavik, 1974). The tension directly registered can be slightly less than the real tension of the surrounding soil. This is due mainly to the water remaining around the capsule and to the fact that the tube can provide a path of least resistance to infiltrating water (Slavik, 1974). The tensiometers require constant maintenance in order to remove air bubbles from the water column. The severity of this problem increases with soil water tension and limits the measuring range of tensiometers. Soil water content is obtained from a calibration curve.

Fiberglass resistance blocks, gypsum resistance blocks and tensiometers have been compared in the laboratory (Bourget *et al.*, 1958) but field studies (Johnson, 1962) are rarely available. Laboratory comparisons are usually conducted on homogeneous soil samples submitted to a controlled water regime. Even if homogeneous conditions are better suited for focusing on the real performance of the sensors, extrapolating of laboratory results to extreme field conditions is questionable. At the Luceville forest tree nursery, an experiment was conducted in order to improve

irrigation planning by means of soil water measurements (Prévost *et al.*, 1989). The three types of sensors were used under different water regimes. All sensors showed erratic behaviour in the upper layer of sandy nursery soils, which prompted a more detailed comparison of these probes under this environment.

### Material and method

The experiment took place at the Luceville (48°31'N, 68°22'W) forest tree nursery situated 320 km north-east of Québec City and 3 km south of the St. Lawrence river. The data were collected from three sandy loam seedbeds, derived from beach deposits, in which 1 + 0 conifer seedlings were growing. Salt concentrations in this soil were negligible.

Seedbeds A and B contained white spruce [*Picea glauca* (Moench) Voss] and European larch (*Larix decidua* Mill.), respectively, and were subjected to the standard irrigation regime of the nursery. Seedlings of white spruce were grown in a section of seedbed C where the soil was irrigated shortly after the tension monitored with tensiometers had reached 0.6 bar. Jack pine seedlings (*Pinus banksiana* Lamb.) received only natural precipitation.

Soil water tension was simultaneously obtained with two or three types of probes set at 3, 5 and 10 cm depth in eight sampling stations. At the time of extraction, the probes were still at the same level in the soil ( $\pm 1$  cm), except those located at 10 cm where differences were  $\pm 2$  cm. Soil compaction, erosion or slight disturbances while purging the tensiometers might all have contributed to these differences. In total, eight tensiometers connected with a "Bourdon" manometer (Soil Moisture, model 2710), six fiberglass blocks (Soil Test, MC-310A) and six gypsum blocks without resin layers (Delmhorst reader, model KS) were used. The readings were taken at intervals of one to five days from May 14 to August 14, 1975. Undisturbed soil samples were used to establish laboratory calibration curves in the desorption mode, with a pressure plate apparatus. Gravimetric samples for field calibration were taken regularly. Because tensiometers are known to be valid up to about 0.85 bar, the data were separated into low ( $\leq 0.85$  bar) and high ( $> 0.85$  bar) values of soil water tension according to resistance blocks measurements.

The two groups of data were tested for homogeneity of variances and subjected to paired *t*-tests, within each irrigation regime.

**Results and Discussion**

The tensions obtained by the different types of sensors were compared to results from gravimetric samplings (Fig. 1). On five occasions the blocks did not have any response while gravimetric tensions were 1.2 bars or more. However, the scatter of points is consistent with that found by Rouse & Wilson (1972) and shows the variable

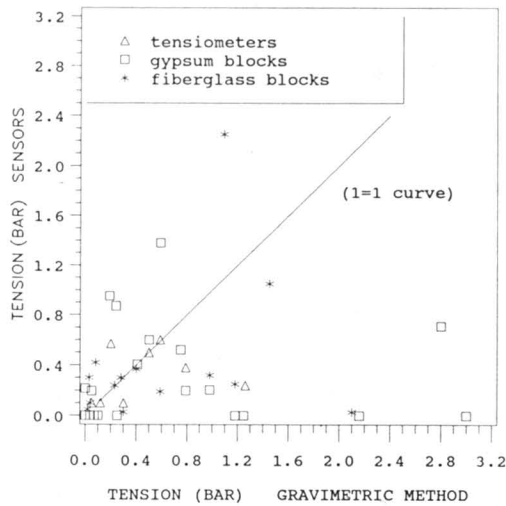


Figure 1. Comparison of the tensions measured with sensors and with the gravimetric method.

behaviour of the probes. This variation may also be partially explained by a hysteresis effect, by the different response times of each instrument and by the spatial variability of soil water tension itself. In this study, the tensiometers had a relatively good performance up to 0.6 bar. Thus the tensiometers operational limit was slightly lower than the 0.85 bar limit reported by Richards (1949), Gairon & Hadas (1973), Hadas (1973) and Hillel (1974), or the 0.7 bar limit observed by Armson & Sadreika (1976) for practical work in a forest tree nursery.

Comparison for tensions below 0.85 bar indicates that in their operational range tensiometers gave results equivalent to gypsum blocks (Table I,  $p = 0.0572$  and  $0.2509$ ), even if these latter occasionally failed to register tensions below 0.3

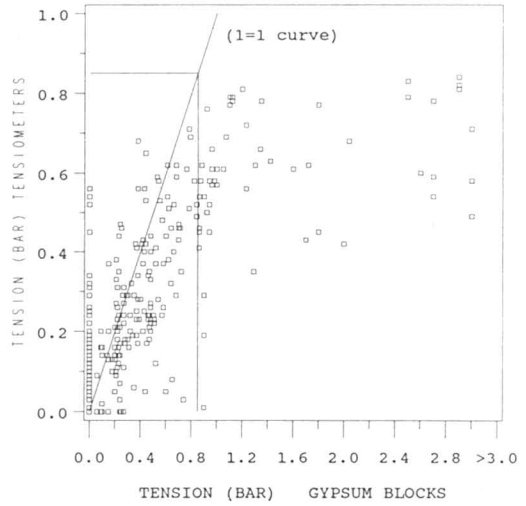


Figure 2. Comparison of tensions measured with gypsum resistance blocks and with tensiometers. The 0.85 bar line indicates the theoretical operational limit of tensiometers.

bar (Fig. 2). Up to 0.6 bar, the data show a relatively good agreement between these two types of sensors, but beyond this value tensiometers underestimate the tension from gypsum blocks by more than 0.1 bar. When tension increased above 0.85 bar (Fig. 2) as measured by gypsum blocks, tensiometers seemed to give erratic values due to air entry through the porous cup. Under these conditions, apparently good measurements below the 0.85 bar theoretical limit of tensiometers can be unrepresentative of reality. Thus, repeated measurements (both in time and space) should be necessary with tensiometers to monitor soil water depletion and compare individual instruments response.

Similarly, the relation between tensiometers and fiberglass blocks measurements indicates a fairly good agreement up to 0.7 bar (Fig. 3). As a whole, for the 0 to 0.85 bar range, the fiberglass blocks yielded larger tensions than tensiometers for the standard ( $p = 0.0001$ ) and natural ( $p = 0.0017$ ) irrigation regimes. Under controlled irrigation, tensiometers gave higher tensions ( $p = 0.0001$ ) possibly due to the longer response time of resistance blocks.

The gypsum blocks showed a lack of sensitivity at low tensions as reflected by the large number of zero tensions (Fig. 2 and 4). These results agree with those of Bourget *et al.* (1958) and Gardner (1965) who observed that gypsum blocks

TABLE I

Comparisons between soil water tension values measured by resistance blocks and tensiometers, within low ( $\leq 0.85$  bar) and high ( $> 0.85$  bar) values of soil water tension (as indicated by resistance blocks)

Irrigation* regime	Number of pairs	Mean soil water tension (bar)			$R^2$	$p^{**}$
		Fiberglass blocks	Gypsum blocks	Tensiometers		
Tension below or equal to 0.85 bar						
Standard	104	0.29 (0.18)***	0.21 (0.21)	—	0.38	0.0001
	108	0.29 (0.18)	—	0.18 (0.15)	0.48	0.0001
	171	—	0.19 (0.21)	0.18 (0.15)	0.46	0.2509
Controlled	48	0.29 (0.17)	0.21 (0.26)	—	0.53	0.0051
	51	0.29 (0.17)	—	0.40 (0.18)	0.44	0.0001
	99	—	0.23 (0.26)	0.20 (0.18)	0.53	0.0572
Natural	84	0.24 (0.18)	—	0.20 (0.12)	0.50	0.0017
Tension above 0.85 bar						
Standard	21	1.70 (0.81)	1.08 (0.81)	—	0.17	0.0017
Controlled	11	1.47 (1.05)	0.65 (0.67)	—	0.94	0.0916

\* Standard = standard irrigation of the nursery. Controlled = tension maintained below 0.6 bar according to tensiometers measurements. Natural = submitted only to natural precipitation.

\*\*  $p$  values from paired  $t$ -tests.

\*\*\* Standard deviation in parentheses.

were less sensitive than fiberglass ones at high moisture contents. Whatever the irrigation regime applied in this study, fiberglass blocks gave results significantly higher than those from gypsum blocks ( $p = 0.0001$  and  $0.0051$ ), for tensions below 0.85 bar. However, the data show a

high degree of variability between the two sensors, which is reflected in the low amount of explained variation ( $R^2 = 0.38$  and  $0.53$ ) from a linear model.

The results of this study show that the tensiometers can be used for all cultural practices where

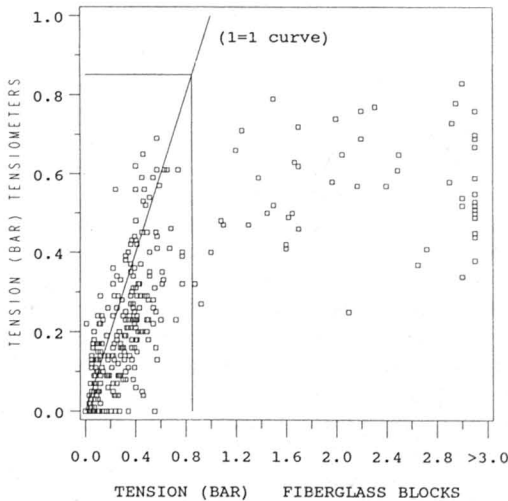


Figure 3. Comparison of tensions measured with tensiometers and with fiberglass resistance blocks. The 0.85 bar line indicates the theoretical operational limit of tensiometers.

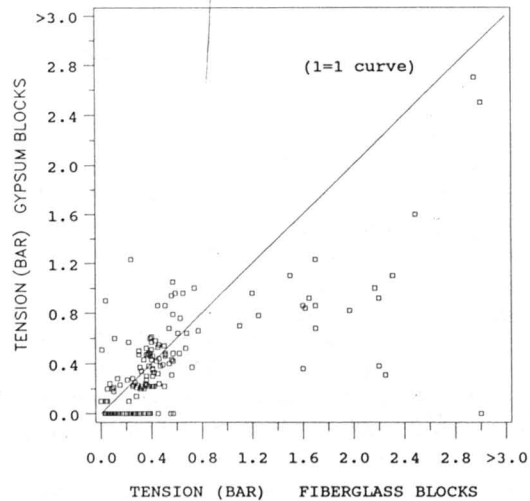


Figure 4. Comparison of tensions measured with the two types of resistance blocks.



the soil is maintained at a low water tension. Their measuring limits encompass a range representing 90% of the water available in a coarse sand (Richards, 1949). Being relatively simple to make, easy to use, precise and inexpensive, the tensiometers would be recommended to determine when irrigation is needed in sandy nursery soils.

Above 0.85 bar, results indicate that the gypsum units gave lower soil tensions as compared to fiberglass ones ( $p = 0.0017$ ) under standard irrigation conditions (Table I and Fig. 4). Under controlled irrigation, there were no significant differences between the two types of blocks ( $p = 0.0916$ ). The fiberglass blocks, in addition to being operational at low tensions, registered tensions up to 10 bars in this study. The gypsum units, on the other hand, were often insensitive above 3 bars. It appeared that the long response time of the gypsum blocks caused an underestimation of the tension when the soil was submitted to frequent wetting and drying cycles. This is inconsistent with the conclusions of Bourget *et al.* (1958), who indicated their preference for the gypsum blocks because of their sensitivity. These authors also emphasized limited hysteresis effect and uniform manufacturing, which reduces the need for repeated calibration. In the upper sandy soil layer submitted only to natural precipitation, the fiberglass blocks were operational under a wide range of tensions.

### Conclusion

This comparative study of soil water tension measurements indicates that the relationships between tensiometers, fiberglass resistance blocks, and gypsum resistance blocks were generally similar for three irrigation regimes in a sandy nursery soil. The scatter of the points shows the variable behaviour of the probes and is consistent with that found in the literature. The best range of the tensiometers was from 0 to 0.6 bar, while the gypsum resistance blocks measured tensions between 0.3 and 3 bars. Above about 1 bar, these blocks underestimated the tension as measured by fiberglass blocks. These units appeared more reliable than the gypsum ones, covering all tensions from 0 to 10 bars.

The measuring range of the tensiometers observed in this study indicates that they should be used when the soil conditions must be main-

tained under low water tension. However, the practical operational limit of tensiometers was slightly lower than the 0.85 bar reported in the literature. Results also indicate that repeated measurements would be necessary to assess the validity of tensiometers readings. Fiberglass blocks have the advantage of covering most of the range of soil tensions encountered under our climatic conditions and are recommended when higher tensions are expected.

### Acknowledgements

The authors wish to thank the National Science and Engineering Research Council of Canada and the ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec for their financial support. We also acknowledge Dr Hank Margolis and three anonymous reviewers for their helpful comments.

### References

- ARMSON, K. A. & J. SADREIKA, 1976. Forest tree nursery soil management and related practices. — Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto. 177 p.
- BAVER, L. D., 1961. Soil water. — Pages 224-303 in *Soil Physics*. John Wiley & Sons, New-York, London, 498 p.
- BOURGET, I. J., D. E. ELDRICK & C. B. TANNER, 1958. Electrical resistance units for moisture measurements: their moisture hysteresis, uniformity and sensitivity. — *Soil Sci.*, 86: 293-304.
- BOUYOUCOS, G. J., 1949. Nylon electrical resistance unit for continuous measurements of soil moisture in the field. — *Soil Sci.*, 67: 319-330.
- GAIRON, S. & A. HADAS, 1973. Measurements of the water status in soils. — Pages 215-226 in B. Yaron, E. Danfors & Y. Vaadia (ed.). *Arid zone irrigation*. Berlin, Ecol. Stud. no. 5, 434 p.
- GARDNER, W. R., 1965. Dynamic aspects of soil-water availability to plants. — *A. Rev. Pl. Physiol.*, 16: 323-342.
- HADAS, A., 1973. Water retention and flow in soils. — Pages 89-109 in B. Yaron, E. Danfors & Y. Vaadia (ed.). *Arid zone irrigation*. Berlin, Ecol. Stud. no. 5, 434 p.
- HILLEL, D., 1974. L'état de l'eau du sol. — Pages 55-85 in Vander (ed.). *L'eau et le sol, principes et processus physiques*. The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israël, 288 p.
- IDSO, S. B., R. D. JACKSON & R. J. REGINATO, 1975. Detection of soil moisture by remote surveillance. — *Am. Scient.*, 63: 549-557.

- JOHNSON, A. I., 1962. Methods of measuring soil moisture in the field. — U.S. Dep. Inter., Geol. Survey Wat. Supply Pap., no. 1619-U.
- McDONALD, S. E. & S. W. RUNNING, 1979. Monitoring irrigation in western forest tree nurseries. — U.S. Dep. Agric., Forest Serv. Gen. Tech. Rep., no. RM-61, 8 p.
- PRÉVOST, M., J. STEIN & A. P. PLAMONDON, 1989. Water balance and irrigation planning in a forest tree nursery. — Can. J. Forest Res., 19: 575-579.
- RICHARDS, L. A., 1949. Methods of measuring soil moisture tension. — Soil Sci., 68: 95-112.
- RICHARDS, L. A. & A. W. MARSH, 1961. Irrigation based on soil suction measurements. — Proc. Soil Sci. Soc. Am., 25: 65-69.
- ROUSE, W. R. & R. G. WILSON, 1972. A test of the potential accuracy of the water-budget approach to estimating evapotranspiration. — Agric. Met., 9: 421-446.
- SCHMUGGE, T. J., T. J. JACKSON & H. L. McKIM, 1980. Survey of methods for soil moisture determination. — Wat. Resour. Res., 16: 961-979.
- SLAVIK, B., 1974. Methods of studying plant water relations. — Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, Ecol. Stud. no. 9, 449 p.
- TOPP, G. C., J. L. DAVIS & A. P. ANNAN, 1980. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. — Wat. Resour. Res., 16: 574-582.

## **Bowhead whales in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin: A review**

Randall R. REEVES

*Department of Geography, McGill University  
Montréal (Québec) H3A 2K6*

Edward MITCHELL

*Arctic Biological Station  
555, St. Pierre Boulevard  
Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 3R4*

### **Résumé**

Des observations de baleines boréales (*Balaena mysticetus*) ont été signalées au cours des vingt dernières années dans leur aire historique de répartition de la baie et du détroit d'Hudson et de Foxe Basin. Le nord-ouest de la baie d'Hudson, incluant le détroit Roes Welcome et la baie Repulse, et le nord de Foxe Basin sont d'importantes aires estivales d'alimentation. Quelques baleines boréales migrent vers l'est par le détroit d'Hudson pour hiverner dans la mer du Labrador près de l'embouchure du détroit d'Hudson, alors que d'autres hivernent apparemment dans la baie et le détroit d'Hudson. Les Inuit exerçaient sur la baleine boréale une chasse de subsistance bien avant le début de la chasse commerciale. Les prises commerciales par les baleiniers américains et britanniques entre 1860 et 1915 suggèrent qu'en 1859, la population de la baie d'Hudson comptait approximativement 575 baleines. L'exploitation commerciale a pris fin en 1915, mais les baleines boréales n'ont pas été protégées légalement avant 1935, et certaines ont été prises jusque durant les années 1970. Aucune donnée n'indique que la population de baleines boréales se soit redressée depuis la fin de la chasse commerciale. Deux hypothèses quant à l'identité et la discontinuité des populations sont envisagées, mais les informations disponibles sont insuffisantes pour confirmer l'une ou l'autre de ces hypothèses. Une approche conservatrice pour l'aménagement, s'appuyant sur les aires estivales d'alimentation, consiste à considérer qu'il y a deux populations distinctes de baleines boréales dans la région.

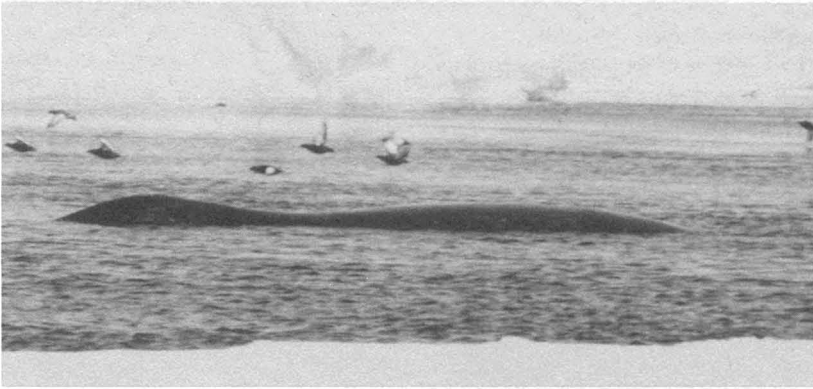
### **Abstract**

Bowhead whales (*Balaena mysticetus*) have been observed and reported during the past 20 years in their historic range throughout much of Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin. Northwestern Hudson Bay, including Roes Welcome Sound and Repulse Bay, and northern Foxe Basin are important summer feeding grounds. Some bowheads may move eastward through Hudson Strait to overwinter in the Labrador Sea near the mouth of Hudson Strait, but others apparently overwinter in Hudson Bay and Hudson Strait. Inuit hunted bowheads for subsistence long before commercial whaling began. The catch by American and British commercial whalers during 1860-1915 suggests a Hudson Bay population in 1859 of approximately 575 whales. Commercial whaling ended in 1915 but bowheads had no legal protection until 1935, and some killing continued into at least the 1970s. There is no evidence that bowheads have recovered appreciably since commercial whaling ended. Two hypotheses of stock discreteness and identity are evaluated, but the data available at present are insufficient to confirm either hypothesis. A conservative approach for management is to recognize separate stocks based on summer feeding distributions.

### Introduction

The bowhead or Greenland right whale (*Balaena mysticetus*) (Fig. 1) is a large mysticete

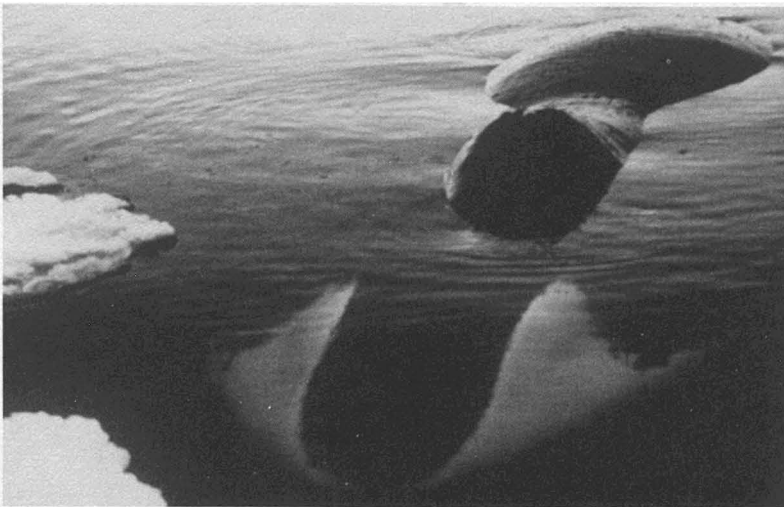
with a circumpolar distribution in the northern hemisphere. It is one of three cetaceans, along with the beluga (*Delphinapterus leucas*) and the narwhal (*Monodon monoceros*), adapted to live



**A**



**B**



**C**

Figure 1. Views of bowheads showing aspects of their morphology and some environmental features. – A, surfacing at the Lancaster Sound floe edge, near Cape Crauford, late June 1987. – B, same whale's head, showing the strongly arched mouthline. – C, at the Pond Inlet floe edge, late July 1982. White areas underwater provide an outline of the front portion of the lower jaw. Photographs: Jack Orr (A and B), Rob Walker (C).

year-round in the Arctic. Bowheads were hunted by subsistence and commercial whalers for centuries because of their catchability and the great quantity of meat, blubber, and baleen ("whale-bone") obtained from a single individual. At least four stocks are recognized. The Bering Sea stock summers principally in the eastern Beaufort Sea and Amundsen Gulf and is hunted by the Yu'pik and Inupiat of northern Alaska. It comprises the largest surviving population, estimated as approximately 7800 whales (Zeh & Raftery, 1989). The Spitsbergen stock, centered in the Greenland and Barents seas, and the Okhotsk Sea stock are at very low levels of abundance relative to historic levels (Reeves, 1980; McQuaid, 1986; Berzin *et al.*, 1986). The Davis Strait stock (*sensu* Mitchell, 1977; International Whaling Commission, 1978), centered in Davis Strait, Baffin Bay, and the eastern Canadian High Arctic, once numbered at least 11 000 (Mitchell & Reeves, 1981) but now may consist of only a few hundred whales (Davis & Koski, 1980; Finley, 1990). Bowheads in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin may be part of the Davis Strait stock or may comprise a separate stock. This brief review of the putative Hudson Bay stock was undertaken for the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), which partly explains the format used in this review. The bowhead is classified by COSEWIC as an *endangered* species (Campbell, 1990), although it is recognized that, as with belugas, a separate status might be assigned to different stocks.

## Distribution

### HUDSON BAY

The summer distribution of bowheads in Hudson Bay is partially known from the nineteenth-century commercial whaling that was centered in a 59,570 km<sup>2</sup> area extending 563 km northeastward from Marble Island through Roes Welcome Sound to Lyon Inlet, including Bay of Gods Mercy and a part of Fisher Strait as well as Repulse and Gore bays (Ross, 1974, 1975, 1984) (Fig. 2 and 3). Bowheads were abundant there at least during mid-May to mid-September.

Hearne (1795) reported the killing of three bowheads near Churchill over the course of 20 years. Hudson's Bay Company (H.B.C.) post journals for Churchill and York covering more

than two centuries (series B.42/a/1-212 and B.239/a/3-196, respectively, in the H.B.C. Archives, Winnipeg) refer to only four bowhead kills, all in the Churchill estuary (13 June 1768, 16 June 1772, 5 August 1773, 10 July 1813 - H.B.C. Archives, B.42/a/70, 83, 86; B.42/a/138, 140). Ross (1974) described bowheads as present but not abundant on the west side of Hudson Bay south of Marble Island and Rankin Inlet. This view is supported by the results of our own search for historical records (Reeves *et al.*, 1983) and the few recent observations reported by Watts (1988). Low (1899) and Ross (1974) concluded that bowheads were absent from the east side of Hudson Bay. However, a few records indicate that bowheads use the east side of the bay (McLaren & Davis, 1982; Reeves *et al.*, 1983; Reeves & Mitchell, 1987a; Table I, Fig. 3), and these suggest a distribution principally near the northern offshore islands (Mansel and the Ottawas) rather than close to the mainland coast.

### FOX E BASIN

Parry (1824) and Lyon (1824) observed bowheads in northwestern Foxe Basin, but neither commercial whalers nor the Hudson's Bay Company were active in this region during the nineteenth and early twentieth centuries, so no additional records are available from these sources. Visitors since 1960 have reported sightings and kills in the northern half of the basin (*e.g.*, Brody, 1976; Mitchell & Reeves, 1982; Georgia, 1982; Reeves *et al.*, 1983; Orr *et al.*, 1986) (Table I, Fig. 3). Brody (1976) suggested that bowheads were once common in northern Foxe Basin, judging by the number of bones found in archaeological sites.

### HUDSON STRAIT AND UNGAVA BAY

Bowheads move at least seasonally into or through Hudson Strait, apparently migrating eastward in autumn and westward in spring. Such a migration could explain the lack of more records in Hudson Strait (Ross, 1974), as commercial whalers' itineraries put them out-of-phase with the whales: incoming voyages were in July and August, outgoing voyages in August and September (Ross, 1975).

The westward spring migration would have occurred largely in advance of the arriving wha-

lers (Wakeham, 1898; Low, 1906). The American whaling station on the north side of Hudson Strait deployed three whaleboats and crews along the coast from May to July (Gordon, 1887). Low (1906) reported that bowheads were taken near Big Island in April and May, and at the western end of the strait in late May. A large bowhead was

seen at Port Laperiere on 7 May 1886 (Gordon, 1887). Bowheads have been observed in northern and northwestern Hudson Bay by the first half of May (Reeves *et al.*, 1983), and overwintering whalers normally began whaling there well before the end of May (Comer, 1906; Ferguson, 1938; Ross, 1974, 1984; H.B.C. Archives, C.1/617;

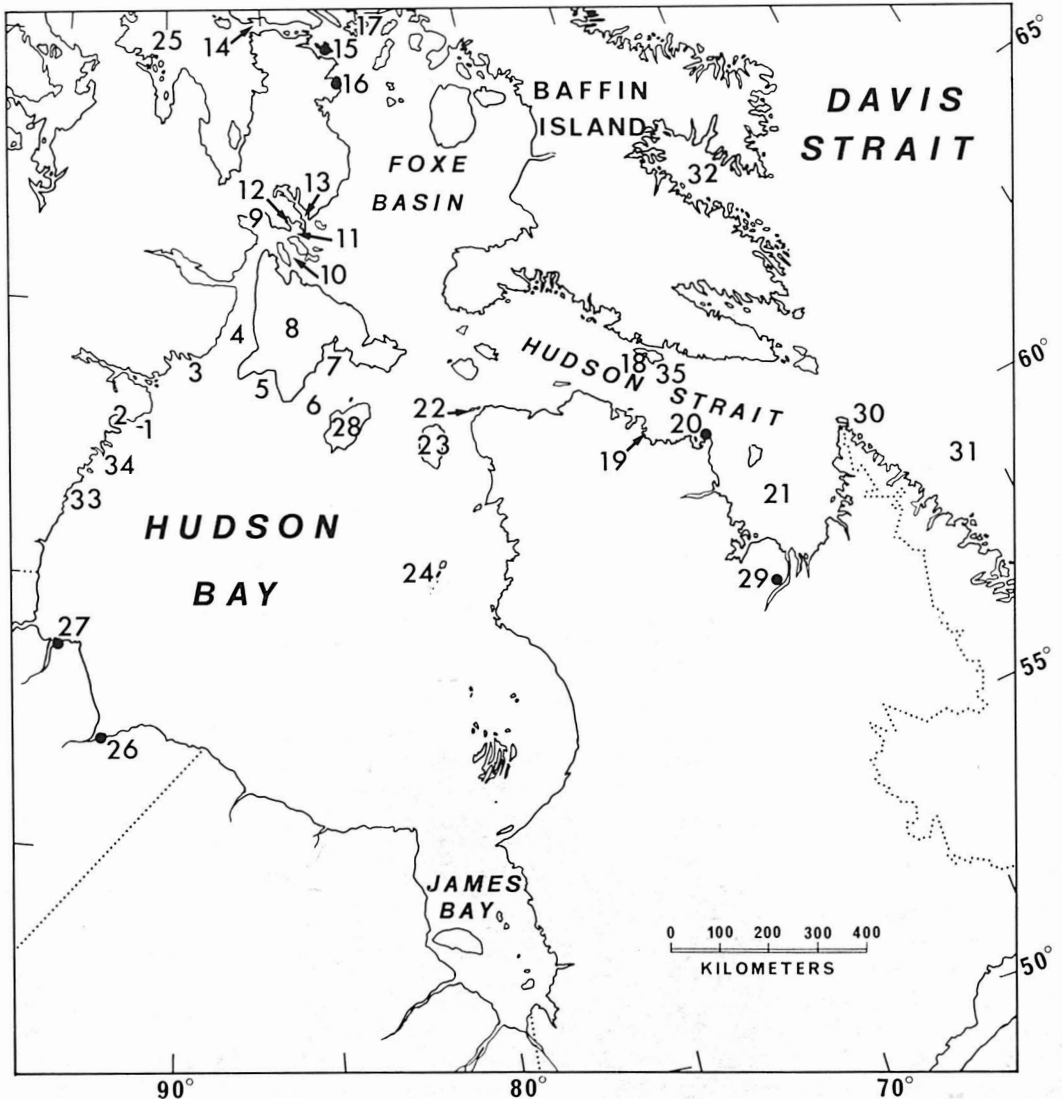


Figure 2. Map of Hudson Strait, Hudson Bay and Foxe Basin showing places mentioned in text: 1. Marble Island; 2. Rankin Inlet; 3. Cape Fullerton; 4. Roes Welcome Sound; 5. Bay of Gods Mercy; 6. Fisher Strait; 7. South Bay; 8. Southampton Island; 9. Repulse Bay; 10. Frozen Strait; 11. Hurd Channel; 12. Gore Bay; 13. Lyon Inlet; 14. Fury and Hecla Strait; 15. Igloolik; 16. Hall Beach; 17. Jens Munk Island; 18. North Bluff; 19. Joy Bay; 20. Cape Hopes Advance; 21. Ungava Bay; 22. Port Laperiere; 23. Mansel Island; 24. Ottawa Islands; 25. Gulf of Boothia; 26. York; 27. Churchill; 28. Coats Island; 29. Fort Chimo (Kuujjuaq); 30. Button Islands; 31. Labrador Sea; 32. Cumberland Sound; 33. Knapps Bay; 34. Whale Cove; 35. Big Island.

Anonymous, 1878- 79). Some bowheads are in Hudson Strait as late as the second half of June, as demonstrated by the observation of a large individual in Joy Bay, 24 June 1986 (Table I).

In autumn, migrating bowheads probably would have left Hudson Bay eastward via Hudson Strait well after the whalers either had occupied their winter quarters at Marble Island, Cape

Fullerton, or Repulse Bay in September (Ross, 1975), or had cleared Hudson Strait for home or for Cumberland Sound. Several sightings were reported by H.B.C. employees near Coats Island in late September and early October (Reeves *et al.*, 1983). During a systematic watch for marine mammals at Cape Hopes Advance on the south shore of the strait, bowheads were seen moving

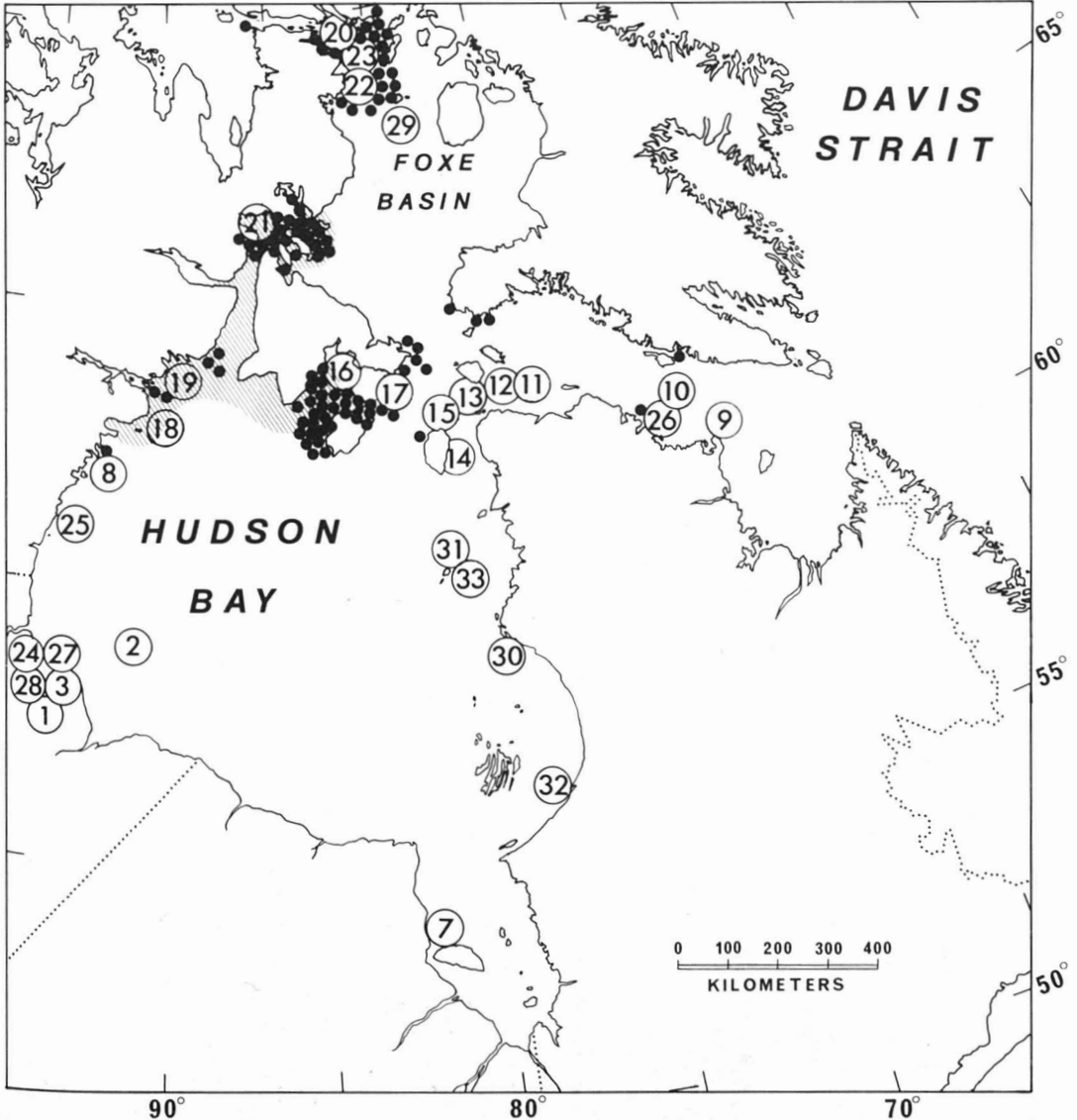


Figure 3. Map of Hudson Strait, Hudson Bay, and FoXe Basin showing bowhead distribution. Hatched area represents the whaling grounds of nineteenth- and early twentieth-century commercial whalers (from Ross 1975: 39, map 5). Numbered circles represent positions of observations listed in Table I; unnumbered black dots are post-1915 records from Mitchell & Reeves (1982) and Reeves *et al.* (1983).

TABLE I  
Records of bowheads in the Hudson Bay stock area<sup>1</sup>

No. <sup>2</sup>	Location	Date	No. whales	Details	Source
1	Near Old Fort, mouth of Churchill River	14 July 1911	1	Natives reported seeing "a sperm whale"	H.B.C. Archives, B.42/a/200. fo.97
2	100 mi from Cape Tatnam	1915	1	Sighted	Comeau, 1915
3	Churchill River	1st half Aug. 1945	1	Reported as a "sperm whale"; sighted	<i>Echo</i> , Star City, Sask., 16 Aug 1945
7	1 mi from Ekwan Point, NE of Attawapiskat	11 July 1978	1	Sighted with <i>ca</i> 200 belugas	Reeves <i>et al.</i> , 1983: table 4, record no. 126
8	Whale Cove	Summer 1980	1	Carcass floating	Rankin Inlet RCMP; P. Richard (pers. comm.)
9	Cape Hopes Advance	14 Oct.-4 Dec. 1980	22	Some individuals may have been seen more than once.	Finley <i>et al.</i> , 1982
10	S of Lake Harbour	22 Mar. 1981	1	Sighted	McLaren & Davis, 1982
11	63°N, 76°W	23 Mar. 1981	2	Sighted	McLaren & Davis, 1982
12	50 km W of 63°N, 76°W	23 Mar. 1981	6	Sighted	McLaren & Davis, 1982
13	NE of Mansel Island, 62°55'N, 79°W	23-24 Mar. 1981	5	Sighted	McLaren & Davis, 1982
14	E of Mansel Island	24 Mar. 1981	2	Sighted	McLaren & Davis, 1982
15	62°50'N, 79°30'W	26 Mar. 1981	11	Sighted	McLaren & Davis, 1982
16	South Bay, Southampton Island	July 1981	12	Sighted	Local residents reported to Grant Pryznick, fisheries officer, Keewatin Region; P. Richard (pers. comm.)
17	S of Bell Pen., Southampton Island	13 Aug. 1981	1	Sighted	Jim Smith, pilot, Keewatin Air; P. Richard (pers. comm.)
18	Baker Foreland	14 Aug. 1981	1	Sighted	Northwest Territories wildlife officer; P. Richard (pers. comm.)
19	Daly Bay	Aug. 1981	2	Sighted	Local residents reported to Peter Ernerk, regional superintendent, NWT Renewable Resources; P. Richard (pers. comm.)
20	Igloolik	Aug. 1981	7	Sighted	Local residents reported to Glen Williams; also seen by Don Vincent, NWT wildlife officer; P. Richard (pers. comm.)



TABLE 1 (continued)

No. <sup>2</sup>	Location	Date	No. whales	Details	Source
21	Repulse Bay	Fall 1981	1	5-ft long, partially burned, badly decomposed skull found	Grant Pryznick, fisheries officer, Keewatin Region; P. Richard (pers. comm.)
22	Hall Beach	Nov. 1981	2	Sighted	Kim Penley, Dept Public Works, during flight to Resolute; P. Richard (pers. comm.)
23	N Foxe Basin, 69°36-39'N, 81°39-45'W	20 Aug. 1983	15	Separate sightings of 1, 2, 3, 4 and 5 animals	Orr <i>et al.</i> , 1986
24	Mouth of Churchill River	17 Aug. 1984	1	Sighted in water ca 8m deep, closely accompanied by 6 belugas	Watts, 1988
25	Near Eskimo Point	Summer 1985	2	Described as "large dark whales... most like bowheads"	Watts, 1988
26	<100m off Tuttle Point	24 June 1986	1	Large; the bay still lined with fast ice; loose, sometimes heavy pack ice offshore; whale in a lead; large amounts of "krill" seen in water for several days, but whale not obviously feeding	D. J. St. Aubin, pers. comm., 15 Aug. 1986
27	Mouth of Churchill River	2nd week Aug. 1986	1	Identification not confirmed	Watts, 1988
28	Button Bay, Churchill estuary	28 July 1988	1	Sighted	Allan Johnson, <i>vide</i> P. Richard, pers. comm., 15 Sep. 1988
29	Foxe Basin, 67° 48-58'N, 79°12-51'W	20 Aug. 1988	2	One "young"; one large	Dave Barber, <i>vide</i> P. Richard, pers. comm., 26 Sep. 1988
30	Near Port Harrison	19 Oct. 1931	1	Shot repeatedly by Inuit	Reeves & Mitchell 1987a: 41
31	Ottawa Islands	Summer 1910	1	Carcass found on a small island	Flaherty, 1918:455
32	6 mi S of Little Whale River	24 Aug. 1967	1	Sighted	Reeves <i>et al.</i> , 1983: table 3, record no. 158
33	30 km E of center of Ottawa Islands	18 Aug. 1971	1(+?)	Blows sighted	Manning, 1976: 33

<sup>1</sup> Published records are listed only if they are from well outside the known range of the stock, or when the source was overlooked in our previous compilations. For additional records, see Mitchell & Reeves (1982) and Reeves *et al.* (1983).

<sup>2</sup> The location numbers correspond to those shown on Figure 3.

predominantly eastward from 17 October to 23 November 1980, and one was seen as late as 4 December (Finley *et al.*, 1982).

Ungava Bay seems not to have been an important area for bowheads at any season. However, baleen was traded occasionally from Inuit at the H.B.C. post at Fort Chimo (Kuujuuaq) (Reeves & Mitchell, 1987b), and at least two sites in Ungava Bay have Inuktitut names referring to the occurrence of bowheads: Arvalik Island (58°36'N, 66°40'W) and Arviviniq Bay (69°29'55"N, 64°45'50"W) (Müller-Wille & Weber, 1983).

#### OVERWINTERING IN HUDSON BAY AND HUDSON STRAIT

There is some historical evidence of overwintering by bowheads in Hudson Bay and Hudson Strait. Commercial whalers overwintered mainly at Marble Island, Cape Fullerton, and Repulse Bay (Ross, 1975) and to some extent at Spicer's Harbour on the north-central coast of Hudson Strait (Eber, 1989). While overwintering, they could have observed and reported sightings. A bowhead was seen at Winter Island, just outside Lyon Inlet, in early December 1821 (Lyon, 1824). Ross (1974) reported sightings in Repulse Bay in early December and near Marble Island in late December, early January, and the second half of March.

Low (1906) stated that some bowheads were present in mid-winter near Mansel Island and the Ottawa Islands. Recent observations in central and western Hudson Strait and around Mansel Island during late March (McLaren & Davis, 1982; Table I) indicate that bowheads still use these areas at least in late winter.

#### Stock identity

The existence of a Hudson Bay stock, as distinct from a Davis Strait stock, was implied by Ross (1974) and recognized by Mitchell (1977) (International Whaling Commission, 1978). There is no physical barrier, such as a major land mass or extensive continuous ice cover, that would mandate such separation. However, Hudson Strait appears to represent a major hiatus in the bowhead's summer distribution along eastern Canada, and the heavy ice conditions in Fury and Hecla Strait and the Gulf of Boothia may impede regular movements south from Prince

Regent Inlet or north from Foxe Basin. No direct evidence is available for evaluating stock discreteness (Reeves *et al.*, 1983). We discuss two alternate hypotheses for the stock relations of bowheads in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin.

#### HYPOTHESIS 1: A SINGLE EASTERN CANADIAN ARCTIC STOCK

C. B. Chapel, an American whaler (quoted in Ross, 1974, p. 90), speculated that "the Lancaster Sound Whales pass down Gulf Boothia through Hecla & Fury Straits & so down to a Southern latitude as the season advances." Gray (1888) and Southwell (1898) shared Chapel's view that at least some bowheads entered Hudson Bay from the north. They both believed that some bowheads circumnavigated Baffin Island, counterclockwise, each year, moving westward through Lancaster Sound and southward through Prince Regent Inlet and the Gulf of Boothia, passing southeastward through Fury and Hecla Strait and eastward through Hudson Strait in the autumn. Gray stated that only young whales followed this migratory schedule, while Southwell proposed that only females and young whales did so. The idea of a segregated migration circumnavigating Baffin Island fails to account for: (1) a possible northwestward spring migration through Hudson Strait, as mentioned above; (2) the presence of whales of various sizes (ages) and both sexes in Hudson Bay in May and June (Table II); (3) the apparent northward movement of whales through Roes Welcome Sound from June through August, as judged by their local availability to whalers (Ross, 1974); (4) the fact that some bowheads overwinter in Hudson Bay and Hudson Strait (see above); (5) the severe ice conditions in the Gulf of Boothia and Fury and Hecla Strait that often persist until late summer or fall (Manning, 1943; Smith & Rigby, 1981); and (6) the absence of confirmed records of bowheads actually migrating through Fury and Hecla Strait.

Most American whalers believed that at least some of the whales encountered in summer in northern Hudson Bay migrated seasonally into and out of the bay through Hudson Strait (Ross, 1974). Leaving open the question of movement through Fury and Hecla Strait, it is possible that whales from Baffin Bay and Hudson Bay have a common wintering area in Davis Strait and off the mouth of Hudson Strait, generally the

"Southwest Fishing" ground of the British whalers (Reeves *et al.*, 1983). Mixing in winter and spring (the breeding season) would support the single-stock hypothesis. However, if discrete aggregations form in summer, it may be appropriate to consider such aggregations as different management units.

The Scientific Committee of the International Whaling Commission (IWC) recognizes different summer feeding aggregations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the North Atlantic as management units, even though they share common wintering (breeding) grounds (International Whaling Commission, 1984, 1985; Balcomb, 1984). An extensive photographic catalogue of recognized individuals, with many

documented resightings to substantiate movement patterns (Katona *et al.*, 1980), provides the basis for this model of humpback population structure. In its management of beluga hunting, the Canadian Department of Fisheries and Oceans treats different summer aggregations of whales as management units. Since the beluga is sympatric with and ecologically related to the bowhead, it may be an equally or more relevant analogue than the humpback.

The bowhead population in eastern Canada may be structured such that animals disperse in spring and follow different routes from a common wintering (and breeding) area to different summer feeding grounds, thus forming distinct summer feeding aggregations in, for example, northwes-

TABLE II

Data on sex and relative size of bowheads observed in western and northwestern Hudson Bay and northern Foxe Basin, from: 1, Ferguson (1938); 2, H.B.C. Archives, C.1/617; 3, Anonymous (1878-79); 4, Ross (1984); 5, H.B.C. Archives, B.42/a/83, 138, 140, B.239/a/66; 6, Lyon (1824)

Date	Details	Sex	Estimated size <sup>1</sup>	Source
16 Aug. 1878	"Small" whale taken	-	-	1
24 Aug. 1878	2900 lb baleen, 139 barrels oil	-	-	1
19 May 1867	6-8 "large" whales seen	-	-	2
27 May 1867	"Very large" whale seen	-	-	2
29 May 1879	2 seen, one of them "small"	-	-	3
7 June 1879	2 mother-calf pairs	FF/-	-	3
10 June 1879	Mother-calf pair	F/-	-	3
15-16 June 1879	Mother-calf pair	F/-	-	3
23 June 1879	Mother-calf pair	F/-	-	3
Mid-Aug. 1903	"Small"; 4'8" baleen	-	21 ft	4
20 Aug. 1903	8' baleen	-	39 ft	4
Late Aug. 1903	"Medium-sized" whale taken	-	-	4
15 July 1904	"Small"; 230 lb baleen	-	-	4
13 June 1905	9.5 ft, 1456 lb baleen	M	47 ft	4
16 June 1905	4.5 ft, 241 lb baleen	F	20 ft	4
30 July 1905	6'10", 612 lb baleen	M	33 ft	4
1 Aug. 1905	"Small"; 6'10", 524 lb baleen	F	33 ft	4
4 Aug. 1905	9', 1397 lb baleen	M	44 ft	4
	8'10" 1136 lb baleen	F	43.5 ft	
13 Aug. 1905	9'3", 1381 lb baleen	M	46 ft	4
17 Aug. 1905	6'3", 462 lb baleen	F	30 ft	4
16 June 1772	"Small"; 2'6" baleen ("little and short"); 10 hogsheads oil; accompanied by another bowhead	-	Suckling	5
10 July 1813	"Very small"; 3' baleen; 900 gals oils	-	Near weaning	5
5 Aug. 1822	9'1½" baleen	-	39-44 ft	6

<sup>1</sup>  $y = 0.783 + 0.185x$ , where  $y$  is baleen length (ft) and  $x$  is whale length (ft) (Finley & Darling, 1990). Mitchell and Reeves (unpubl. data) consider sucklings to have baleen less than 3 feet long.

tern Hudson Bay, northern Foxe Basin, Cumberland Sound, and the Lancaster Sound region. Such a construct requires migratory movements through Hudson Strait but neither requires nor precludes movements through Fury and Hecla Strait.

#### HYPOTHESIS 2: SEPARATE DAVIS STRAIT AND HUDSON BAY STOCKS

According to this hypothesis, the Davis Strait stock would winter in Davis Strait and Baffin Bay, mainly in Disko Bay and elsewhere along the west coast of Greenland (Eschricht & Reinhardt, 1866; McLaren & Davis, 1981, 1982; Born & Heide-Jørgensen, 1983). Adults and juveniles of both sexes would be found at the Lancaster Sound and Pond Inlet floe edges in spring (June-July) and in the High Arctic archipelago and off northeastern Baffin Island during the open-water season (Davis & Koski, 1980; Reeves *et al.*, 1983; Finley, 1990). Most or all of this population would migrate south in autumn along the east coast of Baffin Island (Davis & Koski, 1980) or the west coast of Greenland (Kapel, 1985).

The Hudson Bay stock would winter primarily in northern Hudson Bay and Hudson Strait and in polynyas and shore leads throughout Hudson Bay and Foxe Basin (Markham, 1981, 1988; Smith & Rigby, 1981). Some Hudson Bay whales might move in autumn or winter as far east as the mouth of Hudson Strait and into the Labrador Sea or southern Davis Strait, returning westward through Hudson Strait in spring. Labrador Inuit formerly hunted bowheads along the coast as far south as Hopedale (Arvertok), apparently mainly in autumn (November) (Taylor, 1988), and bowheads were included in the catch of Basque whalers in the Strait of Belle Isle during the sixteenth century (Cumbaa, 1986). Although these bowheads could have been migrants from Davis Strait, or even could have been part of an altogether separate population, it is possible that some or all of them were Hudson Bay whales that had migrated through Hudson Strait and south along the Labrador coast in autumn. The principal summering grounds of the Hudson Bay stock would be as described above (see under Distribution).

The two-stock hypothesis is supported by the apparent hiatus in summer distribution between the core areas off the east and north coasts of

Baffin Island (including Prince Regent Inlet, Barrow Strait, and the High Arctic Archipelago generally) and the core area represented by the former whaling grounds in northwestern Hudson Bay (Finley, 1990) and possibly northwestern Hudson Strait (Eber, 1989). If whales of both sexes and many different ages were found to be present in the Hudson Bay region, this would strengthen the argument that they comprise a separate stock. Ross (1974) summarized a few records of females and calves taken on the Hudson Bay whaling grounds, sufficient to show that such pairs were present in early June and July. We checked a sample of whaling manuscripts and other sources to evaluate the size (relative age) and sex composition of the population hunted on the Hudson Bay grounds (Table II). Using Nerini *et al.*'s (1984) analysis for a crude classification by size, these data confirm that mothers and calves (presumably sucklings) were present in western and northwestern Hudson Bay by the first half of June, and in addition, indicate that young (but presumably weaned) animals (<30ft), mid-sized whales (30-40 ft), and large adults unaccompanied by calves (including males and females > 40 ft) also visited the whaling grounds in northern Hudson Bay and Foxe Basin.

Commercial whaling in Hudson Bay did not begin until 1860, by which time it had been underway in Davis Strait for more than a century. We compared trends in effort and catch for the two fisheries to judge whether there was any reciprocity (Fig. 4). However, the overall similarity of the catch and effort trajectories in the two fisheries forced us to reject our working hypothesis: that after seriously depleting the Davis Strait stock, the whalers in 1860 redirected their effort to exploiting the separate, undepleted Hudson Bay stock.

Our conclusion is that data available at present are insufficient for evaluating the stock affinities of the bowhead population(s) in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin. A conservative approach is to recognize separate stocks based on summer distributions, as has been done for humpbacks in the North Atlantic and belugas in the Canadian Arctic. Further research on their movements and population dynamics may show bowheads to be similar to right whales (*Eubalaena* spp.), to which they are phylogenetically related. For example, the bowhead's migratory cycle may repeat at intervals of two or three years, rather than annually. Also, as we

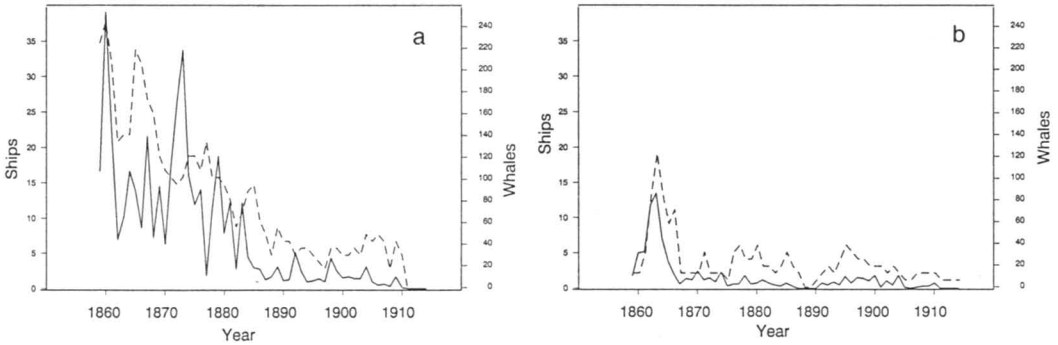


Figure 4. Bowhead catch (solid lines) and number of vessels (broken lines) for the 1860-1915 period, in the Davis Strait (a) and Hudson Bay (b) whale fisheries. Data from Ross (1979).

suggested previously (Mitchell & Reeves, 1981), there may be more than just two stocks in the Eastern Arctic.

### Population Size

#### INITIAL POPULATION

Using various conversion factors and extrapolation procedures, Ross (1974) estimated a total catch of 688 whales during 1860-1915, with 425 whales secured between 1860 and 1870. From this last figure, Mitchell (1977) made a cumulative catch estimate of 680 whales in 1859. With additional sources and different estimation procedures, Ross (1979) estimated a total catch of 572 bowheads during the 1765-1915 period, and made a revised catch estimate of only 341 whales between 1860 and 1869<sup>1</sup>. This lower catch figure results in a cumulative catch estimate of approximately 575 whales in 1859, using the same reasoning as Mitchell used in 1977.

#### CURRENT POPULATION SIZE

The current population size for bowheads in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin has not been thoroughly estimated from field data. Observing from shore, Finley *et al.* (1982) coun-

ted 14 bowheads moving east past Cape Hopes Advance, 14 October to 4 December 1980. McLaren & Davis (1982) reported sighting at least 23 different bowheads in central and western Hudson Strait and northeastern Hudson Bay, 14 to 30 March 1981. However, this latter aerial survey covered only 5.7 % of the "offshore" area and 56 % of the "flaw lead zones" in Hudson Strait and Ungava Bay, and in addition, about 4000 linear km was searched in northern Hudson Bay, including Roes Welcome Sound. Fifteen bowheads were seen 20 August 1983 in northern Foxe Basin (Orr *et al.*, 1986), and a group of 12 was reported in South Bay in July 1981 (Table I). These counts, though not sufficient for estimating population size, do demonstrate a current population of at least a few tens of bowheads in the region.

The available data from aerial photographic surveys of Hudson Bay, Foxe Basin, and Hudson Strait are unsuitable for estimating bowhead abundance because they were designed to cover concentration areas of belugas, narwhals, and walrus (*Odobenus rosmarus*) and therefore covered only a small portion of the known range of bowheads in this region. The few bowhead sightings made on these surveys cannot be used to make meaningful extrapolations (P. Richard, pers. comm.). The development of acoustic cen-

<sup>1</sup> Products traded to the Hudson's Bay Company apparently were not included in Ross's production statistics. A small but regular trade in baleen took place from the 1730s to 1790 (Ross, 1974; Luchak, 1978), and thereafter Inuit occasionally brought baleen to Churchill to trade (H.B.C. Archives, Churchill post journals, B.42/a). Moreover, some oil and baleen were consumed by local people. For example, the Inuit in Bay of Gods Mercy killed a bowhead in spring 1895, and although some of the baleen was traded eventually to the American George Comer (and thus would have been included in Ross's commercial production statistics), much of it was used by the Inuit themselves (Boas, 1907). We infer that the production statistics used by Ross to make catch estimates are incomplete, but to what degree is unclear.

susing techniques in Alaska has greatly improved the accuracy of bowhead population estimates there (Clark, 1987; Clark & Ellison, 1988; Zeh *et al.*, 1988). These techniques have been used mainly to complement visual observations, where the population is funneled through a nearshore lead during the spring migration. A similar effort to census bowheads in eastern Canada may be prohibitively expensive, and it seems unlikely at present that such surveys will be done in the eastern North American Arctic or Subarctic. However, an acoustic census could be devised for Hudson Strait, Hudson Bay, and Foxe Basin which might involve a rapid sequential series of acoustic surveys in limited areas of open water during the late winter or early spring, or a series of strategically-placed, passively-operated listening stations set to monitor whale phonations at regular intervals in Fury and Hecla Strait and Hudson Strait.

### Habitat

Bowheads are found in a variety of arctic marine habitats, including littoral shallows and deep offshore basins, areas clear of sea ice and areas with extensive ice cover (Krogman *et al.*, 1986). Their ability to break through relatively thick ice to breathe and to navigate under extensive ice fields makes bowheads well adapted to arctic life. At least some populations make annual seasonal migrations (Braham *et al.*, 1984; Reeves *et al.*, 1983; Moore & Reeves, 1991). The bowhead's summer habitat in general is characterized by an absence of potential mysticete competitors, most of them presumably excluded from such areas by ice conditions. Annual and periodic changes in the distribution of pack ice affect the bowhead's movements and distribution (Vibe, 1967; Hacquebord, 1984). Although habitat characteristics of bowheads in the Beaufort Sea have been studied extensively (Richardson, 1987), no similar studies have been made in Hudson Strait, Hudson Bay, or Foxe Basin.

### General biology and behavior

Bowheads in Hudson Bay and environs have never been studied, apart from Ross's (1974) historical work. Consequently, their life history, behavior, and other characteristics in this region can only be inferred from studies conducted elsewhere (see Reeves & Leatherwood, 1985;

Mitchell & Reeves, 1986; Burns & Montague, 1991, for recent reviews).

### LIFE HISTORY PARAMETERS

Nerini *et al.* (1984) estimated bowhead life-history parameters from the literature and from specimens supplied by the subsistence hunt in Alaska (see Mitchell & Reeves, 1986, Table I). However, in the absence of a reliable method of estimating absolute ages of bowheads, many of the parameter values could only be given in body-length measurements rather than years (or other units) of age. For example, length at sexual maturity is about 14 m for females, and the maximum length is about 20 m.

In very broad terms, the bowhead has a relatively low reproductive rate (at most, one calf per adult female in alternate years) and a relatively high survival rate. Estimates of the natural mortality rate made using theoretical approaches or by analogies with other species are in the range of 0.05-0.06 per annum for bowheads more than one year old (Chapman, 1984a, 1984b; International Whaling Commission, 1984). The killer whale (*Orcinus orca*) is their only known predator other than humans, but it is not common in Hudson Strait, Hudson Bay, and Foxe Basin (Reeves & Mitchell, 1988). Ice entrapment and ice rafting cause some bowhead deaths (Mitchell & Reeves, 1982). Parasitism and disease probably play a role in the natural mortality of bowheads, but direct published evidence is lacking.

### BEHAVIOR

The behavior of migrating and feeding bowheads has been studied closely in the Chukchi and Beaufort seas over the past decade (Würsig *et al.*, 1984, 1985, 1986; Ljungblad *et al.*, 1986; Carroll *et al.*, 1987; Richardson, 1987). Comparisons of the behavior of bowheads in the Beaufort Sea and Isabella Bay (western Baffin Bay) revealed broad qualitative similarities as well as several statistically significant quantitative differences (Richardson & Finley, 1989). Of particular interest is the result that Isabella Bay whales engage in boisterous, often sexual, social interactions much more frequently than the bowheads observed in the Beaufort Sea at the same time of year. It suggests the possibility that

these two stocks of whales differ in certain details of their reproductive strategies or behavior.

Studies of bowhead acoustics in the Chukchi and Beaufort seas have revealed a rich variety of sounds made underwater, most of them at frequencies below 800 Hz but some as high as 4 kHz (Ljungblad *et al.*, 1982; Clark & Johnson, 1984). These sounds are believed to function mainly in communication (Clark, 1987). However, bowheads also may use the reverberation of their calls off ice to help them navigate ice-infested waters (Ellison *et al.*, 1987).

### Limiting Factors

Although Ross (1974) considered commercial whaling finished by 1915, some continued afterwards. For example, the Aivilik of Southampton Island still hunted bowheads in the 1930s, saving only some oil and relying on the carcasses to attract foxes (Sutton & Hamilton, 1932; Manning, 1944). This hunting continued into at least the 1940s. Two or three kills off Southampton Island during 1940-44 (Letters from D. L. McKeand to R. A. Gibson, 10 March 1945, and from Gibson to D. B. Finn, 20 March 1945, both in Public Archives of Canada, RG 85, volume 1084, file 401-2, part 1) were not included in our previous catch table (Mitchell & Reeves, 1982). Of 28 bowheads known to have been killed or struck in the eastern North American Arctic between 1919 and 1976, 23 (82 %) were in Hudson Bay or Foxe Basin. Further incidents of shooting at bowheads have been reported since 1980 (P. Richard, pers. comm.; D. St. Aubin, pers. comm.; Georgia, 1982). Such shooting may be a limiting factor for the whale population.

Studies of the effects of seismic testing, industrial traffic, and drilling in the Beaufort Sea have demonstrated that bowheads react to novel or changing sounds in their environment, such as low overflights by aircraft or the approach of ships, but they seem to tolerate certain types of ongoing noise, such as that made during dredging or drilling operations (Richardson *et al.*, 1985, 1986, 1987). Many questions about the effects on bowheads of various human activities in the marine environment have been addressed empirically in the Beaufort Sea, but even there, conclusive answers await further study. Relatively little offshore industrial development has taken place

in Hudson Bay, Hudson Strait, and Foxe Basin, so it is unlikely that the bowheads there have been subjected to major disturbances. However, we note the continuing increase in the human population living along the shores of Hudson Bay, Hudson Strait, Foxe Basin, and Ungava Bay (Hamelin, 1979; Robitaille & Choinière, 1984; Irwin, 1989) and the ever-expanding use of mechanized forms of water transportation.

It has been suggested that bowheads are food-limited and that they compete for invertebrate prey with other vertebrates such as ringed seals (*Phoca hispida*) and arctic cod (*Boreogadus saida*) (Lowry *et al.*, 1978; Frost & Lowry, 1984). However, estimates of standing crops of prey organisms, knowledge of bowhead energetic requirements, and understanding of interactive processes among the potentially competitive predators are all too weak for any conclusive evaluation of this question (Lowry & Frost, 1984).

### Special significance of the species

The bowhead had great significance to the early human communities along the shores of Hudson Bay and Foxe Basin. The hunting of bowheads for subsistence was well established in these areas long before the British and American commercial whale fishery became established (Ellis, 1748; Robson, 1752; Lyon, 1824; Parry, 1824; Comer, 1906; Boas, 1907). Baleen was used for manufacturing bird snares, cups, pails, boat frames, drums, and toboggans (Parry, 1824; Lyon, 1824; Boas, 1907). Bowhead bones were used in the construction of winter houses (Boas, 1901, 1907; Comer, 1910; Ross, 1960). The skin and meat were valued as food (Parry, 1824; Mathiassen, 1928). Commercial whaling had a profound impact on the Hudson Bay Inuit and the wildlife on which they subsisted. Ross (1975) considered whaling "the first powerful agent of contact," which "inevitably altered some of the fundamental aspects of Eskimo life" in this region.

Severe depletion of the bowhead population undermined these animals' importance to Inuit subsistence. The bowhead's present significance to humans in Hudson Bay, Foxe Basin, and Hudson Strait can only be expressed in terms of its future potential as a renewable subsistence and aesthetic resource.

The significance of the bowhead's role in the Hudson Bay - Hudson Strait - Foxe Basin ecosystem is impossible to assess at present. In a recent review, Katona & Whitehead (1988) concluded that, in general, cetaceans do not affect nutrient cycling to a significant degree. Since whales, including bowheads (Würsig *et al.*, 1985), often feed at depth and defecate near the surface, we would expect them to play some role in the vertical transport of nutrients. However, the relative importance of their contribution when compared to those of upwelling, ice churning, currents, etc., may not be great.

### Protection

Apart from collecting duties on trade goods and establishing sovereignty, the Canadian government placed no explicit restrictions on commercial whaling activities in Hudson Bay (Comer, 1906; Ross, 1976, 1984). An act of Parliament in 1906 required commercial whalers to obtain a whaling licence (Dorion-Robitaille, 1978, Fig. 26). The commercial exploitation of bowheads ended in Hudson Bay in about 1915 not because of legal constraints but because of market factors (*e.g.*, the declining prices of oil and baleen) and the scarcity of whales (Gordon, 1887; Low, 1906; Ross, 1973, 1974, 1976, 1984).

The first legal protection of bowheads in Canada came in 1935, when the Convention for the Regulation of Whaling (1931) came into force. This convention included an exemption for aboriginal whalers who hunted bowheads for their own domestic use. The aboriginal exemption was deleted from the Whaling Agreement signed in London in 1937, but the killing of bowheads by Inuit equipped with whaling guns and rifles continued on a limited scale in eastern Canada (Mitchell & Reeves, 1982). The IWC met for the first time in 1949, and Canada implemented the whaling convention domestically in 1951. Under the terms of the convention's aboriginal exemption clause, bowheads could still be hunted legally by aborigines. The general exemption of aboriginal whaling for bowheads was removed from the IWC's Schedule of Whaling Regulations in 1977. In its place, the commission established a new scheme for managing aboriginal subsistence whaling (Gambell, 1983). There is no provision in the IWC's present Schedule allowing bowheads to be removed from the Hudson Bay

and Davis Strait stocks. However, Canada is no longer a member of the IWC.

Canadian government regulations issued in 1979 explicitly banned the hunting of bowheads without a licence. Although Canada withdrew from the IWC in 1982, the federal Cetacean Protection Regulations continue to protect bowheads from hunting, except under licence. No such licences have been issued.

The bowhead is on Appendix I of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), meaning that trade in bowhead products is strictly regulated. Carvings made by Inuit from bowhead bones can be exported from Canada only if accompanied by a CITES permit (Mitchell & Reeves, 1986). The species is also listed as *endangered* on the Red List of the World Conservation Union (formerly IUCN).

### Conclusion

By 1915, bowheads had become depleted in Hudson Bay because of commercial whaling. Continued hunting by Inuit (Mitchell & Reeves, 1982; see above) probably has inhibited the population's recovery. Recent observations indicate that much of the former range is still occupied by at least a few tens of whales. However, without focused surveys at appropriate seasons in Roes Welcome Sound and other core areas it is impossible to evaluate current total abundance. Pending the completion of such surveys, we believe it prudent to regard the bowhead population in the Hudson Bay-Hudson Strait-Foxe Basin region as small and endangered and to manage and study it, provisionally, as a separate stock. This evaluation is consistent with the assessment and management recommendations made by the Arctic Fisheries Scientific Advisory Committee relating to the Hudson Bay bowhead stock (Cosens *et al.*, 1990).

### Acknowledgments

This review was funded by a contract from the Department of Fisheries and Oceans to Okapi Wildlife Associates (FP802-8-2688/01-SS). We thank Robert R. Campbell for administrative support. Laurie Schell prepared the maps. Pierre Richard, Robert Moshenko, Rob Walker, and David St. Aubin kindly provided unpublished data on recent bowhead observations. We are also grateful to Jack Orr and Rob Walker for allowing us to use their bowhead photographs.



## References

- ANONYMOUS, 1878-79. Journal kept aboard the brig *A. J. Ross* of New Bedford, J. G. Sinclair, Master, 15 May 1878-4 September 1878 (shipwrecked), and the brig *Abbot Lawrence* of New Bedford, J. A. Mosher, Master, 5 September 1878-1 September 1879. — Private collection.
- BALCOMB, K. C. III, 1984. The stock(s) of humpback whales in the North Atlantic Ocean. — Rep. int. Whal. Commn, 34: 141-143.
- BERZIN, A. A., V. L. VLADIMIROV & N. V. DOROSHENKO, 1986. Cetaceans in the coastal waters of the Okhotsk Sea: Results from aerial surveys. — Rep. int. Whal. Commn, 36: 395-398.
- BOAS, F., 1901. The Eskimo of Baffin Land and Hudson Bay. From notes collected by Captain George Comer, Captain James S. Mutch, and Rev. E. J. Peck. — Bull. Am. Mus. nat. Hist., 15(1):1-370.
- BOAS, F., 1907. Second report on the Eskimo of Baffin Land and Hudson Bay. From notes collected by Captain George Comer, Captain James S. Mutch, and Rev. E. J. Peck. — Bull. Am. Mus. nat. Hist., 15(2): 371-570.
- BORN, E. W. & M.-P. HEIDE-JØRGENSEN, 1983. Observations of the bowhead whale (*Balaena mysticetus*) in central West Greenland in March-May 1982. — Rep. int. Whal. Commn, 33: 545-547.
- BRAMHAM, H. W., B. D. KROGMAN & G. M. CARROLL, 1984. Bowhead and white whale migration, distribution, and abundance in the Bering, Chukchi, and Beaufort seas, 1975-78. — Natn. Ocean. Atm. Adm., Natn. Mar. Fish. Serv., Spec. Scient. Rep. - Fish. no. 778, iv + 39 p.
- BRODY, H., 1976. Inuit land use in north Baffin Island and northern Foxe Basin. — Pages 153-171 in M.M.R. Freeman (ed). Report Inuit land use and occupancy project. Vol. 1. Land use and occupancy. Department of Indian and Northern Affairs, Ottawa, 263 p.
- BURNS, J. J. & J. MONTAGUE (ed.), 1991. Bowhead whale, *Balaena mysticetus*. — Society for Marine Mammalogy, Special Publication no. 2, in press.
- CAMPBELL, R. R., 1990. Rare and endangered fishes and marine mammals of Canada: COSEWIC fish and marine mammal subcommittee status reports: VI. — Can. Fld-Nat., 104: 1-6.
- CARROLL, G. M., J. C. GEORGE, L. F. LOWRY & K. O. COYLE, 1987. Bowhead whale (*Balaena mysticetus*) feeding near Point Barrow, Alaska, during the 1985 spring migration. — Arctic, 40: 105-110.
- CHAPMAN, D. G., 1984a. Appendix 3. Calculation of GARR. — Rep. int. Whal. Commn, 34: 140.
- CHAPMAN, D. G., 1984b. Estimates of net recruitment of Alaska bowhead whales and of risk associated with various levels of kill. — Rep. int. Whal. Commn, 34: 469-471.
- CLARK, C., 1987. Listening for the bowhead. — Whalewatcher (Journal of the American Cetacean Society), 21(1): 3-7.
- CLARK, C. W. & W. T. ELLISON, 1988. Numbers and distributions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, based on the 1985 acoustic study off Pt. Barrow, Alaska. — Rep. int. Whal. Commn, 38: 365-370.
- CLARK, C. W. & J. H. JOHNSON, 1984. The sounds of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, during the spring migrations of 1979 and 1980. — Can. J. Zool., 62: 1436-1441.
- COMEAU, N. A., 1915. Report on the fisheries expedition to Hudson Bay in the auxiliary schooner "Burleigh" 1914. — In C. D. Melvill, A. R. M. Lower & N. A. Comeau. Reports on fisheries investigations in Hudson and James bays and tributary waters in 1914. Department of the Naval Service, Appendix to the annual report of the Department of the Naval Service for the fiscal year ending March 31, 1914, Ottawa.
- COMER, G., 1906. Whaling in Hudson Bay, with notes on Southampton Island. — Pages 475-484 in Boas anniversary volume, Anthropological papers, written in honor of Franz Boas. G. E. Stechert and Co., New York.
- COMER, G., 1910. A geographical description of Southampton Island and notes upon the Eskimo. — Bull. Am. geogr. Soc. N. Y., 42: 84-90.
- COSENS, S. E., J. F. CRAIG & T. A. SHORTT, 1990. Report of the Arctic Fisheries Scientific Advisory Committee for 1988/89. — Can. Manusc. Rep. Fish. aquat. Sci., no. 2063, iv + 40 p.
- CUMBAA, S. L., 1986. Archaeological evidence of the 16th century Basque right whale fishery in Labrador. — Rep. int. Whal. Commn, (Spec. Iss. no. 10) p. 187-190.
- DAVIS, R. A. & W. R. KOSKI, 1980. Recent observations of the bowhead whale in the eastern Canadian High Arctic. — Rep. int. Whal. Commn, 30: 439-444.
- DORION-ROBITAILLE, Y., 1978. Captain J. E. Bernier's contribution to Canadian sovereignty in the Arctic. — Department of Indian and Northern Affairs, Ottawa, 110 p.
- EBER, D. H., 1989. When the whalers were up North. Inuit memories from the Eastern Arctic. — McGill-Queen's University Press, Kingston, Ontario, 187 p.
- ELLIS, H., 1748. A voyage to Hudson's-Bay, by the *Dobbs Galley* and *California*, in the years 1746 and

- 1747, for discovering a North West Passage. — H. Whitridge, London, 336 p.
- ELLISON, W. T., C. W. CLARK & G. C. BISHOP, 1987. Potential use of surface reverberation by bowhead whales, *Balaena mysticetus*, in under-ice navigation: Preliminary considerations. — Rep. int. Whal. Commn, 37: 329-332.
- ESCHRICHT, D. F. & J. REINHARDT, 1866. On the Greenland right-whale (*Balaena mysticetus*, Linn.), with especial reference to its geographical distribution and migrations in times past and present, and to its external and internal characteristics. — Pages 1-150 in W. H. Flower (ed.). Recent memoirs on the Cetacea by Professors Eschricht, Reinhardt and Lilljeborg. Published for the Ray Society by Robert Hardwicke, London, xii + 312 p. + 6 plates.
- FERGUSON, R., 1938. Arctic harpooner. A voyage on the schooner *Abbie Bradford* 1878-1879. Edited by L. D. Stair. — University of Pennsylvania Press, Philadelphia, x + 216 p.
- FINLEY, K. J., 1990. Isabella Bay, Baffin Island: An important historical and present-day concentration area for the endangered bowhead whale (*Balaena mysticetus*) of the eastern Canadian Arctic. — Arctic, 43: 137-152.
- FINLEY, K. J. & L. M. DARLING, 1990. Historical data sources on the morphometry and oil yield of the bowhead whale. — Arctic, 43: 153-156.
- FINLEY, K. J., G. W. MILLER, M. ALLARD, R. A. DAVIS & C. R. EVANS, 1982. The belugas (*Delphinapterus leucas*) of northern Quebec: Distribution, abundance, stock identity, catch history and management. — Can. Tech. Rep. Fish. aquat. Sci., no. 1123, v + 57 p.
- FLAHERTY, R. J., 1918. The Belcher Islands of Hudson Bay: Their discovery and exploration. — Geogr. Rev., 5(6): 433-458.
- FROST, K. J. & L. F. LOWRY, 1984. Trophic relationships of vertebrate consumers in the Alaskan Beaufort Sea. — Pages 381-401 in P. W. Barnes, D. M. Schell & E. Reimnitz (ed.). The Alaskan Beaufort Sea. Ecosystems and environments. Academic Press, Orlando, Florida.
- GAMBELL, R., 1983. Bowhead whales and Alaskan Eskimos: A problem of survival. — Polar Rec., 21: 467-473.
- GEORGIA, 1982. Georgia. An arctic diary. — Hurtig Publishers, Edmonton, 192 p.
- GORDON, A. R., 1887. Report of the Hudson's Bay Expedition of 1886, under the command of Lieut. A. R. Gordon, R. N. — In 19th Ann. Rep. Dep. Marine, fiscal year ended 30th June, 1886. Sess. Pap. 14, 1st sess., 6th Parliament, Canada, Sess. 1887 (15), 133 p. + folding maps.
- GRAY, R., 1888. Whale fisheries. — Encyclopaedia Britannica. A dictionary of arts, sciences, and general literature. 9th ed., 24: 526-528.
- HACQUEBORD, L., 1984. The history of early Dutch whaling: A study from the ecological angle. — Pages 135-148 in H. K. s'Jacob, K. Snoeijs & R. Vaughan (ed.). Arctic whaling. Proceedings of the international symposium Arctic Whaling February 1983. University of Groningen, Netherlands. Works of the Arctic Centre no. 8, 181 p.
- HAMELIN, L.-E., 1979. Contribution to the Northwest Territories population studies 1961-1985. — Report to the Science Advisory Board of the Northwest Territories, Department of Information, Government of the Northwest Territories, Yellowknife, 53 p.
- HEARNE, S., 1795. A journey from Prince of Wales's Fort in Hudson's Bay to the Northern Ocean undertaken by order of the Hudson's Bay Company for the discovery of copper mines, a North West Passage, &c. in the years 1769, 1770, 1771. & 1772. — A. Strahan & T. Cadell, London, xlv + 458 p. + folding map.
- INTERNATIONAL WHALING COMMISSION, 1978. Report of the Scientific Committee. — Rep. int. Whal. Commn, 28: 38-92.
- INTERNATIONAL WHALING COMMISSION, 1984. Report of the Sub-committee on Other Protected Species and Aboriginal/Subsistence Whaling. — Rep. int. Whal. Commn, 34: 130-143.
- INTERNATIONAL WHALING COMMISSION, 1985. Report of Sub-committee on Protected Species and Aboriginal Subsistence Whaling. — Rep. int. Whal. Commn, 35: 119-129.
- IRWIN, C., 1989. Lords of the Arctic: Wards of the State. — Northern Perspectives, 17(1): 2-12.
- KAPEL, F. O., 1985. A note on the net-entanglement of a bowhead whale (*Balaena mysticetus*) in Northwest Greenland, November 1980. — Rep. int. Whal. Commn, 35: 377-378.
- KATONA, S. K., P. M. HARCOURT, J. S. PERKINS & S. D. KRAUS (ed.), 1980. Humpback whales: A catalogue of individuals identified in the western North Atlantic by means of fluke photographs. 2nd ed. — College of the Atlantic, Bar Harbor, Maine, 169 p.
- KATONA, S. & H. WHITEHEAD, 1988. Are Cetacea ecologically important? — Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev., 26: 553-568.
- KROGMAN, B., J. C. GEORGE, G. CARROLL, J. ZEH & R. SONNTAG, 1986. Preliminary results of the 1985 spring ice-based census of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, conducted near Point Barrow, Alaska. — Rep. int. Whal. Commn, 36: 343-352.

- LJUNGBLAD, D. K., S. E. MOORE & D. R. VAN SCHOKK, 1986. Seasonal patterns of distribution, abundance, migration and behavior of the Western Arctic stock of bowhead whales, *Balaena mysticetus* in Alaskan seas. — Rep. int. Whal. Commn. (Spec. Iss. no. 8) p. 177-205.
- LJUNGBLAD, D. K., P. O. THOMPSON & S. E. MOORE, 1982. Underwater sounds recorded from migrating bowhead whales, *Balaena mysticetus*, in 1979. — J. Acoust. Soc. Amer., 71: 477-482.
- LOW, A. P., 1899. Hudson Bay. — Pages 124-133 in Summary Rep. Geol. Surv. Dep. for 1898. Sess. Pap. no. 13A, 208 p.
- LOW, A. P., 1906. Report on the dominion government expedition to Hudson Bay and the Arctic Islands on board the D.G.S. *Neptune* 1903-1904. — Government Printing Bureau, Ottawa, xvii + 355 p. + folding map.
- LOWRY, L. F. & K. J. FROST, 1984. Foods and feeding of bowhead whales in western and northern Alaska. — Scient. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo, 35: 1-16.
- LOWRY, L. F., K. J. FROST & J. J. BURNS, 1978. Food of ringed seals and bowhead whales near Point Barrow, Alaska. — Can. Fld-Nat., 92: 67-70.
- LUCHAK, O. J., 1978. Prince of Wales's Fort in the 18th century: An analysis of trade, construction, and sloop voyages northward. — National Historic Parks and Sites Branch, Parks Canada, Department of Indian and Northern Affairs, Manusc. Rep. no. 243, xix + 297 p.
- LYON, G. F., 1824. The private journal of Captain G. F. Lyon, of H.M.S. *Hecla*, during the recent voyage of discovery under Captain Parry. — John Murray, London, 468 p. + folding map.
- MANNING, T. H., 1943. The Foxe Basin coasts of Baffin Island. — Geogr. J., 101: 225-249.
- MANNING, T. H., 1944. Hunting implements and methods of the present-day Eskimos of north-west Hudson Bay, Melville Peninsula, and south-west Baffin Island. — Geogr. J., 103: 137-152.
- MANNING, T. H., 1976. Birds and mammals of the Belcher, Sleeper, Ottawa and King George islands, Northwest Territories. — Canadian Wildlife Service, Occ. Pap. no. 28, 42 p.
- MARKHAM, W. E., 1981. Ice atlas. Canadian arctic waterways. — Environment Canada, Atmospheric Environment Service, Ottawa, 38 + 200 p.
- MARKHAM, W. E., 1988. Ice atlas Hudson Bay and approaches. — Environment Canada, Atmospheric Environment Service, Ottawa, iv + 123 p.
- MATHIASSEN, T., 1928. Material culture of the Iglulik Eskimos. — Rep. Fifth Thule Exped. 1921-24, 6(1).
- McLAREN, P. L. & R. A. DAVIS, 1981. Distribution of wintering marine mammals in southern Baffin Bay and northern Davis Strait, March 1981. — Unpublished report prepared by LGL Ltd, Environmental Research Associates, Toronto, for the Arctic Pilot Project, Calgary, x + 85 p.
- McLAREN, P. L. & R. A. DAVIS, 1982. Winter distribution of arctic marine mammals in ice-covered waters of eastern North America. — Unpublished report prepared by LGL Ltd, Toronto, for Petro-Canada Exploration, Inc., Calgary. Offshore Labrador Biological Studies (OLABS) program report, xiii + 151 p.
- McQUAID, C. D., 1986. Post-1980 sightings of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) from the Spitsbergen stock. — Mar. Mammal Sci., 2: 316-318.
- MITCHELL, E., 1977. Initial population size of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) stocks: Cumulative catch estimates. — Unpublished paper submitted to International Whaling Commission, Scientific Committee, SC/29/Doc. 33, 113 p.
- MITCHELL, E. & R. R. REEVES, 1981. Catch history and cumulative catch estimates of initial population size of cetaceans in the eastern Canadian Arctic. — Rep. int. Whal. Commn., 31: 645-682.
- MITCHELL, E. D. & R. R. REEVES, 1982. Factors affecting abundance of bowhead whales *Balaena mysticetus* in the Eastern Arctic of North America, 1915-1980. — Biol. Conserv., 22: 59-78.
- MITCHELL, E. & R. R. REEVES, 1986. Current status of the Bering Sea stock of bowhead whales. — Musk-Ox, 34: 57-76.
- MOORE, S. E. & R. R. REEVES, 1991. Distribution and movement. In J. Montague & J. J. Burns (ed.). Bowhead whale, *Balaena mysticetus*. Society for Marine Mammalogy, Special Publication no. 2, in press.
- MÜLLER-WILLE, L. & L. WEBER, 1983. Inuit place name inventory of northeastern Quebec-Labrador. — Pages 151-222 in L. Müller-Wille (ed.). Conflict in development in Nouveau-Québec. Centre for Northern Studies and Research, McGill University, Montreal, McGill Subarctic Research Paper no. 37, 222 p.
- NERINI, M. K., H. W. BRAHAM, W. M. MARQUETTE & D. J. RUGH, 1984. Life history of the bowhead whale *Balaena mysticetus* (Mammalia: Cetacea). — J. Zool. (London), 204: 443-468.
- ORR, J. R., B. RENOOPY & L. DAHLKE, 1986. Information from hunts and surveys of walrus (*Odobenus rosmarus*) in northern Foxe Basin, Northwest Territories, 1982-1984. — Can. Manusc. Rep. Fish. aquat. Sci., no. 1899, iv + 24 p.
- PARRY, W. E., 1824. Journal of a second voyage for the discovery of a North-west Passage from the Atlantic to the Pacific; performed in the years 1821-22-23, in His Majesty's Ships *Fury* and

- Hecla*, under the orders of Captain William Edward Parry, R. N., F.R.S., and commander of the expedition. — John Murray, London, 572 p.
- REEVES, R. R., 1980. Spitsbergen bowhead stock: a short review. — *Mar. Fish. Rev.*, 42(9-10): 65-69.
- REEVES, R. R. & S. LEATHERWOOD, 1985. Bowhead whale *Balaena mysticetus* Linnaeus, 1758. — Pages 305-344 in S. H. Ridgway & R. J. Harrison (ed.). *Handbook of marine mammals, volume 3: The sirenians and baleen whales*. Academic Press, London, 362 p.
- REEVES, R. R. & E. MITCHELL, 1987a. History of white whale (*Delphinapterus leucas*) exploitation in eastern Hudson Bay and James Bay. — *Can. Spec. Publ. Fish. aquat. Sci.*, no. 95, 45 p.
- REEVES, R. R. & E. MITCHELL, 1987b. Catch history, former abundance, and distribution of white whales in Hudson Strait and Ungava Bay. — *Naturaliste can. (Rev. Écol. Syst.)*, 114: 1-65.
- REEVES, R. R. & E. MITCHELL, 1988. Distribution and seasonality of killer whales in the eastern Canadian Arctic. — *Rit Fisk.*, 11: 136-160.
- REEVES, R., E. MITCHELL, A. MANSFIELD & M. McLAUGHLIN, 1983. Distribution and migration of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, in the eastern North American Arctic. — *Arctic*, 36: 5-64.
- RICHARDSON, W. J. (ed.), 1987. Importance of the eastern Alaskan Beaufort Sea to feeding bowhead whales, 1985-86. — Unpublished report by LGL Ecological Research Associates, Inc., Bryan, Texas, for U.S. Minerals Management Service, Reston, Virginia, xxvi + 547 p.
- RICHARDSON, W. J. & K. J. FINLEY, 1989. Comparison of behavior of bowhead whales of the Davis Strait and Bering/Beaufort stocks. — Unpublished report by LGL Ltd for U.S. Minerals Management Service. OCS Study, MMS 88-0056, xiv + 131 p.
- RICHARDSON, W. J., R. A. DAVIS, C. R. EVANS, D. K. LJUNGBLAD & P. NORTON, 1987. Summer distribution of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, relative to oil industry activities in the Canadian Beaufort Sea, 1980-84. — *Arctic*, 40: 93-104.
- RICHARDSON, W. J., M. A. FRAKER, B. WÜRSIG & R. S. WELLS, 1985. Behaviour of bowhead whales *Balaena mysticetus* summering in the Beaufort Sea: reactions to industrial activities. — *Biol. Conserv.*, 32: 195-230.
- RICHARDSON, W. J., B. WÜRSIG & C. R. GREENE, Jr., 1986. Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to seismic exploration in the Canadian Beaufort Sea. — *J. Acoust. Soc. Am.*, 79: 1117-1128.
- ROBITAILLE, N. & R. CHOINIÈRE, 1984. An overview of demographic and socioeconomic conditions of the Inuit in Canada. — Department of Indian Affairs and Northern Development, Ottawa.
- ROBSON, J., 1752. An account of six years residence in Hudson's Bay, from 1733 to 1736, and 1744 to 1747. — J. Payne and J. Bouquet, London. [Reprinted 1965 by Johnson Reprint Corporation], vi + 84 + 95 p. + folding map.
- ROSS, W. G., 1960. The Igloodik Eskimos. — *Scottish Geogr. Mag.*, 76(3): 156-163.
- ROSS, W. G., 1973. Whaling in Hudson Bay. — *Beaver*, 303(4): 4-11; 304(1): 40-47; 304(2): 52-59.
- ROSS, W. G., 1974. Distribution, migration, and depletion of bowhead whales in Hudson Bay, 1860 to 1915. — *Arct. Alp. Res.*, 6: 85-98.
- ROSS, W. G., 1975. Whaling and Eskimos: Hudson Bay 1860-1915. — *Nat. Mus. Can., Ottawa, Nat. Mus. Man, Publs Ethnol.*, 10: 1-164.
- ROSS, W. G., 1976. Canadian sovereignty in the Arctic: The *Neptune* expedition of 1903-04. — *Arctic*, 29: 87-104.
- ROSS, W. G. 1979. The annual catch of Greenland (bowhead) whales in waters north of Canada 1719-1915: A preliminary compilation. — *Arctic*, 32: 91-121.
- ROSS, W. G. (ed.), 1984. An arctic whaling diary. The journal of Captain George Comer in Hudson Bay 1903-1905. — University of Toronto Press, Toronto, 271 p.
- SMITH, M. & B. RIGBY, 1981. Distribution of polynyas in the Canadian Arctic. — Pages 7-28 in I. Stirling & H. Cleator (ed.). *Polynyas in the Canadian Arctic*. Canadian Wildlife Service, Occ. Pap. no. 45, 73 p.
- SOUTHWELL, T., 1898. The migration of the right whale (*Balaena mysticetus*). *Nat. Sci.*, 12(76): 397-414.
- SUTTON, G. M. & W. J. HAMILTON, Jr., 1932. Part II, Zoology. Section 1. The mammals of Southampton Island. — Pages 3-111 in G. M. Sutton. *The exploration of Southampton Island, Hudson Bay. Mem. Carneg. Mus.*, no. 12.
- TAYLOR, J. G., 1988. Labrador Inuit whale use during the early contact period. — *Arct. Anthropol.*, 25: 120-130.
- VIBE, C., 1967. Arctic animals in relation to climatic fluctuations. — *Meddr Grønland*, 170(5): 1-227.
- WAKEHAM, W., 1898. Hudson Bay Expedition, 1897. — Report of the expedition to Hudson Bay and Cumberland Gulf in the steamship "Diana" under the command of William Wakeham. Marine and Fisheries Canada in the year 1897. Ottawa, iv + 83 p. + folding maps.
- WATTS, P. D., 1988. Bowhead whale, *Balaena mysticetus*, sightings off the coast of Manitoba. — *Can. Fld-Nat.*, 102: 538-539.

- WÜRSIG, B., E. M. DORSEY, M. A. FRAKER, R. S. PAYNE & W. J. RICHARDSON, 1985. Behavior of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea: A description. — Fish. Bull., 83: 357-377.
- WÜRSIG, B., E. M. DORSEY, M. A. FRAKER, R. S. PAYNE & W. J. RICHARDSON, 1986. Behavior of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea: A summary. — Rep. int. Whal. Commn, (Spec. Iss. no. 8) p. 167-175.
- WÜRSIG, B., E. M. DORSEY, M. A. FRAKER, R. S. PAYNE, W. J. RICHARDSON & R. S. WELLS, 1984. Behavior of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea: Surfacing, respiration, and dive characteristics. — Can. J. Zool., 62: 1910-1921.
- ZEH, J. E. & A. E. RAFTERY, 1989. 1986 and combined bowhead population estimates. — Rep. int. Whal. Commn, 39: 113.
- ZEH, J. E., P. TURET, R. GENTLEMAN & A. E. RAFTERY, 1988. Population size estimation for the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, based on 1985 visual and acoustic data. — Rep. int. Whal. Commn, 38: 349-364.



## Précisions sur la répartition d'*Adlumia fungosa* (Ait.) Greene dans le centre et l'est du Québec

Norman DIGNARD

Herbier du Québec  
Ministère de l'Énergie et des Ressources  
2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

### Résumé

*Adlumia fungosa* (Ait.) Greene a été récolté au cap du Basque, comté de Saguenay. C'est la troisième localité québécoise rapportée pour l'espèce à l'est de son aire générale de répartition.

### Abstract

*Adlumia fungosa* (Ait.) Greene was collected at Cap du Basque, Saguenay county. This is the third report of the species in Québec, east of its main distribution area.

*Adlumia fungosa* (Ait.) Greene est une fumariacée bisannuelle du nord-est américain. Sa répartition indigène s'étend du sud-est du Manitoba à la Nouvelle-Écosse (Scoggan, 1978) et vers le sud le long des Appalaches jusqu'au Tennessee et en Caroline du Nord (Fernald, 1950; Radford *et al.*, 1965). Occasionnellement échappée de culture puisque déjà utilisée comme plante ornementale (Bailey, 1943), elle est aujourd'hui adventive en Colombie-Britannique (Taylor & MacBride, 1977) et naturalisée en Alberta (Scoggan, 1978). Hinds (1986) et Roland & Smith (1969) considèrent que les rares localités d'*Adlumia* du Nouveau-Brunswick (Hampstead, comté de Queens et St. Stephen, comté de Charlotte) et de la Nouvelle-Écosse (Halifax, comté de Halifax) seraient plutôt des introductions. Au Québec, cette espèce est essentiellement confinée à l'intérieur du triangle formé par l'Outaouais, l'archipel d'Hochelaga et le Richelieu (Rousseau, 1974) et fréquente le plus souvent des habitats rocheux, calcaires à l'occasion, ouverts et plutôt xériques. Elle figure sur la liste des plantes rares du Québec (Bouchard *et al.*, 1983).

Macoun (1883) avait déjà signalé deux localités d'*Adlumia fungosa* (*sub A. cirrhosa* Raf.) dans l'est du Québec, l'une à Rivière-du-Loup

(Thomas *s.n.*) et l'autre au Portage du Témiscouata (*Maclagan s.n.*). Ces localités n'ont cependant pas été citées par Marie-Victorin (1915-1916), ni retenues par Rousseau (1974); la dernière fut toutefois mentionnée par Lavoie (1984) qui n'a pu vérifier la récolte justificatrice (G. Lavoie, comm. pers.). En effet, les herbiers du Royal Botanic Garden d'Édimbourg (E) et du Jardin botanique national de Belgique (BR), où sont déposées la plupart des récoltes canadiennes de *Maclagan*, ne sont pas en possession du spécimen (D. G. Long et P. Bamps, comm. pers.). (acronymes des herbiers selon Holmgren *et al.*, 1981).

En 1960, l'espèce était récoltée à Saint-Fabien, comté de Rimouski (*Cayouette 51*, QUE). L. Cinq-Mars et A. Vézina auraient vraisemblablement relocalisé la même colonie en 1968 (*Cinq-Mars & Vézina 68-78*, QFA; J. Cayouette, comm. pers.), tout comme H. Scoggan (Scoggan, 1978) et G. Lamoureux en 1988 (comm. pers.).

La station de Saint-Fabien, isolée de l'aire générale de l'espèce au Québec par plus de 400 km et située à proximité d'une zone de villégiature, faisait penser à Rousseau (1974) qu'il s'agissait là d'une introduction récente. En 1972, *Adlumia* était récolté par M. Mongeon dans la

Réserve nationale du Cap-Tourmente (Claude, 1980), non loin de la ville de Québec. Lors de ses travaux sur la flore du Cap-Tourmente, Claude (1980) ne semble pas avoir relocalisé la colonie. Le taxon était de nouveau rencontré en 1988 dans la partie est de la réserve (*Dignard 604*, QUE). Des recherches récentes effectuées dans les herbiers CAN, DAO, MT, MTMG, QFA, QUE, SFS, UQAR, UQTR et du Service canadien de la faune n'ont pas permis de trouver d'autres récoltes québécoises, hormis celles de Saint-Fabien et du Cap-Tourmente, attestant de sa présence à l'est de la vallée du Richelieu.

La nouvelle localité d'*Adlumia fungosa* rapportée ici est située au cap du Basque près de Saint-Siméon (comté de Saguenay). La station se trouve sur la pente abrupte d'un cône d'éboulis. *Adlumia* y colonise les colluvions sablo-limoneuses des interstices de blocs granitiques plus ou moins grossiers issus de la désintégration d'une petite falaise. Le matériel meuble est moyennement acide (pH Hellige-Truog, 5,5) et le drainage, excessif à bon (classe 1-2). Le taxon, représenté par quelques individus seulement, était accompagné de *Betula papyrifera* Marsh., *Prunus pensylvanica* L.f., *Anaphalis margaritacea* (L.) Benth. & Hook., *Hieracium scabrum* Michx., *Corydalis sempervirens* (L.) Pers., *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv., *Polytrichum piliferum* Hedw., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. et *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. Au total, la couverture végétale n'excédait pas 25 %. L'expansion du recouvrement d'*Adlumia* et des autres espèces semble limitée à la fois par l'instabilité du substrat et par un colluvionnement encore actif.

Il nous apparaît peu probable qu'*Adlumia* ait été récemment introduit au Cap-Tourmente et au cap du Basque qui sont deux sites peu anthropisés. La présence du taxon dans ces localités et dans celles mentionnées par Macoun (1883) pour le Bas-Saint-Laurent permet de supposer que la station de Saint-Fabien, où la plante persiste depuis au moins trente ans, n'est pas non plus une introduction récente et qu'il s'agirait plutôt toutes de stations excentriques. Doyon & Lavoie (1966), Rousseau (1974) et Claude (1980) ont déjà discuté de cas semblables de disjonction chez *Carex platyphylla* Carey, *Hystrix patula* Moench, *Oryzopsis racemosa* (Sm.) Ricker et *Phryma leptostachya* L. entre le sud-ouest québécois et la région de Montmagny — Cap-Tourmente.

## Remerciements

L'auteur remercie les conservateurs des herbiers consultés pour les renseignements transmis de même que J. Cayouette, C. Gervais et S. Hay pour leurs commentaires avisés sur le manuscrit.

## Références

- BAILEY, L. H., 1943. The standard cyclopedia of horticulture. Vol. I. — MacMillan Co., New York, 1200 p.
- BOUCHARD, A., D. BARABÉ, M. DUMAIS & S. HAY, 1983. Les plantes vasculaires rares du Québec. — Mus. natn. Can., Ottawa, Syllogeus n° 48, 75 p.
- CLAUDE, G., 1980. La flore vasculaire du Cap-Tourmente, comté de Charlevoix. — Thèse de M.Sc., Université de Montréal, 2 vol., 247 p. et annexes.
- DOYON, D. & V. LAVOIE, 1966. La distribution de quelques espèces végétales dans la région de Québec et leur cadre phytosociologique. — Naturaliste can., 93: 797-822.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany. 8th ed. — Van Nostrand, New York, 1632 p.
- HINDS, H. R., 1986. Flora of New Brunswick. — Primerose Press, Fredericton, 666 p.
- HOLMGREN, P. K., W. KEUKEN & E. K. SCHOFIELD, 1981. Index herbariorum. Part I. The herbaria of the world, 7th ed. — Dr. W. Jonk B.V., The Hague and Boston, 452 p.
- LAVOIE, G., 1984. La flore vasculaire du comté de Témiscouata, Québec. — Provancheria (Mémoires de l'Herbier Louis-Marie, Univ. Laval), n° 16, 131 p.
- MACOUN, J., 1883. Catalogue of Canadian plants. Part I. — Dawson Brothers, Montréal, 821 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1915-1916. La flore du Témiscouata. Rapport sur une nouvelle exploration botanique de ce comté de la province de Québec. — Naturaliste can., 41: 99-108, 115-119, 132-138, 148-155, 165-170, 181-188. 42: 6-12, 18-29, 34-44, 51-59, 68-79, 106-111, 121-126, 136-143, 153-158, 168-175, 181-187.
- RADFORD, A. E., H. E. AHLES & C. R. BELL, 1965. Atlas of the vascular flora of the Carolinas. — Tech. Bull. N. Carol. agric. Exp. Stn, n° 165, 208 p.
- ROLAND, A. E. & E. C. SMITH, 1969. The flora of Nova Scotia. — Nova Scotia Museum, Halifax, 746 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.



- SCOGGAN, H. J., 1978-1979. The flora of Canada. — Natn. Mus. nat. Sci., Ottawa, Publs Bot. n° 7, 4 parts, 1710 p.
- TAYLOR, R. L. & B. MacBRIDE, 1977. Vascular plants of British Columbia. — University of British Columbia, 754 p.

### Annexe

#### LISTE DES SPÉCIMENS D'*ADLUMIA FUNGOSA* DU CENTRE ET DE L'EST DU QUÉBEC

- COMTÉ DE MONTMORENCY N° 1. Réserve nationale du Cap-Tourmente, 47°04'N., 70°48'O., cédrière, juin et août 1972, *Mongeon SBS-72-131* et *SBS-72-206* (Herbier du Service canadien de la faune, à la Réserve nationale du Cap-Tourmente); éboulis au pied d'une falaise avec *Corydalis sempervirens*, 29 juillet 1988, *Dignard 604* (QUE). — COMTÉ DE RIMOUSKI. Saint-Fabien, 48°19'N., 68°52'O., lac Carré, 9 juillet 1960, *Cayouette 51* (QUE); rochers le long de la mer, vers Pic Champlain, 13 août 1968, *Cinq-Mars* et *Vézina 68-78* (CAN, DAO, MTMG, QFA, QUE) — COMTÉ DE SAGUENAY. Cap du Basque, 48°00'N., 69°46'O., 20 km NNE de Saint-Siméon, cône d'éboulis, 3 septembre 1989, *Dignard 1534* (DAO, QUE).



## Revue des livres

CURRAN, P. J., G. M. FOODY, K. Ya. KONDRATYEV, V. V. KOZODEROV & P. P. FEDCHENKO, 1990. **Remote sensing of soils and vegetation in the U.S.S.R.** — Taylor & Francis Ltd., Philadelphia, Penn., x + 203 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, relié, 62\$US approx.

Cet ouvrage, contrairement à ce que son titre laisserait supposer, ne traite pas des sols et de la végétation de l'U.R.S.S., mais plutôt des méthodes d'étude des sols et de la végétation par télédétection en s'appuyant pour une grande part sur les travaux réalisés par les chercheurs soviétiques. Il se situe dans le cadre d'un programme de coopération entre la Grande-Bretagne et l'U.R.S.S.

Dans sa première partie, l'ouvrage présente les méthodes de caractérisation et de mesure de la réflectance des sols et de la végétation. Cette partie est divisée en deux chapitres. Le premier présente les bases physiques de la réflectance des surfaces naturelles, en mettant l'accent sur les propriétés de réflectances bidirectionnelles de rayonnement solaire par les sols et la végétation. Le deuxième chapitre de cette première partie présente les principes de mesures de la couleur, en expliquant les différences entre les principaux systèmes utilisés en U.R.S.S. et ceux utilisés par la Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E). Ici encore, l'accent est mis sur les relations entre la couleur et les conditions géométriques d'observation et d'éclairage.

La deuxième partie est consacrée aux propriétés spectrales des sols, qui est un thème de recherche depuis plusieurs années en U.R.S.S., s'appuyant surtout sur les approches expérimentales. Elle commence par une description des mécanismes d'interaction entre le sol et le rayonnement électromagnétique d'un point de vue théorique, en s'appuyant sur une modélisation de la réflectance bidirectionnelle pour différents types de rugosité et d'angles d'incidence. Le deuxième chapitre de cette partie est consacré aux propriétés de réflectance des sols telles qu'elles ont été mesurées au laboratoire et sur le terrain, dans le visible et le proche infrarouge. La signature spectrale, la couleur et la brillance sont mises en relation avec les propriétés physiques et la composition du sol comme le taux d'humus ou d'oxyde de fer, la taille des agrégats et l'humidité. Le chapitre suivant est consacré aux propriétés optiques de l'humus, exprimées entre autres par leur manifestation dans l'espace des couleurs, comme la somme des coordonnées colorimétriques. Les principales conclusions montrent une relation inverse entre la réflectance du sol et la teneur en humus, qui peut être utilisée pour

la détermination de cette dernière à partir de mesures aéroportées ou satellitaires.

La troisième partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude de la réflectance spectrale de la végétation. Le premier chapitre de cette partie traite de la modélisation de la réflectance du couvert végétal, en fonction de paramètres tels que la hauteur, la densité et le taux de couverture du sol. Le chapitre suivant est consacré à la chlorophylle, en mettant une fois de plus l'accent sur l'utilisation des systèmes de coordonnées de chromaticité dont la somme est fortement corrélée à la teneur en chlorophylle. Cette teneur n'est cependant pas reliée de manière significative à la quantité de biomasse récoltable. Puis on s'intéresse à l'étude de l'état de la végétation, en particulier aux céréales d'hiver dont on observe les conditions de survie au printemps, à partir des signatures spectrales et des coordonnées de chromaticité. Enfin, la section sur la végétation se termine par une étude sur la détection des mauvaises herbes, dont l'influence sur la qualité des récoltes est importante. On exprime la présence des mauvaises herbes dans les cultures par un indice qui peut assez facilement être déterminé à l'aide de la télédétection pour certaines céréales.

La quatrième partie présente la télédétection des sols et de la végétation à partir de données aéroportées et satellites, alors que les parties précédentes s'appuyaient surtout sur des mesures radiométriques au sol. On commence cette partie par un chapitre consacré aux corrections atmosphériques des données, qui dans bien des cas se traduisent par des approximations assez grossières, qu'il a été difficile de valider en U.R.S.S. faute d'ensembles de données de référence calibrées spectralement.

Puis le livre se termine par un chapitre consacré au développement de la télédétection appliquée à l'état des sols et de la végétation, en se basant en grande partie sur les modèles théoriques développés en U.R.S.S. qu'on a cherché à valider à partir d'images de satellites soviétiques d'observation de la terre de la série Météor, dont les images ont été numérisées avec un balayeur optique. Les images traitées permettent d'identifier la nature de la couverture du sol et l'état des céréales d'hiver.

Les recherches en cours sont consacrées aux problèmes de transposition d'échelles des mesures au sol vers les mesures aéroportées et satellitaires, qui sont au cœur des préoccupations actuelles au niveau de l'évaluation des changements à l'échelle du globe.

Cet ouvrage fait le point sur les recherches entreprises en U.R.S.S. au niveau des propriétés spectrales

des sols et de la végétation dans le visible et le proche infrarouge. La très forte utilisation des données photographiques et des coordonnées de chromaticité constitue une des originalités de l'approche soviétique, qui s'explique par le fait que les satellites utilisent encore beaucoup les pellicules photographiques contrairement aux systèmes américains, français ou japonais qui s'appuient sur des systèmes imageurs électro-optiques. Cette limitation technologique explique probablement pourquoi les auteurs se limitent au domaine spectral du visible et du proche infrarouge, que les capteurs photographiques ne permettent pas de dépasser. Une partie très importante de l'information sur les sols et la végétation se situe pourtant dans des domaines spectraux extérieurs à la capacité d'observation des systèmes photographiques : sensibilité à la teneur en eau des feuilles et des sols dans le moyen infrarouge, sensibilité à l'évapotranspiration, au microclimat et à l'humidité dans l'infrarouge thermique, sensibilité à la rugosité et aux propriétés diélectriques des sols et de la végétation dans les hyperfréquences. Pourtant, les chercheurs soviétiques sont très actifs dans ces domaines, en particulier en hyperfréquences. Il n'en est pas fait mention ici.

Les approches présentées dans ce volume sont donc limitées au domaine spectral du visible et du proche infrarouge, et concernent surtout la modélisation des propriétés optiques des sols et du couvert végétal. Plusieurs domaines importants comme l'analyse d'images, les études sur l'évapotranspiration, l'érosion des sols, les modèles de prévision des récoltes, l'humidité des sols ou le stress végétal ne sont pas abordés dans ce livre. On a donc affaire à un aperçu très partiel de la télédétection de la végétation et des sols, centré surtout sur la modélisation de la réflectance dans le visible et le proche infrarouge. Le titre de l'ouvrage devrait donc mieux refléter son contenu, mais cet ouvrage reste très utile pour ceux qui sont intéressés à ce domaine, et les travaux sur la couleur et la réflectance bidirectionnelle sont particulièrement intéressants.

Ferdinand BONN

*Centre d'applications et de  
recherche en télédétection  
Université de Sherbrooke  
Sherbrooke, Québec*

DEWSBURY, D. A. (ed.), 1989. **Studying animal behavior: Autobiographies of the founders.** — University of Chicago Press, Chicago, 512 p., 15.5 × 23 cm. Couverture souple, 22,95 \$US.

À l'origine, Donald Dewsbury avait organisé un cours gradué consacré à la carrière de chercheurs marquants dans le domaine du comportement animal, et avait du même coup constaté l'inexistence presque totale de documents écrits à cet égard. Il décida donc, au début des années 80, de combler cette lacune en sol-

licitant des textes autobiographiques d'un certain nombre de personnes et en les regroupant en un volume. Il eut évidemment à faire face au problème délicat du choix de ces personnes, et s'en remit pour le résoudre à un petit comité informel qui dressa une liste de 26 collaborateurs potentiels. Dix-neuf de ceux-ci répondirent positivement: ce sont, par ordre alphabétique: G. P. Baerends, V. G. Dethier, I. Eibl-Eibesfeldt, J. L. Fuller, D. R. Griffin, H. Hediger, E. H. Hess, R. A. Hinde, J. A. King, P. Leyhausen, K. Z. Lorenz, A. Manning, P. Marler, J. Maynard Smith, C. P. Richter, J. P. Scott, N. Tinbergen, E. O. Wilson et V. C. Wynne-Edwards. Les sept élus qui ont décliné l'invitation pour une raison ou une autre sont: L. R. Aronson, F. A. Beach, J. T. Emlen, K. v. Frisch, H. F. Harlow, B. F. Skinner et W. H. Thorpe. Les 19 autobiographies reçues furent publiées en 1985 par Dewsbury sous le titre de *Leaders in the study of animal behavior: Autobiographical perspectives* (Bucknell University Press, Lewisburg, P. A.) et vendues au prix de 59,50 \$ US (de l'époque). Le volume qui nous occupe ici est une réédition de l'ouvrage original, sous le titre plus accrocheur de *Studying animal behavior: Autobiographies of the founders*, vendu au prix plus accrocheur lui aussi de 22,95 \$ US.

La première question qui vient à l'esprit est de savoir si le choix des 26 (ou 19) invités était justifié. S'il n'y a aucun doute que toutes ces personnes aient été, ou soient même encore des *leaders*, je ne pense pas qu'on puisse toutes les traiter de «*founders*», ni qu'on puisse dire que celles d'entre elles qui sont vraiment des *founders* aient constitué à elles seules «*the*» *founders*. On ne trouve bien entendu pas de contributions de *leaders-founders* décédés avant la conception de l'ouvrage, mais dont les noms reviennent souvent au fil des pages: E. v. Holst, O. Koehler, D. Lehrman ou K. D. Roeder, par exemple. Mais on ne trouve pas non plus de contributions de *leaders* plus modernes tels J. R. Krebs ou R. Dawkins, pour ne citer que ceux-là. Si l'on veut donc bien se rappeler qu'il s'agit d'une sélection non-exhaustive, le titre de la version originale est beaucoup plus honnête que celui de la réimpression. À ceux enfin qui s'étonneraient de voir le nom de Wynne-Edwards dans la liste des invités, on peut dire que, aux yeux de qui était actif dans le domaine au cours des années 60, ce véritable Antéchrist de l'orthodoxie sociobiologique a certainement été un des catalyseurs majeurs du développement de la «nouvelle synthèse».

Les instructions données aux auteurs semblent avoir été assez vagues, du type «veuillez nous fournir une autobiographie scientifique». En conséquence, les 19 contributions sont très variées en termes de style, organisation, longueur, et, surtout, de contenu. Chaque auteur a visiblement une opinion bien personnelle de ce qu'on met ou ne met pas dans une autobiographie scientifique, et Dewsbury s'est heureusement gardé de mettre de l'ordre là-dedans, sauvant ainsi l'ensemble de ce qui aurait pu être une effroyable monotonie. Les

contributions se suivent par ordre alphabétique des noms d'auteurs, ce qui explique le voisinage paradoxal de Wilson et Wynne-Edwards. Mais on est libre de suivre l'ordre qu'on veut. J'ai personnellement choisi l'ordre chronologique, de Richter (né en 1894) à Manning (né en 1930). J'y ai pris un grand intérêt, mais j'avoue avoir eu tendance à sauter les passages proprement scientifiques un peu comme, enfant, je sautais les « descriptions » à la lecture des *Trois mousquetaires* ou de *Michel Strogoff*. Mon attention a plutôt été retenue par les aspects humains de ces textes : qui sont ces gens, quels aspects de leur vie en général (enfance, famille, événements politiques, passe-temps...) jugent-ils devoir être mentionnés dans leur autobiographie scientifique. Le fait qu'ils soient 19 permet peut-être de dégager certaines tendances générales, voire même un portrait-type.

Ils sont tous de sexe masculin, et sont tous nés et ont fait l'essentiel de leurs carrières aux États-Unis, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas ou dans les pays germanophones. Ils sont pratiquement tous issus d'un milieu bourgeois, leurs pères étant volontiers enseignants ou médecins. Ils ont pratiquement tous couru les bois, les dunes ou les marais dès leur plus jeune âge pour assouvir une passion quasi obsessionnelle d'observer ou collectionner oiseaux, têtards, fourmis et papillons, voire même des plantes. Leurs performances scolaires ont été très variables, allant d'excellentes (Scott, Wilson) à carrément médiocres (Eibl-Eibesfeldt, Hediger, Tinbergen). Certains se disent bourreaux de travail (Wilson), d'autres plus ou moins paresseux (Scott, Tinbergen). La plupart se sont mariés, une seule fois comme il sied à des gens de ce milieu socio-culturel nés avant 1930. Leurs épouses étaient elles-mêmes souvent biologistes, et ont souvent collaboré aux travaux scientifiques de leurs *leaders* d'époux. Ceux qui ont jugé leurs passe-temps extra-professionnels dignes de figurer dans leur autobiographie scientifique ont souvent excellé dans le sport (Fuller, Richter, Scott, Tinbergen); d'autres ont eu des passions plus artistiques (Dethier pour l'écriture romanesque, Marler pour la peinture) ou mécaniques (Griffin pour les avions, Lorenz pour les motos). Manning s'affiche « *ecofreak* » et Maynard Smith a fait de l'agitation politique. On peut raisonnablement penser qu'ils ont tous reçu une forme ou une autre d'éducation religieuse chrétienne, mais peu mentionnent son influence possible sur leur vie scientifique. Seuls Fuller, Leyhausen, Hinde et Maynard Smith en parlent fort brièvement, ces deux derniers pour annoncer succinctement leur agnosticisme. Ils ont bien entendu tous vécu d'une façon ou d'une autre la deuxième guerre mondiale, et ce qu'ils en disent va de la vie comme combattant ou prisonnier (en général sous forme d'une brève et pudique mention pour expliquer une interruption temporaire de leur carrière), à la difficulté qu'il pouvait y avoir à se procurer des épingles entomologiques.

Parmi les pays dont ces messieurs ne sont pas originaires, le Canada est peut-être celui qui est le plus souvent évoqué, mais de façon assez superficielle et anecdotique, il faut bien le dire. On relève ainsi que c'est à Montréal qu'eut lieu la première rencontre directe entre Daniel Lehrman (auteur d'un célèbre article critique à l'égard de Lorenz) et des « éthologistes européens », Baerends et van Iersel en l'occurrence. C'est aussi à Montréal qu'a été fondée l'*Animal Behavior Society* (en 1964), dans le cadre d'un congrès de l'A.A.A.S. Wynne-Edwards a été professeur à McGill pendant une quinzaine d'années, a parcouru la Gaspésie pour des inventaires fauniques et floristiques et ne semble pas avoir développé le moindre contact avec la francophonie locale. Griffin a mené d'historiques expériences de *homing* sur des oiseaux de mer des Maritimes et du Québec, dont il parle de façon fort amusante. Leyhausen a été prisonnier de guerre en Alberta. Scott nous dit textuellement ceci : « *...I might have gone to McGill University in 1940, but did not want to involve my children in the foreign and bitterly divided culture of Quebec* ». Tinbergen adolescent pensait émigrer au Canada. Plus tard, il gardera un souvenir amer du chahutage dont il a été l'objet à Vancouver de la part de maoïstes locaux qui lui reprochaient sa prétendue collaboration politique avec les nazis (ce qui est pour le moins paradoxal quand on sait que Tinbergen a été interné plusieurs années comme prisonnier-otage par ces mêmes nazis).

Je ne doute pas que le plaisir et l'intérêt que j'ai pris à lire cet ouvrage viennent de ce que, moi-même à peine plus jeune que le plus jeune des autobiographes, j'accrole facilement la plupart de ce qui s'y raconte à des souvenirs personnels (modestes, il va sans dire). Je serais en revanche très surpris que les jeunes générations, ou même des personnes plus âgées mais qui n'auraient pas fréquenté avec assiduité les Conférences internationales d'éthologie des années 60 et 70, y trouvent les mêmes satisfactions. La raison en est je crois que, au-delà des anecdotes, des justifications et de (quelques) règlements de comptes, l'ensemble de ces textes ne fournit pas une vue cohérente de l'histoire du développement de l'étude scientifique du comportement animal.

Jacques BOVET

Département de biologie  
Université Laval  
Sainte-Foy, Québec

FIROR, J., 1990. **The changing atmosphere. A global challenge.** — Yale University Press, New Haven, 145 p., 14,5 × 22 cm. Couverture rigide, relié toile, 19,95 \$ US.

La conscience planétaire croissante du public a été grandement stimulée par les succès technologiques des

moyens de communication; le Monde est maintenant dans nos salons. Les événements qui se déroulent dans une partie du Globe ont leur écho chez-nous. Malgré la distance très grande qui nous sépare parfois d'un événement naturel ou sociétal, on se sent de plus en plus partie prenante, pour le meilleur et pour le pire. Les problèmes de l'environnement font partie de cette cascade d'information qui défile devant nous quotidiennement, et à laquelle on accorde de plus en plus d'attention. Avec une planète surpeuplée et une exploitation sans précédent des ressources naturelles, nous sommes confrontés en cette fin de siècle technologique à des problèmes écologiques qui dépassent les frontières politiques et les continents. Les médias ont joué un rôle capital dans cette prise de conscience collective de l'état de la planète, parfois même en «créant» l'événement. En Europe de l'Ouest, par exemple, on reconnaît que la dégradation des forêts par les pluies acides a été avant tout un phénomène médiatique dont l'influence a probablement été bénéfique par une plus grande sensibilisation du public face à la détérioration progressive du milieu. Cela ne s'est pas fait sans difficultés sur le plan de la qualité de l'information et de l'éthique journalistique, le «vrai et le faux» étant perpétuellement en chassé-croisé.

Le but de John Firor dans cet essai est de nourrir davantage notre conscience planétaire, cette fois à partir du témoignage d'un scientifique sur les grands problèmes écologiques de l'heure: les pluies acides, la couche d'ozone et le réchauffement du climat. L'idée lui est venue d'écrire ce livre à la suite de ses nombreuses conférences sur le sujet ou, dit-il, les gens, confiants en la qualité des données scientifiques, étaient plutôt intéressés à l'entendre parler du devenir de notre planète. Comme il existe une pléthore d'articles scientifiques et de rapports techniques qui résument fort bien l'état de nos connaissances en la matière, l'auteur a préféré opter pour une présentation vulgarisée de ces grands problèmes et suggérer quelques moyens pour les réduire ou même les éliminer.

Le livre comprend sept chapitres fort bien intégrés, où l'on peut facilement suivre la démarche cohérente de l'auteur. Dans le premier chapitre, très court, il nous rappelle que l'atmosphère que nous respirons n'est pas un phénomène à part. Selon ses propres termes, elle est le produit de nous-mêmes et des autres êtres vivants, le résultat de la longue histoire géologique du monde biologique. Les trois chapitres suivants, qui constituent le cœur de l'ouvrage, abordent le problème des pluies acides, de l'ozone stratosphérique et du réchauffement climatique. Dans chacun de ces chapitres, Firor explique d'abord la nature du problème, parfois avec un détour historique instructif (le cas des pluies acides), en le situant dans le contexte de l'évolution naturelle de l'atmosphère, à l'échelle des siècles et des millénaires. J'ai bien aimé la manière de procéder de l'auteur en ce qui regarde l'origine des pluies acides et leurs effets dans le milieu. L'auteur reconnaît le fait que les dommages

par les pluies acides sont bien ressentis dans les écosystèmes aquatiques, alors que dans les forêts le phénomène paraît plus complexe. Il montre que les pluies acides ne sont pas seulement le lot des sulfates et de l'acide sulfurique, mais que l'acide nitrique et les oxydes d'azote, de source différente, comptent pour plus de la moitié de l'acidité totale des précipitations. Il présente une très bonne description du rôle géophysique et biologique de l'ozone stratosphérique et du problème de sa dégradation par l'activité catalytique des gaz chlorofluorocarbonés (CFC).

Le problème du changement climatique est traité plus en longueur que les deux précédents, à cause de son impact plus perceptible sur l'ensemble des écosystèmes du globe. C'est par le biais du carbone radioactif qu'il nous introduit au phénomène de la hausse progressive du contenu en gaz carbonique dans l'atmosphère. Il montre par des documents paléocologiques que la hausse marquée du gaz de serre dans l'atmosphère est un phénomène récent, qui date du début de la Révolution industrielle. Dans sa présentation, Firor suppose que la hausse de la température du globe enregistrée au 20<sup>ième</sup> siècle est directement causée par l'augmentation des gaz de serre dans l'atmosphère. Si l'augmentation devait se poursuivre au rythme actuel, on peut prévoir une hausse substantielle de la température au 21<sup>ième</sup> siècle, ce que les modèles géophysiques indiquent. Il consacre tout un chapitre à convaincre le lecteur de l'imminence du changement climatique et, à cet égard, il prend un bon nombre de pages pour démontrer l'existence tangible de l'effet de serre. La comparaison qu'il fait entre les atmosphères de Mars, de la Terre et de Vénus est assez saisissante.

Firor est un incondicional de la modélisation du système climatique. Tout en reconnaissant leurs faiblesses, il signale que les modèles de prédiction climatique sont fiables dans 66 % des cas; sa thèse est tout à fait convainquante. Il consacre son avant-dernier chapitre à l'attitude générale de nos sociétés vis-à-vis l'environnement. Il juge dangereuse la trop grande confiance qu'ont les gens envers le progrès technologique qui, aux dires de plusieurs, devrait nous permettre de régler les problèmes atmosphériques évoqués plus haut. Il conclut son ouvrage en proposant une alternative différente au développement, afin d'atténuer notre impact sur l'atmosphère. Cela exigera des changements de comportement et d'habitudes de consommation, et une collaboration internationale accrue, vu la nature des problèmes.

Ce livre constitue avant tout un ouvrage de vulgarisation. L'auteur a, du reste, fait la démonstration de ses qualités d'excellent vulgarisateur. L'ouvrage se lit facilement, de la première à la dernière page; le style est simple, direct et laconique. La qualité de ce livre réside avant tout dans sa grande cohérence et la logique de sa démonstration. L'auteur n'a pas tout considéré, à cause de l'ampleur de la tâche, mais il a réussi en peu de pages à synthétiser et rendre accessibles au non initié

des concepts et des données complexes, sur des problèmes qui nous concernent tous. Parmi les quelques points faibles de l'ouvrage, il y a le manque d'analyse critique de certaines données, notamment celles qui ont trait au changement climatique récent relié à l'augmentation du gaz carbonique. Ce livre s'adresse à tous les gens intéressés aux grands problèmes écologiques. Les étudiants des collèges et des universités pourraient y trouver une source d'information générale valable. Il mérite d'être consulté en bibliothèque, à cause de son prix élevé pour ce genre d'ouvrage, de petit format, de peu de pages et d'illustrations.

Serge PAYETTE

Département de biologie  
Université Laval  
Sainte-Foy, Québec

HILLIS, D. M. & C. MORITZ (ed.). 1990. **Molecular Systematics**. — Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, xvi + 588 p., 17,5 × 25,5 cm. Couverture souple, reliure spirale, 37,95 \$US; couverture rigide, relié toile, 65 \$US.

During the past two decades, immense strides have been made in the application of molecular techniques to systematics. Newcomers to this rapidly expanding field will find that there are currently available a number of books detailing a plethora of molecular techniques, which might be usefully applied to address problems in molecular systematics, and also texts dealing with the analysis of such data. However, there remained a real need for a book that not only provided protocols, but which covered such important aspects as planning, execution and analysis of a molecular systematics study. *Molecular Systematics* is such a book.

The book begins with an introductory chapter in which Moritz and Hillis provide a brief history of molecular systematics. They then proceed to discuss a number of controversies in the use of molecular data, in particular the role of molecules versus morphology, the constancy of evolutionary rates, and the neutrality of molecular variants. Throughout this discussion, they take a very practical and nonconfrontational approach. The chapter concludes with a section in which they discuss data quality and clarify the meaning of «homology» in molecular systematics.

The remainder of the book is divided into three sections: *Sampling*, *Molecular Techniques*, and *Analysis*. Part 1, *Sampling*, consists of two chapters, one on sampling design by Baverstock and Moritz, and the other on collection and storage of tissues by Dessauer, Cole and Hafner. These chapters provide an excellent introduction to designing a study and to dealing with the many practical problems which one often encounters in the field collection of samples. I found the advice on air

transportation of samples stored in dry ice and liquid nitrogen particularly useful, although in my experience, problems involved with transporting samples by air in liquid nitrogen containers have come from dealing with airport security personnel, rather than with regulations imposed by or upon the airline companies.

The second part, *Molecular Techniques*, consists of six chapters. Each of these chapters is set out in the same way, covering principles and a comparison of methods, applications and limitations, laboratory setup, protocols, interpretation and troubleshooting, and an appendix covering stock solutions. Analysis of proteins is divided into a chapter on isozyme electrophoresis by Murphy, Sites, Buth and Hauffer, and one on immunological techniques by Maxson and Maxson, while molecular cytogenetics are covered in a single chapter by Sessions. There are three chapters dealing with analysis of nucleic acids, the first on DNA-DNA hybridization by Werman, Springer and Britten, the second covering restriction site analysis by Dowling, Moritz and Palmer, while the third by Hillis, Larson, Davis and Zimmerman covers sequencing. Generally all these chapters are well put together and the troubleshooting sections are particularly welcome. Moreover, the protocols are not just presented in a cookbook fashion. Thus, the rationale for each procedure is documented, along with useful tips and pitfalls. Unfortunately, the chapter on restriction site analysis seemed somewhat disjointed, possibly through attempting to deal with different types of molecules (animal and plant mitochondrial DNA, chloroplast DNA and nuclear DNA) in one chapter within the rigid structure imposed by the editors. Also, the measurements on the apparatus described in this chapter were in inches, rather than metric as in other chapters. However, neither of these minor criticisms affect the quality of the information presented. I was, however, particularly disappointed that only starch gel methodology was covered in the chapter on isozyme electrophoresis. Scant mention was given to other techniques, such as cellulose acetate gel electrophoresis, which is particularly valuable for small invertebrates and seeds, or on the potential use of two dimensional electrophoresis.

The third and final part, *Analysis*, consists of three chapters: a chapter on intraspecific differentiation by Wier, and one on phylogeny reconstruction by Swofford and Olsen, concluding with an overview of applications of molecular systematics by Hillis and Moritz. I found these chapters to be essential reading, especially the last one. The chapter by Wier includes a listing of computer programs for the analysis of intraspecific differentiation using haploid or diploid data, while Swofford and Olsen provide information on the sources of four computer packages commonly used for phylogenetic analysis of molecular data. The final chapter provides a useful summary of relevant applications of molecular techniques to particular systematic

problems; I suspect that their Table 1 will make frequent appearances in the classroom. Hillis and Moritz conclude this chapter with a caveat on making predictions of divergence times from molecular data, paying particular attention to the importance of considering the magnitude of the confidence intervals on such time predictions.

My main problem with this book is purely practical, rather than scientific. In the comb bound copy that I received, the comb appeared to be too small, making the turning of pages a tiresome process. This problem is particularly annoying in a book consisting largely of laboratory protocols. A slightly larger coil would greatly enhance the "hands on" use of this book. However, despite this point and the few minor criticisms noted above, this is a really excellent book and I would strongly recommend it to anyone with an interest, or developing an interest, in the field of molecular systematics.

Neil BILLINGTON

*Zoology Department  
University of Guelph  
Guelph, Ontario*

LAVENDER, D. P., R. PARISH, C. M. JOHNSON, G. MONTGOMERY, D. VYSE, R. A. WILLIS & D. WINSTON (ed.), 1990. **Regenerating British Columbia's forests**. — University of British Columbia Press, Vancouver, 372 p., 21,5 × 26,5 cm. Couverture souple, 25,95\$CAN.

Cet ouvrage est un document de référence complet sur la pratique de la régénération des forêts de la Colombie-Britannique. Malgré quelques longueurs théoriques sur certains aspects, tous les éléments conceptuels et méthodologiques importants y sont rassemblés avec simplicité et clarté. Des illustrations généreuses et une mise en page étudiée viennent soutenir un contenu scientifique et pratique qui répond de façon satisfaisante aux critères de l'excellence et où les initiés comme les non initiés trouveront leur profit. Les sylviculteurs pourront y retrouver les principales informations qui leur sont nécessaires pour prévoir les effets de leurs interventions.

Outre une liste de références de plus de 500 titres et un index détaillé des sujets, 22 thèmes sont traités par des experts du domaine, sous cinq grandes sections non titrées. La première section traite de la problématique de la régénération des forêts en Colombie-Britannique du point de vue historique, dans ses aspects politiques et financiers, et selon ses principes physiologiques et écologiques. Chacun des thèmes qui composent cette première section est assez bien équilibré sauf celui qui aborde l'évaluation financière des activités de régénération, trop théorique et laissant les lecteurs sur leur faim en ce qui concerne la réalité financière de la pratique de la régénération des forêts.

La deuxième section du document porte sur la planification et le contrôle des programmes de régénération des forêts. La théorie de la planification occupe beaucoup de place dans le chapitre 7. Elle constitue cependant une bonne base d'information, nécessaire pour le suivi des programmes de régénération qui sont traités en faisant largement appel à la pratique dans les deux chapitres suivants.

La section centrale du document touche le cœur de la pratique sylvicole de cette province, qui s'est tournée résolument vers la régénération des sites forestiers productifs. Le chapitre 10 est bien articulé autour des systèmes de régénération classiques pour aboutir à un tableau-guide sur le choix de la méthode de régénération appropriée aux conditions de la station. Les trois chapitres qui suivent viennent compléter l'information technique sur les divers moyens utilisés dans la préparation du site, laquelle est préalable à la mise en régénération par la voie naturelle ou artificielle: le feu, la préparation mécanique et l'usage des sylvicides y sont largement traités à la lumière de la pratique.

La quatrième section rassemble des dossiers sur la production de semences améliorées, la production de plants destinés à la plantation et les pratiques de régénération des peuplements par plantation et ensemencement. Le chapitre 14 plaide pour l'amélioration des stocks de reproduction des arbres, qui exige un effort soutenu, en particulier dans les programmes de création des vergers à graines. Un programme d'action est proposé par les auteurs pour répondre aux besoins immédiats en semences de qualité. Les chapitres 15 à 18 sont plus techniques sans pour autant délaissier les éléments théoriques essentiels. Le praticien y retrouvera les informations utiles à la réflexion et à la prise de décision en ce qui concerne autant la production des moyens biologiques associés à la régénération artificielle, que les pratiques de plantation et d'ensemencement d'arbres en milieu forestier.

La dernière section constitue un complément d'information essentiel aux praticiens. Nous y retrouvons quatre dossiers: contrôle de la végétation compétitrice, maladies associées à la reforestation, insectes associés à la reforestation et contrôle des dommages par les mammifères. Ces informations permettent de faire de meilleures prévisions sur le succès des interventions associées à la régénération de la forêt, et de prendre les moyens nécessaires pour réduire au minimum les conditions favorables à ces principaux agents qui interviennent négativement dans l'action sylvicole.

Il s'agit somme toute, d'un document à mettre entre les mains des sylviculteurs particulièrement intéressés au renouvellement des forêts de l'ouest canadien, et de tous les forestiers impliqués dans la pratique de la régénération des forêts.

Marius PINEAU

*Département des sciences forestières  
Université Laval  
Sainte-Foy, Québec*



POMARÈDE, M., 1990. **La couleur des oiseaux et ses mystères**. — Armand Colin Éditeur, Paris, 159 p., 22,5 × 28 cm. Couverture rigide, relié toile, 260FF.

Qui ne s'est pas déjà interrogé sur l'origine des couleurs de l'ocelle du paon, ou sur le rôle des couleurs éclatantes de certains oiseaux. Pourtant, ces questions seraient probablement sans réponses si ce n'avait été de l'intérêt soutenu d'un petit nombre de scientifiques, au cours des décennies, pour le problème de la coloration des oiseaux. Le résultat est une véritable mine d'information. La quête de l'origine des couleurs et de ses fonctions aura nécessité des contributions dans les domaines de l'anatomie, la biochimie, la physique, la génétique et l'étude du comportement. Cela témoigne de la nature véritablement multidisciplinaire du sujet.

L'étude de la coloration des oiseaux n'est pas terminée pour autant. En effet, malgré les progrès réalisés, les causes de l'évolution de la coloration chez les oiseaux demeurent encore essentiellement inconnues. Décidément, un ouvrage décrivant les connaissances actuelles sur la coloration des oiseaux et discutant des problèmes courants serait à ce moment-ci hautement souhaitable et vivement apprécié. C'est dans cette veine que la récente publication du livre de Pomarède a capté mon attention. Malheureusement, cet ouvrage n'est pas du calibre espéré et représente plutôt un écrit de vulgarisation sur un sujet captivant.

Pomarède couvre une variété de sujets reliés à la coloration des oiseaux. Il aborde tour à tour la biochimie, l'histologie, la physique, l'écologie et la génétique, et cela d'une façon très intelligible. Le texte, d'une présentation agréable, est agrémenté de plusieurs figures et photographies, mais il n'y a aucune référence à la fin de l'ouvrage.

Le livre est divisé en huit chapitres. Pomarède introduit d'abord les oiseaux, traite de leur origine, et documente la distribution des couleurs chez les oiseaux. Il traite ensuite du problème de la naissance des couleurs. Dans cette importante section, l'auteur décrit les divers pigments et structures de la plume responsables des couleurs. Dans les deux chapitres suivants, il rappelle l'influence prépondérante de l'environnement et de la sexualité sur la coloration des oiseaux. Il y discute aussi des fonctions de la coloration. Finalement, dans deux sections additionnelles, il aborde la question de l'hérédité de la couleur, chez les oiseaux en général et chez les oiseaux d'élevage.

Les limites du livre sont plus visibles que ses mérites. En particulier, le lecteur averti découvre de nombreuses faiblesses dans la rigueur et la précision. D'abord, les inexactitudes abondent. Une malheureuse conséquence de cet état de choses est que l'on perd rapidement confiance dans le matériel présenté. Par souci de brièveté, je ne signale que les exemples suivants. Il est *faux* que : le carotène est responsable de la couleur orange du plumage de certains oiseaux (p. 49)

(il ne se rencontre que très rarement dans le plumage); la mélanine est une protéine (p. 51) (elle ne contient pas de liens peptidiques); la phaeomélanine est un produit de remplacement apparaissant chaque fois que la mélanisation n'aboutit pas à son terme normal qu'est l'eumélanine (p. 54) (la phaeomélanine est un polymère apparenté à l'eumélanine et non un de ces précurseurs); la touracine contient du fer (p. 54) (elle contient du cuivre); la couche structurale des plumes bleues secrète des microgranules constitués de mélanine globulaire (p. 58) (la couche structurale est remplie de microvacuoles, et aucune mélanine n'y est présente); de nombreuses microlamelles parallèles et rectilignes, séparées d'air, sont responsables des couleurs iridescentes (p. 66) (ce sont plutôt des mélanosomes régulièrement espacés qui agissent comme microlamelles); le chromosome Y «est à l'origine d'une sécrétion de testostérone qui provoque la différenciation des glandes génitales dans le sens mâle» (p. 117) (la testostérone est produite par la glande génitale développée; elle ne la précède pas).

L'auteur présente aussi plusieurs idées personnelles sans fondement empirique solide, par exemple : la couleur est une acquisition relativement récente chez les oiseaux (p. 3); l'acquisition de la couleur bleue nuptiale du bruant indigo implique une transformation chimique de la mélanine longtemps après que la plume ait été formée (ce qui, à mon avis, est invraisemblable); les gènes impliqués dans la coloration se divisent en gènes de structure, de contrôle et de localisation (p. 112). Cela manque simplement de réalisme.

La rédaction est parfois maladroite. Cela peut être particulièrement pénible pour les sujets difficiles. Quelques exemples : «La lumière réfléchiée par les faces latérales des barbes est plus importante et elle va, en plus, frapper les barbules qui la réfractent» (p. 56); «la mélanine est dans le plan des barbules et les microlamelles lui sont perpendiculaires» (p. 67). La description du phénomène d'interférence chez les oiseaux-mouches est simplement incompréhensible (p. 69).

Finalement, et bien qu'il s'agisse d'un ouvrage de vulgarisation, je suis attristé du manque de profondeur du texte. Plusieurs découvertes récentes sur l'origine des couleurs et ses fonctions n'apparaissent pas. Une grande partie de la littérature sur les pigments et les couleurs structurales n'est pas mentionnée. La section sur l'hérédité contraste cependant à cet égard : on croirait que la majorité du matériel présenté est le fruit singulier du travail de l'auteur, et qu'une portion importante de la littérature a été, par le fait même, escamotée.

Malgré les réserves soulevées, j'estime que toute bonne bibliothèque devrait avoir une copie du livre de Pomarède. Il comble une lacune importante de la littérature ornithologique. En outre, les sections sur l'hérédité et les variétés d'élevage regroupent des connaissances rarement accessibles et sont bien écrites. Il est fâcheux que la majorité des problèmes soulevés ici auraient pu être évités si le manuscrit avait été évalué

par des pairs avant d'être publié. J'aimerais croire que cet ouvrage en inspirera plusieurs à étudier la coloration des oiseaux. Car, si le sujet est relativement peu connu et difficile, il peut être passionnant.

Jocelyn HUDON

*Department of Veterinary Anatomy  
University of Saskatchewan  
Saskatoon, Saskatchewan*

TOMELLERI, J. R. & M. E. EBERLE, 1990. **Fishes of the Central United States.** — University Press of Kansas, Lawrence, xv + 226 p., 17,6 × 25,5 cm. Couverture rigide, 35 \$US; couverture souple, 17,95 \$US.

Il n'y a certainement pas pénurie d'ouvrages généraux sur les poissons d'eau douce d'Amérique du Nord. Celui-ci est toutefois le premier à traiter en détail des poissons du centre des États-Unis, couvrant ainsi une vaste superficie qui s'étend du Dakota au Texas et du Colorado à l'Illinois. Et la tâche n'était pas mince, cette région possédant une diversité des plus riches en poissons d'eau douce. Par le biais de textes et d'illustrations en couleur, les auteurs traitent au total de 120 espèces sur les quelque 200 ou plus retrouvées sur l'aire d'intérêt et qui représentent trente familles parmi les plus importantes en Amérique du Nord. Ce livre couvre donc de manière détaillée cette importante région du point de vue ichthyologique et donne un bon aperçu de la diversité des poissons d'eau douce habitant le continent nord-américain. Alors que la majorité des travaux du genre sont habituellement consacrés surtout aux espèces d'importance sportive ou commerciale, Joseph Tomelleri et Mark Eberle ont accordé autant d'attention aux espèces de « moindre importance » et plus discrètes.

Ce livre n'est ni un traité scientifique, ni un guide d'identification. Aucune clé ou schéma d'identification et aucune carte de répartition n'y figurent. L'objectif visé par les auteurs est plutôt de procurer, à travers un style divertissant, une introduction générale à la diversité ichthyologique du centre américain à quiconque s'intéresse aux poissons. Les textes, bien documentés mais non techniques, sont un mélange intéressant de notes puisées autant dans la littérature scientifique que vulgarisée. Ils sont souvent agrémentés d'anecdotes folkloriques et présentés sous une forme narrative colorée, jadis populaire mais rarissime de nos jours dans ce genre d'ouvrage. Par exemple, on y raconte que les esturgeons de lac étaient jadis séchés pour servir de combustible aux bateaux à vapeur sur la rivière Détroit ou encore, qu'il faut faire attention de ne pas confondre une espèce de Lépisosté nouvellement décrite sous le vocable de *sea gar* avec les *Cuba's cigars*!

L'ouvrage suit un plan très standard et est divisé en trente chapitres correspondant à chacune des familles.

Un texte général les introduit, renseigne sur la diversité, l'abondance, la répartition générale et l'importance commerciale ou sportive de chacune, puis traite de certains aspects généraux de l'écologie, du comportement et de l'habitat. Pour chaque espèce, on retrouve premièrement une liste abondante de noms vernaculaires anglais (qui peut être fort utile pour se retrouver dans la nomenclature très changeante et souvent régionale des poissons), de même qu'une description de l'origine du nom scientifique. Trois brèves rubriques décrivant l'aire de répartition de l'espèce, les tailles usuelles et records, et mentionnant son statut dans le centre des États-Unis, précèdent une description sommaire de la morphologie, de l'habitat et du comportement.

Mais il y a plus, et là réside toute l'originalité et l'importance du présent ouvrage. En effet, il est évident que le texte a servi ici de prétexte pour encadrer les superbes illustrations en couleurs de Tomelleri. Celles-ci sont les plus impressionnantes qu'il m'ait été donné d'apprécier. D'un style classique, elles représentent les poissons de façon on ne peut plus réaliste et conservent le souci du détail anatomique qui reflète bien le sens aigu de l'observation et tout le talent de l'artiste. Que ces œuvres aient de plus été réalisées aux crayons de couleur est un véritable tour de force. Afin d'obtenir des spécimens de qualité et de capter leur beauté naturelle, les auteurs n'ont pas hésité à parcourir plus de 16 000 milles (25 600 km!) pour capturer eux-mêmes les 120 espèces décrites. De plus, Tomelleri n'a mis pas moins de 30 heures en moyenne, et dans certains cas jusqu'à 50 heures, à la réalisation de chaque figure.

Au total 163 illustrations sont présentées. Pour les espèces au dimorphisme sexuel prononcé, les deux sexes sont souvent illustrés. Pour d'autres, comme par exemple certaines espèces d'achigans, différentes races ou sous-espèces figurent également. Quelques espèces présentées n'avaient pas encore été illustrées en couleur et d'autres jamais illustrées auparavant. Certaines familles font l'objet d'une attention toute particulière compte tenu de leur diversité et de leur beauté. C'est le cas des Centrarchidés, représentés par 38 (près du quart des 163) illustrations. Inversement, d'autres groupes sont nettement sous-représentés avec seulement 25 des 50 espèces illustrées pour les Cyprinidés et 9 des quelque 40 espèces de dards (Percidés) de la région. Ce fait est très regrettable puisque plusieurs membres de ces deux familles sont parmi les plus impressionnants par leur coloration en période nuptiale. Certaines illustrations, par exemple celles de l'esturgeon du lac, de l'anguille, de certains Salmonidés comme la truite brune ou l'omble de fontaine, et de la perchaude donnent l'impression d'avoir été réalisées « à la sauvette » et tranchent nettement avec le niveau de qualité auquel nous convie Tomelleri d'une planche à l'autre. À part ces quelques exceptions, *Fishes of the Central United States* est un régal pour l'esprit et davantage pour l'œil.

Ce livre devrait faire partie de la bibliothèque personnelle de tous ceux et celles, naturalistes amateurs, pêcheurs, scientifiques, qui s'intéressent aux poissons. Nul doute qu'il s'inscrira parmi les pièces maîtresses de l'art animalier.

Louis BERNATCHEZ

*Institut des sciences de l'évolution  
Université de Montpellier II  
F34095 Montpellier Cedex 5  
France*

VANDER WALL, S. B., 1990. **Food hoarding in animals**. — University of Chicago Press, Chicago, xii + 445 p., 18 × 25.5 cm. Couverture souple, 29,95 \$ US; couverture rigide, 76 \$ US.

Dans *Food hoarding in animals*, Vander Wall nous propose un ouvrage synthétique sur un phénomène étonnamment diversifié: l'amassage de nourriture «chez les animaux» (pouvait-il s'agir de plantes?). Ce qu'il y a de nouveau dans cette synthèse c'est qu'elle inclut aussi l'approvisionnement massif (*mass provisioning*) chez certains arthropodes comme par exemple les guêpes, les fourmis et les araignées, qui emmagasinent la nourriture pour assurer le développement de leur progéniture. On pourrait sûrement débattre de cette nouvelle conception de l'amassage, mais l'ouvrage a le mérite de tenter une synthèse ambitieuse d'un phénomène qui déborde, de toute évidence, le cadre de l'amassage chez les traditionnels rongeurs et oiseaux.

Le premier chapitre définit l'amassage (*hoarding*) comme étant tout comportement visant, d'une part, à conserver la nourriture pour un usage ultérieur et, d'autre part, à soustraire celle-ci à l'exploitation d'autrui. Quand au second chapitre, il explore les causes ultimes de l'amassage à savoir, survivre à des périodes (quotidiennes ou saisonnières) de manque de ressources alimentaires résultant soit d'une baisse de disponibilité de nourriture ou d'un accroissement des besoins.

Le chapitre suivant traite, en cinq parties d'intérêt inégal, de l'évolution de l'amassage. On y retrouve le modèle économique d'Andersson & Krebs (*Anim. Behav.*, 26: 707-711, 1978) qui permit à l'amassage de devenir une véritable industrie de recherche en écoéthologie. Puis suit une section un peu longue sur d'hypothétiques scénarios de séquences évolutives du comportement d'amassage. L'aperçu des spécialisations morphologiques et comportementales liées au transport de la nourriture m'a semblé intéressant. La dernière section traite de la co-évolution des comportements des amasseurs et des caractères morphologiques des graines. Cette section puise abondamment dans les interactions des Sciuridés et Corvidés de l'ouest américain avec certains conifères.

Le chapitre 4 résume comment les amasseurs réussissent à protéger leurs cachettes des décomposeurs et des kleptoparasites. Il passe en revue les modèles prédisant les patrons de dispersion des cachettes. Ce chapitre aborde aussi le problème des proies qui parviennent à s'évader des carnivores en se cachant et présente la germination des graines comme l'équivalent végétal de l'évasion.

Dans l'ordre logique, on s'attendrait donc à ce que le chapitre suivant présente les adaptations permettant aux amasseurs d'augmenter la probabilité de retrouver leurs cachettes (ce sujet n'est abordé qu'au chapitre 6). Au lieu de cela, le chapitre 5 aborde les causes proximales internes et externes de l'amassage: la génétique, la séparation partielle ou totale des systèmes motivationnels de la faim et de l'amassage, l'ontogénèse, les différences sexuelles, les effets hormonaux, la température, la photopériode et l'état des cachettes. Il est rare de nos jours qu'un auteur tente de présenter dans le même ouvrage, même de façon inégale comme c'est le cas ici, une synthèse des approches proximales (mécanismes) et ultimes (fonction évolutive). La place incongrue de ce chapitre dans le livre est sans doute symptomatique du problème posé par la tentative d'intégrer les deux approches. L'effort est néanmoins louable et nous permet de constater l'énorme contraste entre les deux traditions de recherche. Le contraste plus notable, sans doute, est le faible nombre d'espèces, principalement des rats et souris de laboratoire, qui ont été l'objet d'études proximalistes, comparativement à la variété d'espèces étudiées du point de vue ultime.

Le chapitre 6 traite du recouvrement des cachettes. Sans doute parce que c'est là le domaine de recherche principal de l'auteur, il se lit particulièrement bien. Il nous fournit une revue détaillée des études menées sur la mémoire des Corvidés et Paridés: quelques études démontrent que certaines espèces sont dotées d'une mémoire spatiale phénoménale. Le chapitre se termine par une revue des quelques travaux sur les mammifères et montre le peu d'avancement de nos connaissances sur les mécanismes de recouvrement des cachettes chez des animaux, tels les écureuils, dont la renommée d'amasseur remonte à Aristote.

Le chapitre 7 considère l'amasseur comme vecteur de dispersion pour les arbres (conifères et feuillus), les herbes et arbustes en plus des plantes à bulbes. La dispersion par l'amasseur se distingue de celle du frugivore parce que la récompense végétale pour ce dernier est distincte de la graine, alors que pour l'amasseur, la graine elle-même sert de récompense. Seuls les amasseurs utilisant des cachettes dispersées peuvent être des agents de dissémination. Les engrangeurs, eux, en entassant les graines dans les milieux très peu favorables à leur germination ou à leur développement, agissent plutôt en prédateurs. Ce chapitre présente une valeur certaine pour tous ceux qui s'intéressent aux interactions plantes-animaux.

L'ouvrage se termine par trois chapitres riches en détails sur l'amassage chez les mammifères, les oiseaux et les arthropodes terrestres. On y retrouve une synthèse des informations sur les sites d'amassage, les nourritures amassées et les méthodes d'amassage. Le dernier chapitre, très bref, à peine cinq pages et demi, touche aux relations entre l'amassage et les structures communautaires, un sujet qui mériterait certes plus d'attention.

Ce livre est sûrement indispensable à quiconque travaille ou travaillera sur l'amassage. Il réunit dans un seul ouvrage des informations qui sont dispersées dans des revues consacrées aux oiseaux, aux mammifères et aux insectes, des travaux publiés dans des revues de psychologie, de physiologie, d'écologie et d'éthologie. Pour ma part, j'ai été stimulé par la lecture de certains passages et j'ai beaucoup appris. La lecture du livre en entier, cependant, donne une impression de redon-

dance, les mêmes exemples se répétant à plusieurs endroits, souvent avec presque les mêmes phrases. L'ouvrage ne se prête pas bien à la lecture linéaire d'un bout à l'autre. Chaque chapitre peut être lu indépendamment; c'est peut-être un avantage. Il m'a semblé, en dernière analyse, que l'ouvrage brossait un tableau général fort important, mais que nécessairement, plusieurs occasions d'approfondir ont dû être négligées. Néanmoins, c'est un livre utile, bien fait, illustré de dessins et de photos, qui mérite d'être lu par tous ceux que le comportement et ses conséquences écologiques intéressent, et acheté par ceux qui travaillent sur la problématique de l'amassage.

Luc-Alain GIRALDEAU

*Département de biologie  
Université Concordia  
Montréal, Québec*

## Ouvrages reçus

- ANDREWS, P., 1991. **Owls, caves and fossils.** — University of Chicago Press, Chicago, viii + 321 p., 22 × 28.5 cm. Couverture rigide, relié toile, 39.95 \$US.
- BERGERON, P., 1991. **Évolution temporelle du recrutement de *Mytilus edulis* à Carleton et effet de la prolifération du naissain sur le rendement commercial des boudins.** — Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Dir. Recherche scientifique et technique, Gaspé, Cahier d'information n° 127, 49 p., 21.5 × 28 cm. Broché, gratuit.
- BERGERON, P., 1991. **Évaluation du succès de captage de moules bleues sur deux types de collecteurs à Carleton (Baie des Chaleurs).** — Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Dir. Recherche scientifique et technique, Gaspé, Cahier d'information n° 128, 31 p., 21.5 × 28 cm. Broché, gratuit.
- BILLY, C., 1991. **Glossaire de botanique.** — Éditions Lechevalier, Paris, 272 p., 13.5 × 21 cm. Couverture souple, 220FF.
- BUCKLEY, G. P., 1990. **Biological habitat reconstruction.** — Belhaven Press/Pinter Publishers, London, United Kingdom, ix + 363 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, relié toile, £37.50.
- BUNCE, R. G. H. & D. C. HOWARD (ed.), 1990. **Species dispersal in agricultural habitats.** — Belhaven Press/Pinter Publishers, London, United Kingdom, 288 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, relié toile, £27.50.
- COLLIGNON, J., 1991. **Écologie et biologie marines.** — Masson Éditeur, Paris, xii + 298 p., 16 × 24 cm. Couverture souple, 220FF.
- DEMALSY-FELLER, P. & M.-J., 1990. **Les plantes à graines. Structure. Biologie. Développement.** — Décarie Éditeur, Ville Mont-Royal et Armand Colin Éditeur, Paris, 335 p., 21.5 × 28 cm. Couverture souple, 199FF.
- GORENFLOT, R., 1990. **Biologie végétale. Plantes supérieures. I. Appareil végétatif.** — Masson Éditeur, Paris, xi + 247 p., 15 × 22.5 cm. Couverture souple, 120FF.
- HICKMAN, C. S. & J. H. McLEAN, 1990. **Systematic revision and suprageneric classification of Trochacean Gastropods.** — Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, Science series no. 35, 169 p., 22 × 28 cm. Couverture rigide, relié toile.
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON, 1990. **The Ants.** — Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, xii + 732 p., 24 planches en couleurs, nombreuses illustrations et photos en noir et blanc, 26.5 × 31 cm. Couverture rigide, relié toile, 65 \$US.
- JACKSON, M., B. V. FORD-LLOYD & M. L. PARRY, 1990. **Climatic change and plant genetic resources.** — Belhaven Press/Pinter Publishers, London, United Kingdom, 16 × 24 cm. Couverture rigide, relié toile, £25.
- LÜNNING, K., 1990. **Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology.** — John Wiley & Sons Canada, Rexdale, Ontario, xiii + 527 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, 89.95 \$US. Traduction et révision de l'ouvrage publié en allemand en 1987.
- NITECKI, M. H. (ed.), 1990. **Evolutionary innovations.** — University of Chicago Press, Chicago, x + 304 p., 15.3 × 23 cm. Couverture souple, 17.95 \$US; couverture rigide, 44.95 \$US.
- OZENDA, P., 1991. **Les organismes végétaux. Tome 2: Végétaux supérieurs.** — Masson Éditeur, Paris, viii + 258 p., 15 × 22.5 cm. Couverture souple, 125FF.
- ROBITAILLE, J. A. & Y. MAILHOT, 1989. **Répertoire bibliographique des poissons d'eau douce et diadromes du Saint-Laurent, 1900-1987.** — Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Dir. Gestion des espèces et des habitats et Dir. régionale Mauricie, Bois Francs, Rapp. tech., Québec, 81 p., 21.5 × 28 cm. Broché, gratuit.
- ROSS, R. M. & W. D. ALLMON (ed.), 1991. **Causes of evolution. A paleontological perspective.** — University of Chicago Press, Chicago, xiii + 479 p., 15 × 23 cm. Couverture souple, 24.95 \$US; couverture rigide, 65 \$US.
- SELANDER, R. K., A. G. CLARK & T. S. WHITTAM (ed.), 1990. **Evolution at the molecular level.** — Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, xii + 350 p., 15.5 × 23 cm. Couverture souple, 28.95 \$US; couverture rigide, 55 \$US.
- WEN-HSIUNG LI & D. GRAUR, 1991. **Fundamentals of molecular evolution.** — Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, xv + 284 p., 18.5 × 23 cm. Couverture souple, 22.95 \$US.



## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le *Naturaliste canadien* (*Revue d'écologie et de systématique*) publie dans 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 *quatre* exemplaires à l'adresse suivante: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada). Téléphone (418)-656-3188; télécopieur (418)-656-2346.

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 50 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 italique; (2) les notes infrapaginales 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); (4) les sous-titres, lorsque nécessaires, doivent être courts.

### 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon les normes adoptées dans le «World List of Scientific Periodicals».

### ILLUSTRATIONS

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. Quatre 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 ou l'équivalent (mais non à la machine à écrire ou par l'imprimante d'un ordinateur). Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 2 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir trois 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 représentera 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. Les illustrations seront rendues aux auteurs sur demande.

### FRAIS

La revue n'impose aucun frais aux auteurs par page publiée, mais elle invite ceux qui le peuvent à contribuer aux frais de publication.

Par ailleurs, la Direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par article, et ses frais de composition de tableaux à trois tableaux par article. Les clichés additionnels, les hors-textes, les tableaux démesurés ou trop denses, de même que les corrections d'auteur, sont entièrement à la charge des auteurs.

### TIRÉS À PART

La revue offre gracieusement vingt-cinq tirés à part de chaque article.

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL

Are considered for publication in "*Le Naturaliste canadien*" (Revue d'écologie et de systématique) 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 *four copies* to: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada). Tel. (418)-656-3188, FAX (418)-656-2346.

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 50 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, Acknowledgments, and References.

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; (4) subtitles must be reduced to a minimum.

### 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the general rules used in the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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. Four complete sets of photographs must be submitted.

*Drawings* should be made with black india ink on white drawing paper. All lettering should be made with a lettering system (but no part of it type-written nor computer-printed). All lettering must be sufficiently large to be at least 2 mm on final reproduction. One original and three 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. Illustrations will be returned to authors upon request.

### CHARGES

There is no systematic page charges, but any contribution toward cost of publication is welcomed.

The first three Figures and the first three Tables of each paper are free of charge. However, additional Figures, Tables or Figures requiring a fold-out leaf, broad or unusually dense Tables, as well as alterations in proof are fully charged to the author.

### REPRINTS

Twenty-five reprints are offered free of charge.







- BONN, F. — *Remote sensing of soils and vegetation in the U.S.S.R.*  
(P. J. Curran, et al., 1990)
- BOVET, J. — *Studying animal behavior: Autobiographies of the founders*  
(D. A. Dewsbury, ed., 1989)
- PAYETTE, S. — *The changing atmosphere. A global challenge*  
(J. Firor, 1990)
- BILLINGTON, N. — *Molecular systematics*  
(D. M. Hillis & C. Moritz, ed., 1990)
- PINEAU, M. — *Regenerating British Columbia's forests*  
(D. P. Lavender, et al., 1990)
- HUDON, J. — *La couleur des oiseaux et ses mystères*  
(M. Pomarède, 1990)
- BERNATCHEZ, L. — *Fishes of the Central United States*  
(J. R. Tomelleri & M. E. Eberle, 1990)
- GIRALDEAU, L.-A. — *Food hoarding in animals*  
(S. B. Vander Wall, 1990)

## OUVRAGES REÇUS

59

**Numéros thématiques/Special Issues**

**Les forêts décidues de l'hémisphère nord/  
Deciduous forests of the northern hemisphere**  
1977 - vol. 104, n° 1/2, 186 pages, 15 \$.

**L'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent/  
Oceanography of the St. Lawrence Estuary**  
1979 - vol. 106, n° 1, 276 pages, 12 \$.

**Recherches sur la baie d'Hudson et la baie James/  
Scientific studies of Hudson and James bays**  
1982 - vol. 109, n° 3 & 4, 725 pages, 28 \$ pour les deux volumes.

**Estuaire du Saint-Laurent: processus océanographiques et écologiques/  
St. Lawrence Estuary: oceanographic and ecological processes**  
1985 - vol. 112, n° 1, 161 pages, 15 \$.

**Études biologiques du comportement/Biological studies of behavior**  
1986 - vol. 113, n° 3, 69 pages, 15 \$.

**Limnologie fondamentale et effets anthropogéniques  
(précipitations acides et réservoirs)/  
Basic limnology and anthropogenic effects (acid rain and reservoirs)**  
1987 - vol. 114, n° 3, 189 pages, 18 \$.

**Choix de travaux présentés à la 2<sup>e</sup> Conférence internationale des  
entomologistes d'expression française/  
Selected papers of the 2nd international conference  
of French-speaking entomologists**  
1988 - vol. 115, n° 3/4, 186 pages, 20 \$.

Expédiez votre chèque ou mandat à: /Send your cheque or money order to:

Le Naturaliste canadien (Revue d'écologie et de systématique)  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Québec G1K 7P4  
Canada

Centre de documentation du MER



QER A 115 680

ARSENEAULT, Dominique & Luc SIROIS

*Forme et croissance de l'épinette noire [Picea mariana (Mill.) BSP.]  
avant-feu et après-feu en toundra forestière (Québec subarctique)*

1-7

ALBANESE, Paul & John MIDDLETON

*Woody vegetation in a power right-of-way in Short Hills Provincial  
Park, Ontario*

9-12

MERCIER, S., C. GERVAIS & M. M. GRANDTNER

*Les chromosomes B de Claytonia caroliniana Michx en forêt naturelle  
et dans deux emprises électriques*

13-17

PRÉVOST, Marcel, Jean STEIN & André P. PLAMONDON

*Soil water tension in a forest tree nursery: Comparison of three  
types of sensors*

19-24

REEVES, Randall R. & Edward MITCHELL

*Bowhead whales in Hudson Bay, Hudson Strait and  
Foxe Basin: A review*

25-43

COMMUNICATION BRÈVE

DIGNARD, Normand

*Précisions sur la répartition d'Adlumia fungosa (Ait.) Greene  
dans le centre et l'est du Québec*

45-47

(Suite au verso)

(Continued inside back cover)



Volume 117  
Numéro 1  
1990



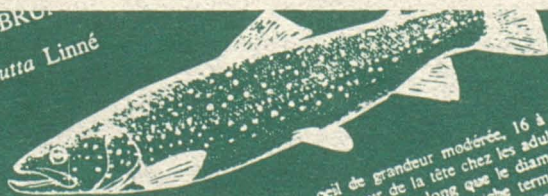
# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 117  
Numéro 2  
1990

FRUITE BRU  
*Salmo trutta* Linné



oeil de grandeur modérée, 16 à 18% de la  
longueur de la tête chez les adultes; m  
diamètre de l'oeil  
diamètre de l'oeil  
diamètre de l'oeil  
diamètre de l'oeil



# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

## RÉDACTEUR

PIERRE MORISSET

## ADMINISTRATEUR

JEAN-MARIE PERRON

## RÉDACTEURS ADJOINTS

CYRILLE BARRETTE  
PIERRE BELLEFLEUR  
EDWIN BOURGET  
CONRAD CLOUTIER  
GILLES LEROUX

## ADJOINTE

LUCE DUMONT

## COMITÉ DE RÉDACTION

DENIS BARABÉ, *Jardin botanique de la ville de Montréal*  
BERNARD BERNIER, *Département des sciences forestières, Université Laval*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
PIERRE COUILLARD, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÊNES, *Centre de recherches phytotechniques, Agriculture Canada, Lennoxville*  
ROBERT GAUTHIER, *Herbier Louis-Marie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval*  
PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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 (Revue d'écologie et de systématique) est placé sous la responsabilité des doyens de trois facultés de l'Université Laval: Faculté des sciences et de génie, Faculté de foresterie et de géomatique et Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Il est publié grâce à des subventions du Fonds F.C.A.R. du Québec pour l'aide et le soutien à la recherche et du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Toute demande concernant les droits de reproduction doit être soumise à: L'Administrateur, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4. Téléphone (418)-656-3188, télécopieur (418)-656-2346.

Toute correspondance touchant les abonnements doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec, G1K 7P4. L'abonnement annuel est de \$ 19 (personnel), \$ 21 (personnel, hors Canada) et \$ 38 (collectif, multi-user). Les étudiants peuvent profiter d'un tarif réduit. Les prix des numéros antérieurs sont disponibles sur demande. Les abonnés canadiens doivent ajouter la T.P.S.

ISSN 0028-0798

Répertorié dans Biological Abstracts, Asher's  
Guide to Botanical Periodicals, Point de repère  
et Canadian Periodical Index

Courrier de deuxième classe — Enregistrement n° 1768

Dépôt légal — Quatrième trimestre 1991. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa



LE NATURALISTE CANADIEN est imprimé sur du papier recyclé

## Taxonomic studies of maritime species of *Carex* section *Phacocystis* (Cyperaceae). I. New names for three hybrids

Jacques CAYOUILLE

Centre for Land and Biological Resources Research  
Biological Resources Division  
Central Experimental Farm  
Wm. Saunders Building  
Ottawa (Ontario) K1A 0C6

### Résumé

Une révision récente des espèces maritimes de *Carex* de la section *Phacocystis* pour le projet *Flora of North America* a permis de découvrir que les holotypes de trois hybrides décrits par Lepage, *C. × sublimosa* (*C. limosa* × *C. paleacea*), *C. × gardneri* (*C. paleacea* × *C. salina*), et *C. × gauthieri* (*C. recta* × *C. subspathacea*) sont identiques au *C. paleacea* et donc synonymes de cette dernière espèce. Cependant, de véritables hybrides entre *C. limosa* et *C. paleacea*, entre *C. paleacea* et *C. salina* et entre *C. recta* et *C. subspathacea* furent détectés parmi des récoltes récentes et ces hybrides sont décrits, respectivement *Carex × limosoides* J. Cayouette *nothosp. nov.*, *C. × subpaleacea* J. Cayouette *nothosp. nov.*, et *C. × subrecta* J. Cayouette *nothosp. nov.* Des informations sur la cytologie, sur la stabilité des caractères observée aux serres et dans un jardin expérimental, ainsi que des données sur les caractères morphologiques sont présentées pour *C. × limosoides* et pour *C. × subpaleacea*. Un nombre chromosomique de  $2n = 68$  ainsi qu'une méiose fortement perturbée sont signalés pour *C. × limosoides*.

### Abstract

A recent taxonomic review of the maritime species of *Carex* section *Phacocystis* for the Flora of North America project revealed that the holotypes of three hybrids described by Lepage, *C. × sublimosa* (*C. limosa* × *C. paleacea*), *C. × gardneri* (*C. paleacea* × *C. salina*), and *C. × gauthieri* (*C. recta* × *C. subspathacea*) were identical and synonymous with *C. paleacea*. However, true hybrids between *C. limosa* and *C. paleacea*, *C. paleacea* and *C. salina*, and *C. recta* and *C. subspathacea* were discovered among recently collected material and they are described as *Carex × limosoides* J. Cayouette *nothosp. nov.*, *C. × subpaleacea* J. Cayouette *nothosp. nov.*, and *C. × subrecta* J. Cayouette *nothosp. nov.*, respectively. Cytological information, greenhouse and garden data on character stability, together with basic morphological data are given for *C. × limosoides* and for *C. × subpaleacea*. A chromosome number of  $2n = 68$  and a highly disturbed meiosis are reported for *C. × limosoides*.

### Introduction

In preparing a taxonomic review of six maritime species of *Carex* section *Phacocystis* (Cyperaceae) (*Carex paleacea* Schreber ex Wahlenberg, *C. salina* Wahlenberg, *C. subspathacea* Wormskjold in J. W. Hornemann, *C. ramenskii* Komarov, *C. recta* F. Boott in W. J.

Hooker, and *C. vacillans* Drejer in C. J. Hartman) and their hybrids for the Flora of North America (FNA) project, I found that three of the hybrids described by Ernest Lepage were misidentified. The types of *Carex × sublimosa* Lepage (*C. limosa* L. × *C. paleacea*) (Lepage, 1956), *C. × gardneri* Lepage (*C. paleacea* × *C. salina*) (Lepage, 1957), and

*C. × gauthieri* Lepage (*C. recta* × *C. subspathacea*) (Lepage, 1976), appeared identical to *C. paleacea*. Therefore, they were included in the synonymy of *C. paleacea*. However, the revision of hundreds of herbarium specimens of *Carex* for FNA and the examination of voucher collections used for recent cytological studies of the group (Cayouette & Morisset, 1985, 1986a, 1986b; Cayouette, 1987; Cayouette, in prep.) showed that true hybrids occur between *C. limosa* and *C. paleacea*, *C. paleacea* and *C. salina*, and *C. recta* and *C. subspathacea*. The purpose of the present paper is to describe these hybrids and provide names based on type material that is representative of the hybrids.

Type material and other herbarium specimens were examined from the following herbaria: BM, CAN, CM, DAO, GH, H, K, MT, MTMG, NY, PH, QFA, QK, QUE, S, SFS, US (acronyms according to Holmgren *et al.*, 1990). A few duplicates of my collections (QFA, DAO) have been sent to some other herbaria (ALA, C, LE, MASS, MICH, MU, NLU, TRTE, UPS). Living material of *C. limosa* × *C. paleacea* from the type locality (Îlets-Jérémie, Québec) was first cultivated in the greenhouse and in the experimental garden of the Department of Phytology, Laval University, Québec, and later at the Central Experimental Farm, Ottawa. Details on cultivation and on cytological methods are provided by Cayouette & Morisset (1986a), and on pollen stainability by Cayouette & Morisset (1985) and Cayouette (1987). Isotypes and vouchers of chromosome determinations of *C. limosa* × *C. paleacea* have been distributed to many herbaria (see the list of isotypes). Morphological data provided in the text for the different parent species, *C. limosa*, *C. paleacea*, *C. recta*, *C. salina*, and *C. subspathacea* are taken from Cayouette (1987) and from the descriptions prepared for the Flora of North America (FNA) taxonomic treatments; parent materials from the type localities of the hybrids were also examined when available. Data used for the FNA descriptions were based on at least 20 individuals of each species showing the variation met within their whole North American range.

These three hybrids are compared with their parents and distinguished from other related hybrids. Some of the best morphological characters are illustrated (Fig. 1-3). Comparisons with other hybrids within section *Phacocystis* are

given in Cayouette & Morisset (1985) and in Cayouette (1987, Key to species and hybrids).

### Taxonomic treatments

Hybrid formulas or nothospecies names are both used to designate naturally occurring hybrids of plants and hybrids in cultivation. The present paper proposes the replacement of three current nothospecies names by three new nothospecies names because the type specimens of the earlier names prove to belong to *C. paleacea*; justifications of the revisions of type materials to *C. paleacea* are given below with the comments under each description.

A literature search showed that no other binomial names, before or after Lepage's publications, were applicable to these hybrid combinations. Therefore new descriptions are provided and new types designated in the present paper. In order to better ensure the identity of these hybrids, type material was selected from my own collections (QFA, DAO) for which cultivated specimens and selected information were available. Therefore chromosome determinations, meiotic behavior and pollen fertility data, field, greenhouse and garden observations on character stability, were added to the usual morphological information for two of these redescribed hybrids. Part of this biological information for the new type specimen of *C. paleacea* × *C. salina* hybrid has already been published (Cayouette & Morisset, 1985). Chromosome number, meiotic behavior (Table I), pollen stainability and notes on cultivation are provided for *C. limosa* × *C. paleacea*. The hybrid *C. recta* × *C. subspathacea* is evaluated only on morphological grounds.

The descriptions of the three hybrids are followed by their distribution. As the circumscription of these hybrids differs from Lepage's (1956, 1957, 1976), full citations of all the revised North American specimens are given and comments are provided.

#### *CAREX* × *LIMOSOIDES* J. CAYOUILLE, *NOTHOSPECIES NOVA*

(*Carex limosa* L. × *Carex paleacea* Schreber ex Wahlenberg)

*Plantae rhizomatosae cum parvis caespitibus; rhizomatibus 2.0 mm latis. Radices paulo coacti. Fasciculi steriles usque ad 29.0 cm longi, fasciculis lateralibus brevioribus praediti, ut in C. limosa.*



*Fasciculorum steriliu[m] foliae usque ad 23.5 cm longae, 2.0 mm latae, canaliculatae, valde papillo[s]ae inferne, virides. Vaginae griseo-brunneae. Fasciculorum fertiliu[m] foliae 6.0-22.0 cm longae, 2.0-5.0 mm latae. Culmus 12.0-40.0 cm altus, triquet[er] acutangulus infra bracteam foliaceam inferiorem, 0.7-1.9 mm latus, laevis vel scabridus. Bractea foliacea inferior plicata, 5.0-14.0 cm longa, 1.5-5.0 mm lata, inflorescentia aequilonga, raro superans vel brevior. Spiculae masculae terminales, 1-2, 1.2-3.0 cm longae. Spiculae femineae androgynaeque 2-4, erectae, ascendentes vel pendulae; spicula inferior feminea, raro androgyna, 1.3-3.5 cm longa, 3.0-7.0 mm lata, pedunculo 1.5-4.5 cm longo. Squamae femineae (cum arista) 2.5-3.8 (6.0) mm longae, 1.5-2.5 mm latae, utriculis latiores, 1-3-nerviae, fuscae; fascia centrali pallide brunnea apice omnino aequilonga, 0.2-0.6 mm lata; apice acutae, acuminatae, cuspidatae vel retusae-aristatae (ut in *C. paleacea*); arista laevi vel scabriuscula. Utriculi 2.5-3.5 mm longi, 1.6-3.0 mm lati, elliptici vel orbiculares, valde longis papillis papillo[s]i (ut in *C. limosa*), 3-5 prominente nervii duobus paginis; marginis lateralibus pauciscabriusculis; apice acuti vel rotundati; basi breviter stipitati; stipa 0.1-0.3 mm longa; rostro cylindrico vel paulo conico, 0.10-0.30 mm longo, basi 0.20-0.30 mm lato, subintegro; oris margine laevi. Nux sterilis. Stylus bifidus vel trifidus, basi rectus. Chromosomatum numerus  $2n = 68$ . (Fig. 1).*

Plants rhizomatous producing small tufts; rhizomes 2.0 mm diameter. Roots somewhat felty. Sterile shoots up to 29.0 cm long, bearing a few short lateral offshoots similar to those of *C. limosa* (Fig. 1A). Leaf blades of sterile shoots up to 23.5 cm long and 2.0 mm wide, canaliculate, densely papillate adaxially, green. Sheaths grey brown. Leaf blades of fertile shoots 6.0-22.0 cm long, 2.0-5.0 mm wide. Flowering stem 12.0-40.0 cm long, triangular under the lowest bract, 0.7-1.9 mm wide, angles smooth or scabrid. Lowest bract plicate, 5.0-14.0 cm long, 1.5-5.0 mm wide, equalling the inflorescence, rarely longer or shorter. Staminate spikes terminal, 1-2, 1.2-3.0 cm long. Pistillate and androgynous spikes 2-4, erect, ascending or pendent; the lowest pistillate (Fig. 1B), rarely androgynous, 1.3-3.5 cm long, 3.0-7.0 mm wide, with the peduncle 1.5-4.5 cm long. Pistillate scales (including the awn), 2.5-3.8 (6.0) mm long, 1.5-2.5 mm wide, wider than perigynia, 1-3-nerved, nut-brown; with a pale brown central stripe reaching completely to the apex, 0.2-0.6 mm wide; with apex acute (Fig. 1D), acuminate to short-aristate (Fig. 1C) and retuse (as in *C. paleacea*); with awn glabrous or scab-

rous. Perigynia (Fig. 1E) 2.5-3.5 mm long, 1.6-3.0 mm wide, elliptic to orbicular, densely papillose with long papillae (as in *C. limosa*), 3-5 prominent nerves on both surfaces; keel nerves bearing a few prickly hairs; apex acute to rounded; base short-stipitate; stipe 0.1-0.3 mm long; beak cylindrical to slightly conical, 0.10-0.30 mm long, 0.20-0.30 mm wide at the base, mostly entire; orifice margin glabrous. Fruit not developed (sterile). Style bifid or trifid, straight at the base.  $2n = 68$ .

TYPE COLLECTION. Canada, Québec, comté de Saguenay, Îlets-Jérémie, baie des Îlets, rive SE, en direction de la pointe, 48°53'50"N., 68°45'45"O., zone de contact entre la prairie salée et un marécage d'eau douce, 14/VII/1978, *J. Cayouette J78-68-2* [sub *C. salina* × *C. limosa*] (Holotype: QFA. Isotypes: ALA, BM, C, CAN, CM, DAO, GH, H, LE, MICH, MT, MTMG, NY, PH, QFA, S, TRTE, UPS, US).

OTHER COLLECTIONS. Québec: Baie James, Baie aux Oies, 53°54'N., prairie côtière, 4/IX/1950, *E. Lepage 12983* (QFA: 2). — Comté de Saguenay, Îlets-Jérémie, vers la pointe E et la sortie de la baie, 48°53'50"N., 68°45'45"O., 20/VII/1979, *J. Cayouette J79-177* (DAO, GH, MICH, MTMG, QFA, TRTE) [same population as the holotype].

DISTRIBUTION. E Québec (Îlets-Jérémie), NW Québec (James Bay).

*C. limosa* × *C. paleacea* was first described by Lepage as *Carex* × *sublimosa* (Naturaliste can., 83: 139, 1956. — Québec, Baie James, Vieux-Comptoir, 7 août 1954, *E. Lepage 32290*, Holotype: CAN!. Isotype: QFA!). The type material examined lacks many characteristics of *C. limosa* including felty roots, lateral offshoots, narrow stem, densely papillate perigynia with 3-5 prominent nerves, trifid style. Moreover, the type of *C. × sublimosa* resembles *C. paleacea* in its long-peduncled pistillate spikes, long-aristate and commonly retuse and scabrous pistillate scales, bi-convex to plano-convex short papillose and unnerved or weakly nerved perigynia, and well developed achenes invaginated on one face or on one margin. There are a few differences from typical *C. paleacea*, such as wider pistillate scales with glabrous awns, but these characteristics are often displayed on shorter individuals of *C. paleacea*. Similar plants were found elsewhere along the St. Lawrence River by the author and have been cultivated in an experimental garden where they were essentially identical to typical *C. paleacea*. Their unusual appearance (short height, shorter scales with glabrous awns) was

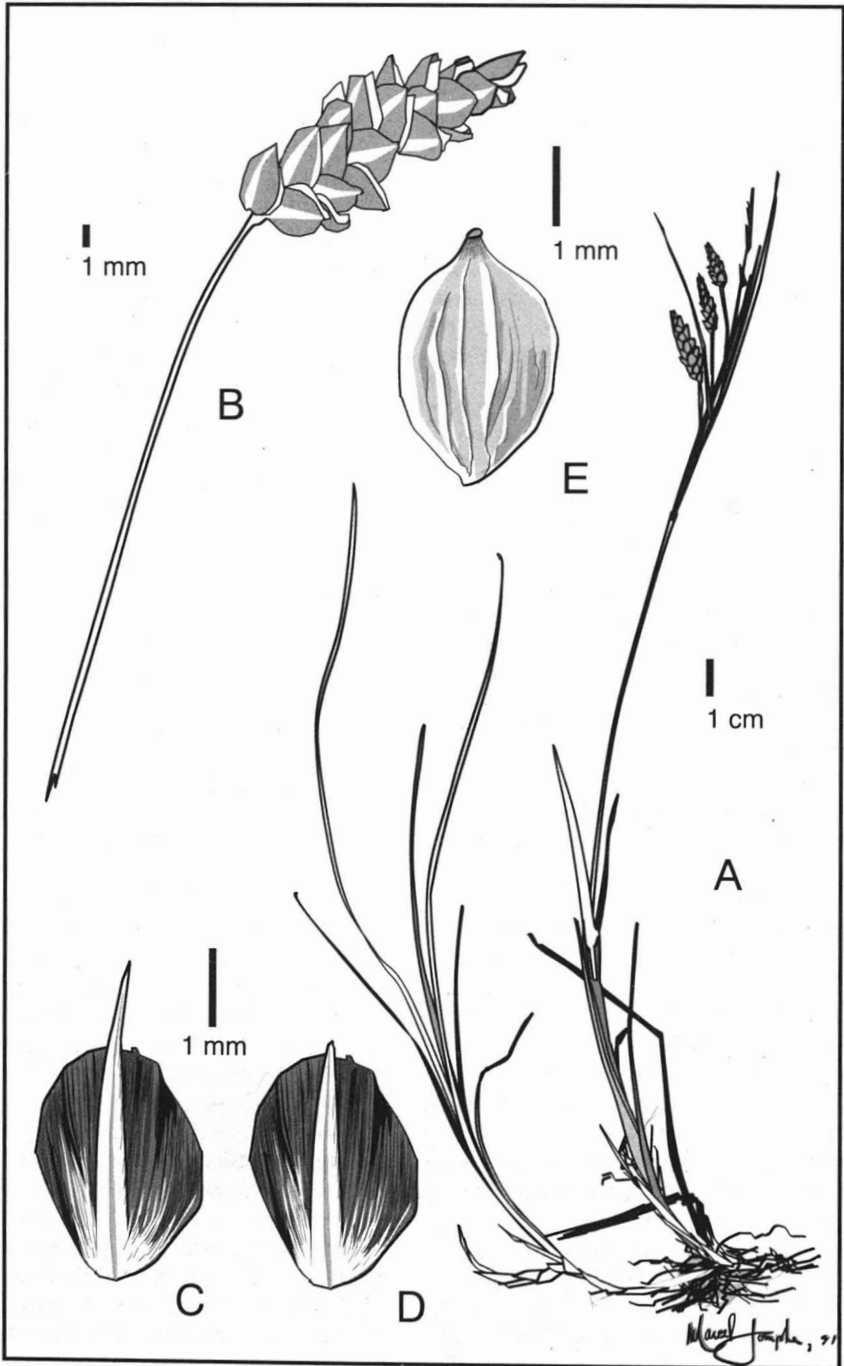


Figure 1. *Carex* × *limosoides*, drawn from J. Cayouette J78-68-2 (QFA), holotype: A, plant habit; B, lowest pistillate spike; C-D, pistillate scales; E, perigynium, adaxial view.

interpreted as the result of phenotypic modification (Cayouette & Morisset, 1985, 1986b). Other collections of *C. × sublimosa* cited by Lepage (1957), Dutilly *et al.* (1958), and Dutilly & Lepage (1963) were revised mostly to *C. paleacea*, and to other hybrids, except for Lepage 12983, which is a completely sterile plant fitting my proposed concept of *C. limosa × C. paleacea*.

The hybrid collection from Îlets-Jérémie (Cayouette J78-68) was first identified as *C. limosa × C. salina* (Cayouette *et al.*, 1980) but was not described as such. There was some morphological and ecological evidence for that parentage; however, preliminary results of leaf flavonoid analysis by paper chromatography did not support the *C. salina* parent (Cayouette, unpublished data). When meiotic chromosome data were later obtained on one individual (J78-68-1), based on 7 meiotic plates and on at least 16 pollen grain mitoses, the hybrid was finally reinterpreted as an intersectional cross between *C. limosa* and *C. paleacea*. The chromosome number of  $2n = 68$  (Table I) is intermediate between  $2n = 61-64$  (*C. limosa*) and  $2n = 71-73$  (*C. paleacea*); actually,  $2n = 61$  was found at Îlets-Jérémie from a *C. limosa* collection growing with the type of *C. × limosoides* (Gervais & Cayouette, 1985) and  $2n = 72$  for *C. paleacea* collected elsewhere at Îlets-Jérémie (Cayouette & Morisset, 1986b).

TABLE I

Meiotic associations of *Carex × limosoides*  
(Cayouette J78-68-1),  $2n = 68$

Meiotic associations				Pollen grain mitosis ( <i>n</i> )
I	II	III	IV	
8	24	4		
11	22	3	1	
12	23	2	1	
16	21	2	1	
19	20	3		
21	15	3	2	
21	17	3	1	
				32 (4) <sup>1</sup>
				33 (9)
				34 (1)
				35 (1)
				36 (1)

<sup>1</sup> Frequency in parentheses.

The 7 meiotic associations observed on the hybrid plant (Table I) revealed a highly disturbed meiosis with a high number of univalents (8-21), the presence of 2-4 heteromorphic chain or frying-pan trivalents, 1-2 ring or chain quadrivalents, and some desynaptic bivalents. These are all common features of hybrids involving *Carex* species of section *Phacocystis* (Cayouette & Morisset, 1985). The relatively high number of univalents suggests that the parental species are not closely related and reinforces the hypothesis of the intersectional nature of the hybrid. Other studies of hybridization in section *Phacocystis* have shown fewer univalents in intrasectional hybrids (Cayouette & Morisset, 1985). Pollen stainability of 0-2% for *C. × limosoides* and complete achene sterility support this interpretation. Other published information on intersectional hybrids of *Carex* also showed various severe meiotic aberrations: many univalents were found in the *C. otrubae* Podp.  $× C. remota$  L. hybrid (Faulkner, 1972), whereas ring or chain multivalents with up to 8 chromosomes were observed in the *C. gracillima* Schwein.  $× C. swanii$  (Fern.) Mackenzie hybrid (Wahl, 1940).

The type material of *C. × limosoides* was found in an area where the upper part of a salt-marsh is connected with the outlet of a bog; bog plants, including *C. limosa*, and salt-marsh plants, including *C. paleacea*, were intermixed. The hybrid superficially resembles *C. limosa*, but has wider leaves and bracts, short-aristate (Fig. 1C) and sometimes retuse pistillate scales, and bifid styles, all originating from the *C. paleacea* parent.

*C. × limosoides* is the only known intersectional hybrid involving *C. paleacea*. The three others described by Lepage were redetermined (Cayouette, in prep.). *Carex × neopaleacea* Lepage (1956) (= *C. buxbaumii* Wahlenberg [*Atratae*]  $× C. paleacea$ ) and *C. × paleacoides* Lepage (1967) (= *C. glareosa* Schkuhr *ex* Wahlenberg var. *amphigena* Fern. [*Glareosae*]  $× C. paleacea$ ) were both revised to *C. paleacea*. The identity of *C. × ungavensis* Lepage (1956) (= *C. paleacea × C. stylosa* Meyer var. *nigritella* (Drejer) Fern. [*Atratae*]) was not fully understood, but it is certainly not the above mentioned combination; it seems to be an undetermined hybrid of *C. paleacea*. The only other known hybrid between sections *Limosae* and *Phacocystis* is *C. × soerenseii* Lepage

(1956) (= *C. rariflora* (Wahlenberg) Smith × *C. subspathacea*).

CAREX × SUBPALEACEA J. CAYOUILLE, NOTHO-SPECIES NOVA

(*Carex paleacea* Schreber ex Wahlenberg × *Carex salina* Wahlenberg)

*Plantae rhizomatosae; rhizomatibus 2.0-5.0 mm latis. Fasciculi steriles 23.0-56.0 cm longi; foliis 1.0-4.0 mm latis. Vaginae fuscae. Fasciculorum fertilium foliae usque ad 9.0 cm longae, 2.0-3.5 mm latae, virides vel flavo-virides. Culmus 18.0-31.0 cm altus, triqueter acutangulus vel obtusangulus infra bracteam foliaceam inferiorem, 0.7-1.6 mm latus, laevis. Bractea foliacea inferior 5.0-14.0 cm longa, 2.0-4.0 mm lata, plicata, inflorescentiam superans, interdum brevior. Spiculae masculae terminales 1-2. Spiculae femineae androgynaeque 2-4, erectae (ut in *C. salina*) vel pendulae (ut in *C. paleacea*), 1-3 femineae, 0-3 androgynae; spicula inferior feminea 1.2-4.5 cm longa, 3.0-6.0 mm lata, pedunculo 0.8-2.5 cm longo. Squamae femineae (cum arista) 4.0-7.0 mm longae, 1.5-1.9 mm latae, vulgo utriculis latiores, 3-nerviae, cinnamomeae vel fuscae; fascia centrali pallida apice omnino aequilonga, 0.4-0.7 mm lata; apice acuminatae vel longe aristatae retusaeque; arista scabriuscula. Utriculi 2.7-3.5 mm longi, 1.4-2.0 (2.3) mm lati, elliptici vel obovati, nunc plano-convexi nunc biconvexi, breviter papilloso, enervi vel 1-4 nervii; marginis lateralibus pauciscabriusculis; apice acuti vel subacuti; basi cuneati vel breviter stipitati; stipa 0.1-0.2 mm longa; rostrum gracile-conico, 0.30-0.50 mm longo, basi 0.25-0.35 mm lato, integro vel paulo bifido; oris margine laevi. Nux bubalina vel castanea, paulo polita, dorso vel margine constricta; apice rotundata vel truncata. Stylus bifidus, basi curvatus. Chromosomatum numerus  $2n = 75$ . (Fig. 2).*

Plants long-rhizomatous (Fig. 2A); rhizomes 2.0-5.0 mm diameter. Sterile shoots 23.0-56.0 cm long; leaf blades 1.0-4.0 mm wide. Sheaths dark brown. Leaf blades of fertile shoots up to 9.0 cm long, 2.0-3.5 mm wide, green or yellowish-green. Flowering stem 18.0-31.0 cm long, triangular or obscurely triangular under the lowest bract, 0.7-1.6 mm wide, angles smooth. Lowest bract 5.0-14.0 cm long, 2.0-4.0 mm wide, plicate, longer than the inflorescence, rarely shorter. Staminate spikes terminal, 1-2. Pistillate and androgynous spikes 2-4, erect (as in *C. salina*) (Fig. 2A) or drooping (as in *C. paleacea*), 1-3 pistillate, 0-3 androgynous; the lowest pistillate (Fig. 2B), 1.2-4.5 cm long, 3.0-6.0 mm wide, with the peduncle 0.8-2.5 cm long. Pistillate scales (including the awn) 4.0-7.0 mm long, 1.5-1.9 mm wide, usually

wider than perigynia, 3-nerved, bright reddish brown to dark brown; with a pale central stripe reaching completely to the apex, 0.4-0.7 mm wide; with apex acuminate (Fig. 2C) to long-aristate and retuse (Fig. 2D); with awn scabrous. Perigynia (Fig. 2E) 2.7-3.5 mm long, 1.4-2.0 (2.3) mm wide, elliptic to obovate, trans-section semi-circular or elliptical, papillose with short papillae, unnerved or 1-4 nerved; keel nerves bearing a few prickly hairs; apex acute to subacute; base cuneate to short-stipitate; stipe 0.1-0.2 mm long; beak slenderly conical, 0.30-0.50 mm long, 0.25-0.35 mm wide at the base, entire or minutely bifid; orifice margin glabrous. Fruit bright buff to reddish brown, slightly glossy, strongly constricted on one face (Fig. 2G) or on one margin (Fig. 2F); apex rounded to truncate. Style 2, bent at the base.  $2n = 75$  (Cayouette & Morisset, 1985).

TYPE COLLECTION. Canada, Québec, Comté de Saguenay, Grandes-Bergeronnes, rivière des Petites Bergeronnes, 48°14'10"N., 69°34'40"W., marécage plus ou moins asséché et isolé du rivage par un chemin de ferme, grande colonie non loin des parents présumés, 11/VII/1978, J. Cayouette J78-44 [sub *C. × gardneri*] (Holotype: QFA. Isotypes: ALA, CM, DAO, GH, H, Hb P. Morisset, LE, MASS MICH, MT, MU, NLU, NY, QUE, S, TRTE, UPS) [Fig. 11, in Cayouette & Morisset (1985)].

OTHER NORTH AMERICAN COLLECTIONS. Labrador: Settler's Hut, 54°50'N., 58°48'W., 2/VIII/1939, G. Gardner 39228 [sub *C. × mendica*] (GH, QFA) (2). — Ontario: Baie James, baie Hannah, pointe Mesakonon, 51°33'N., 79°32'W., bord d'une mare saline, 16/VIII/1958, A. Dutilly & E. Lepage 36735 [sub *C. × gardneri*] (QFA); *idem*, littoral sablonneux, 17/VIII/1958, A. Dutilly & E. Lepage 36767 [sub *C. × gardneri*] (QFA). — Québec: Baie James, baie de Rupert, baie de Cabbage Willows, partie S.O., hydrolittoral supérieur, 25/VII/1976, B. Gauthier 128 [sub *C. salina*] (QFA); James Bay, 9 miles south of East Main, rocky shore, 14/VII/1929, D. Potter 848 [sub *C. salina* var. *kattegatensis*] (GH); *idem*, East Main, ca. 52°15'N., 78°30'W., alongside stream near its mouth, 9/IX/1947, M. E. Oldenburg 47-354 [mixed with *C. paleacea*] (CAN); James Bay, Loon Portage, 53°N., 78°50'W., 16/VII/1942, A. Dutilly 10309 [sub *C. × gardneri*] (QFA); Comté de Duplessis: Île d'Anticosti, Sand-Top, sur les terrasses marines calcaires, à 50 pieds au-dessus de la mer, 6/VIII/1925, F. Marie-Victorin, F. Rolland-Germain & P. Louis-Marie 20229 [sub *C. lyngbyei*, *C. × gardneri*] (MT, QFA) (see Cayouette, 1987); *idem*, F. Marie-Victorin, F. Rolland-Germain & P. Louis-Marie 20230 [sub *C. lyngbyei*, *C. × gardneri*] (GH, MT) (see Cayouette, 1987); Havre-St.-Pierre, canal de Mingan, petite baie

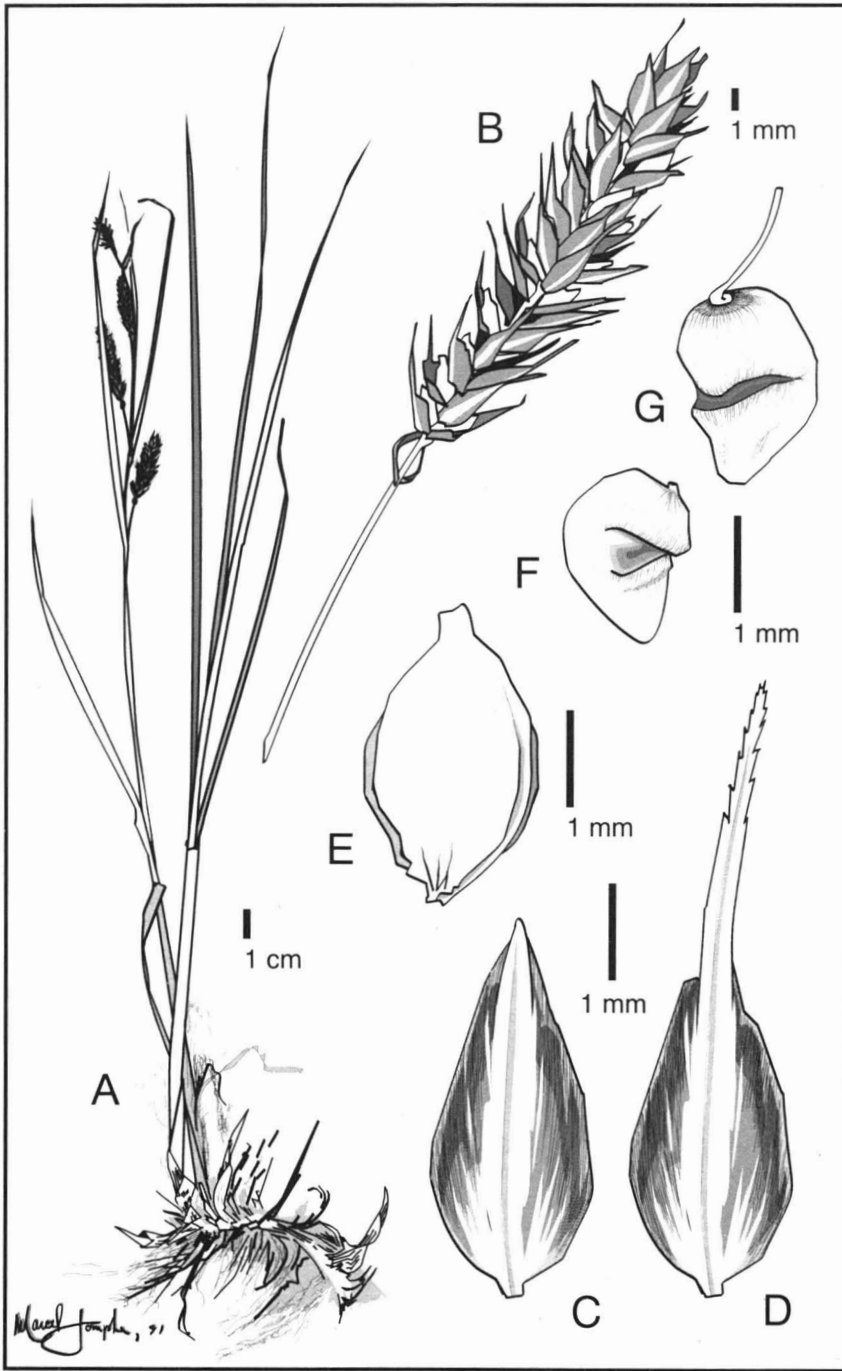


Figure 2. *Carex* × *subpaleacea*, drawn from *J. Cayouille J78-44* (QFA), holotype: A, plant habit; B, lowest pistillate spike; C-D, pistillate scales; E, perigynium, abaxial view; F, achene, abaxial view; G, achene, adaxial view.

sur le versant ouest de la Pointe aux Morts, 50°16'35"N., 63°41'40"O., marais salé en haut de la limite des grandes marées, substrat organique sur argile, 1/VIII/1979, *J. Cayouette J79-323* [sub *C. × gardneri*] (ALA, DAO, GH, H, LE, MICH, MT, NY, QFA, QUE, TRTE, UPS) [ $2n = 75$ , see Cayouette & Morisset (1985)]; Sheldrake, baie à l'embouchure de la rivière, rive est, 50°16'30"N., 64°54'45"O., haut d'une prairie salée près d'une mare, substrat organique très humide, avec les parents présumés, 30/VII/1979, *J. Cayouette J79-283* [sub *C. × gardneri*] (DAO, GH, MICH, MT, QFA, TRTE, UPS) [ $2n = 75$ , see Cayouette & Morisset (1985)]; Comté de Gaspé: Coin-du-Banc, marais salé, 26/VII/1960, *P. Dansereau et al. 2392* [sub *C. salina*] (MT); Gaspé, York, au bord de la baie, près d'une gravière, 48°19'15"N., 64°34'30"O., sur la ligne du rivage, 13/VII/1979, *J. Cayouette J79-148* [sub *C. × gardneri*] (DAO, MICH, QFA, UPS) [ $2n = 75$ , see Cayouette & Morisset (1985)]; Comté de Matane: Ste-Anne-des-Monts, salt marsh at mouth of Ste. Anne River, 18/VIII/1881, *J. A. Allen 20* (specimen 1 + 2) [sub *C. salina*] (PH); Comté de Rivière-du-Loup: Cacouna, prairie littorale, 31/VIII/1966, *E. Lepage 15652* [sub *C. × gardneri*] (DAO, QFA); Île aux Basques, rive nord-ouest, sur schistes, soumis aux hautes marées, 9/VI/1976, *J. Smith & F. Brulotte 75* (specimen 2-4) [sub *C. paleacea*] (QFA); St.-Eloi, prairie littorale entre la pointe à la Loupe et la riv. Trois-Pistoles, 9/IX/1968, *E. Lepage 16219* [sub *C. × gardneri*] (QFA (2)); Comté de Saguenay: Grandes-Bergeronnes, rivière des Petites Bergeronnes, rive est, non loin de l'embouchure, 48°14'10"N., 69°34'40"O., marais salé, 21/VII/1979, *J. Cayouette J79-186a* [sub *C. × gardneri*] (DAO, MICH, QFA, UPS) [ $2n = 75$ , see Cayouette & Morisset (1985)]; Îlets-Jérémie, prairie saumâtre au fond de la baie des Îlets Jérémie, 12/VII/1973, *J. Cayouette 73-398* [sub *C. × gardneri*] (CAN, QFA (2), SFS); *idem*, au fond de la baie des Îlets, à la limite d'un champ pâturé et du haut rivage du marais salé, 14/VII/1975, *J. Cayouette 75-49* [sub *C. × dumanii*] (DAO, GH, MICH, QFA, TRTE).

DISTRIBUTION. Labrador, N Ontario, E and NW Québec; NW Eurasia.

*Carex paleacea* × *C. salina* was first described by Lepage as *C. × gardneri* (Naturaliste can., 84: 42-44, 1957. — Labrador, Grady Island, 3 août 1937, *G. Gardner 153*, Holotype: "Institut Agricole d'Oka", now in QFA!. Isotype: LCU, now in US). The protologue clearly indicates (p. 44) that the holotype is at QFA and the isotype at LCU (Cyperaceae now at US, cf. Holmgren *et al.*, 1990). However, the illustration provided by Lepage (p. 43) shows that the LCU sheet (2 specimens) bears an annotation label written by Lepage: "Holotypus".

The QFA collection (4 specimens) also bears the same notes "*C. × gardneri* hybr. n., holotype", but not in Lepage's handwriting; the only indication given by Lepage is "Vidi! Lepage '56 et 1970". Although the protologue and the type specimens are not in agreement as to the type, the protologue should be followed, and the QFA collection remains the holotype of *C. × gardneri*.

Although the description of *C. × gardneri* seems to represent the *C. paleacea* × *C. salina* hybrid, the choice of the holotype does not reflect the intermediacy between the parent species. Actually, *G. Gardner 153* (QFA) is *C. paleacea*; the isotype at US (from LCU) was not found but it appears to be typical *C. paleacea* according to the picture shown in Lepage (1956, p. 43). In comparing five selected non-overlapping morphological characters of *C. paleacea* and *C. salina* with holotypes of *C. × gardneri* and of *C. × subpaleacea*, *C. × gardneri* is within the range of *C. paleacea* whereas *C. × subpaleacea* shows intermediacy between the parents (Table II). The concept of *C. paleacea* × *C. salina* here proposed includes plants with mostly erect and short-peduncled spikes (Fig. 2A).

Most of the paratypes of *C. × gardneri* cited by Lepage (1957) were revised to *C. paleacea*; other collections cited elsewhere (Dutilly *et al.*, 1958; Dutilly & Lepage, 1963; Lepage, 1962) were either *C. paleacea*, *C. paleacea* × *C. salina*, or something else.

The choice of the type of *C. × subpaleacea* (*Cayouette J78-44*) was based on the following criteria: the hybrid formed an extensive population growing with the parent species. The morphological characters of the hybrid were mostly intermediate between those of the parents, and biological information such as chromosome numbers, meiotic behavior, greenhouse and garden morphological data, were available (Cayouette & Morisset, 1985). The chromosome number of  $2n = 75$  is intermediate between that of the parents:  $2n = 71-73$  for *C. paleacea* (Cayouette & Morisset, 1986b) (actually one collection from Grandes-Bergeronnes has  $2n = 73$ ) and  $2n = 77-79$  for *C. salina* (Cayouette & Morisset, 1986a) ( $2n = 77$  on one Grandes-Bergeronnes individual). The chromosome number was also  $2n = 75$  for five other *C. × subpaleacea* collections and  $2n = ca. 74$  for another one, all from eastern Québec (Cayouette & Morisset, 1985). Meiotic behavior of *Cayouette*

TABLE II

Morphological differences between *Carex paleacea*, *C. × gardneri* (holotype, QFA),  
*C. × subpaleacea* (holotype, QFA) and *C. salina*

Characters	<i>C. paleacea</i>	<i>C. × gardneri</i>	<i>C. × subpaleacea</i>	<i>C. salina</i>
Leaf width of fertile shoot (mm)	4.0-8.0	4.0-5.0	3.0	2.0-3.0
Stem cross-section	triangular	triangular	triangular to obscurely triangular	obscurely triangular
Pistillate spikes	pendulous	mostly pendulous	mostly erect	erect
Width of lowest spike (mm)	5.0-13.0	5.0-7.0	4.0-6.0	2.0-5.0
Length of lowest spike penduncle (cm)	2.0-7.0	2.5-4.0	1.0-2.0	0.4-1.2

J78-44 and variable haploid numbers in pollen grains were similar to other *C. × subpaleacea* collections studied and comparable to other intra-sectional hybrids of section *Phacocystis* (Cayouette & Morisset, 1985). Intermediate characters were maintained in cultivated plants from the type locality.

*Carex salina*, one of the parent species of *C. × subpaleacea*, was interpreted as a stabilized hybrid between *C. paleacea* and *C. subspatheacea* (Cayouette & Morisset, 1985; Standley, 1990). It is here considered as an orthospecies rather than a nothospecies for the following reasons: it has a frequent occurrence and a continuous distribution in boreal amphiatlantic salt-marshes, it is usually found in a precise ecological niche with defined companion species, it has a good, but variable, pollen stainability (never completely sterile) and it sets seeds (Cayouette & Morisset, 1985, 1986a). Moreover, following the ICBN, Art. H.3.4, note 1 (Greuter *et al.*, 1988), there is no obligation to treat all taxa of hybrid origin as nothotaxa, especially when there is good evidence that they behave as stabilized hybrids. *C. salina* is such an example. Therefore the naming of a nothospecies between *C. paleacea* and *C. salina* is here justified because it is considered to occur between two orthospecies.

As *C. salina* is of hybrid origin, it is possible that outcrossed *C. salina* may produce variable progeny, some of which more or less resemble *C. × subpaleacea*. This possibility has not been checked experimentally, but the type material of *C. × subpaleacea*, with  $2n = 75$ , is not *C. sali-*

*na × C. salina* (*salina*,  $2n = 77-79$ ), but rather *C. paleacea × C. salina*. My circumscription of *C. × subpaleacea* is based on material similar to my cytological vouchers.

A hybrid between *C. paleacea* and *C. salina* was described from Northern Europe by Sylvén (1963, p. 122) who provided a latin diagnosis. As no nothospecies name was given, this new hybrid description is therefore invalid according to ICBN. Although the diagnosis provided by Sylvén could accomodate the new *C. × subpaleacea* described here, I prefer not to choose it and I provide a new one which better suits my proposed concept of *C. paleacea × C. salina*.

**CAREX × SUBRECTA** J. CAYOUEITE, *NOTHOSPECIES NOVA*

(*Carex recta* F. Boott in W. J. Hooker × *Carex subspatheacea* Wormskjold in J. W. Hornemann)

*Plantae rhizomatosae; rhizomatibus 2.0 mm latis. Fasciculi steriles 29.5-36.0 cm longi; foliis 1.5-2.5 mm latis, viridibus. Vaginae brunneae. Fasciculorum fertiliu foliae usque ad 10.0 cm longae, 2.0-3.0 mm latae. Culmus 15.0-25.0 cm altus, triqueter obtusangulus infra bracteam foliaceam inferiorem, 0.9-1.4 mm latus, laevis. Bractea foliacea inferior 8.0-14.0 cm longa, 2.0-4.0 mm lata, plicata basi plus minusve vaginans (ut in C. subspatheacea), inflorescentiam superans vel aequilonga. Spicula mascula terminalis solitaria (ut in C. subspatheacea), raro 2. Spiculae femineae androgynaeque 3-4, erectae, spiculae femineae 1-2, spiculae androgynae 2-3; spicula inferior feminea 1.2-2.6 cm longa, 3.0-4.0 mm lata, pedunculo 0.5-1.7 cm longo. Squamae femineae*

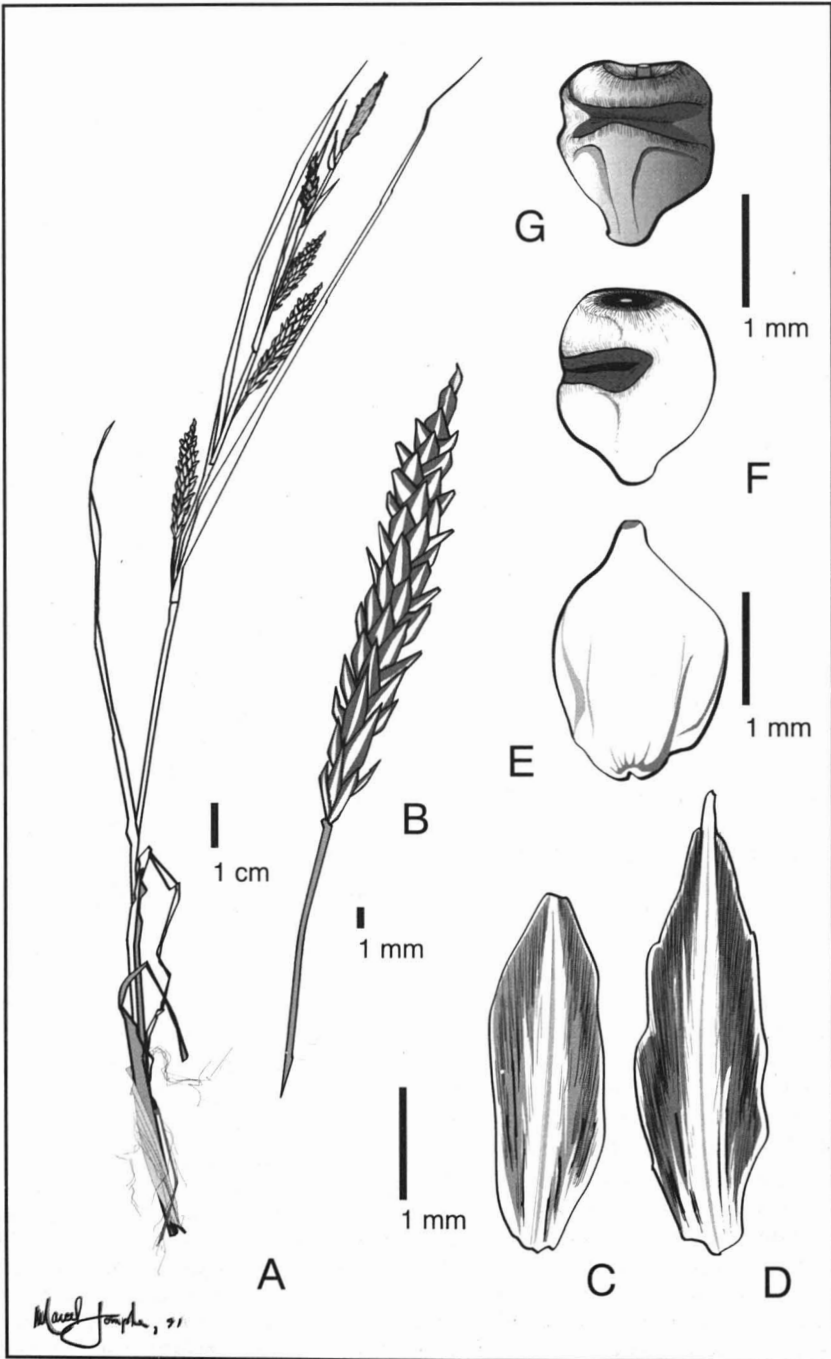


Figure 3. *Carex* × *subrecta*, drawn from *B. Gauthier 216-76FR* (QFA), holotype: A, plant habit; B, lowest pistillate spike; C-D, pistillate scales; E, perigynium, abaxial view; F-G, achenes, adaxial view.



(cum arista) 2.5-4.0 mm longae, 1.0 mm latae, vulgo utriculis latores, interdum angustiores, 1-3-nerviae, brunneae vel laete atropurpureo-brunneae; fascia centrali pallida apice omnino aequilonga vel brevior, 0.4-0.5 mm lata; apice acutae, acuminatae vel breviter aristatae; arista laevi. Utriculi 2.2-2.4 mm longi, 1.4-1.7 mm lati, elliptici, biconvexi, paulo papilloso, enervi vel paulo nervii; marginis lateralibus laevibus; apice acuti vel rotundati; basi cuneati vel breviter stipitati; stipa 0.1 mm longa; rostro breviter conico (ut in *C. subspathacea*), 0.15-0.20 mm longo, basi 0.30-0.35 mm lato; minute bifido; oris margine laevi. Nux olivaceo-brunnea vel bubalino-brunnea, paulo polita, paulo vel valde (ut in *C. recta*) dorso constricta; apice truncata vel retusa. Stylus bifidus, basi curvatus. (Fig. 3).

Plants rhizomatous; rhizomes 2.0 mm diameter. Sterile shoots 29.5-36.0 cm long; leaf blades 1.5-2.5 mm wide, green. Sheaths brown. Leaf blades of fertile shoots up to 10.0 cm long, 2.0-3.0 mm wide. Flowering stem 15.0-25.0 cm long, obscurely triangular below the lowest bract, 0.9-1.4 mm wide, angles smooth. Lowest bract 8.0-14.0 cm long, 2.0-4.0 mm wide, plicate and partially sheathing at the base (as in *C. subspathacea*), longer than the inflorescence (Fig. 3A), or equalling it. Staminate spike terminal, 1 (as in *C. subspathacea*), rarely 2. Pistillate and androgynous spikes 3-4, erect, 1-2 pistillate, 2-3 androgynous; the lowest pistillate (Fig. 3B), 1.2-2.6 cm long, 3.0-4.0 mm wide, with the peduncle 0.5-1.7 cm long. Pistillate scales (including the awn) 2.5-4.0 mm long, 1.0 mm wide, usually wider than the perigynia, sometimes narrower, 1-3-nerved, brown to bright purple-brown; with a pale central stripe reaching completely to the apex or shorter, 0.4-0.5 mm wide; with apex acute (Fig. 3C), acuminate to short-aristate (Fig. 3D); with awn glabrous. Perigynia (Fig. 3E) 2.2-2.4 mm long, 1.4-1.7 mm wide, elliptic, trans-section semi-circular, barely papillose with short papillae, unnerved or slightly nerved; keel nerves glabrous; apex acute to rounded; base cuneate to short-stipitate; stipe 0.1 mm long; beak short and conical (as in *C. subspathacea*), 0.15-0.20 mm long, 0.30-0.35 mm wide at the base, minutely bifid; orifice margin glabrous. Fruit olive-brown to buff brown, slightly glossy, slightly (Fig. 3F) to strongly (as in *C. recta*) (Fig. 3G) constricted on one face; apex truncate to retuse. Style 2, bent at the base.

TYPE COLLECTION. Canada, Québec, Baie de James, baie de Rupert, Île du Cerf, hydrolittoral supé-

rieur, 29/VIII/1976, B. Gauthier 216-76FR [sub *C. recta* "non pur"] (Holotype: QFA. Isotype: CAN).

*C. recta* × *C. subspathacea* was described by Lepage as *C. × gauthieri* (Naturaliste can., 103: 387, 1976. — Québec, Îlets-Jérémie, dans une fente de rocher du rivage, 13 juillet 1974, R. Gauthier & J. Cayouille 74-236, Holotype: QFA [acc. 172238!]. Isotypes: CAN!, DAO!, QFA!, QUE!). Lepage (1976) listed a series of characters indicating both the *C. recta* and the *C. subspathacea* influences. However he did not take into account the likelihood that the plants were deauperate because they were growing in a rocky shore environment. He only mentioned that such a habitat might have brought the two parent species together. Being one of the collectors of the type specimen, I recall that neither of the supposed parent species were growing next to the hybrid site. A close examination of the type material did not reveal any trace of *C. subspathacea*, except for the short height of the plants. A few *C. recta* characters seemed to be evident, but they might equally belong to *C. paleacea*: long-peduncled spikes, yellowish, narrow, aristate and sometimes retuse pistillate scales, and biconvex perigynia.

The precise site of the type was relocated in 1976 and in 1979. Dwarf individuals were still growing in the same rocky cracks, but there was still no trace of *C. recta* or *C. subspathacea* in the area. The only other *Phacocystis* species of *Carex* was *C. paleacea* growing nearby in a small pool. Considerable height variation was noted within this population of *C. paleacea* according to the depth of the substrate. Dwarf and normal *C. paleacea*, as well as individuals of the so-called *C. × gauthieri*, were brought back for cultivation in an experimental garden. All of the cultivated material from the Îlets-Jérémie site, including the *C. × gauthieri*, proved to be similar to other *C. paleacea* cultivated collections. A regular meiosis and a typical chromosome determination of  $n = 36$  II was found on one of the dwarf *C. paleacea* specimens (J79-182-1) collected there (Cayouille & Morisset, 1986b).

The James Bay specimens, here described as *C. × subrecta*, resemble small individuals of *C. recta* (Fig. 3). A comment by E. Lepage on the QFA specimen indicates the *C. recta* parentage: "Je n'ai pas encore bien compris cette plante... C'est apparemment un croisement du *C. recta*" (I have not well understood this plant so far...

This is apparently a cross involving *C. recta*). The collection shows intermediate characters between *C. recta* and *C. subspathacea*. The percentage of *C. subspathacea* was suggested by the partial sheathing of the lowest bract, the presence of only one staminate spike (Fig. 3A), shorter pistillate spikes, acute (Fig. 3C) or acuminate pistillate scales, short conical perigynium beak (Fig. 3E), narrow olive colored fruit with a truncate and retuse apex (Fig. 3G). The influence of *C. recta* is shown by the larger dimensions of the plants (height, lengths, widths of the sterile and fertile shoots, and bracts), by the awned pistillate scales (Fig. 3D), the slightly glossy fruit strongly constricted on one face (Fig. 3G), and the style bent at the base.

Among the *C. subspathacea* hybrids with other *Phacocystis* species, *C. × subrecta* superficially resembles *C. × persalina* Lepage (*C. salina* × *C. subspathacea*). However, a comparison between holotypes of *C. × subrecta* and of *C. × persalina* Lepage (Naturaliste can., 83: 148, 1956. — Québec, Baie James, Vieux-Comptoir, 5 août 1954, E. Lepage 32242, Holotype: CAN!) indicates non-overlapping differences between the ten important morphological characters examined.

### Acknowledgments

I sincerely thank, for their useful comments, Bernard Baum, Paul M. Catling, William J. Cody, and Ernest Small of this Centre, and also L. A. Standley; Marcel Jomphe for the drawings; John McNeill and Tony Reznicek for comments and help with the interpretation of the ICBN.

### References

- CAYOUILLE, J., 1987. *Carex lyngbyei* excluded from the flora of eastern North America, and taxonomic notes on related species and hybrids. — Can. J. Bot., 65: 1187-1198.
- CAYOUILLE, J., E. LEPAGE & P. MORISSET, 1980. Un nouvel hybride de *Carex* (Cyperaceae): *C. salina* Wahl. × *limosa* L. — Annls ACFAS, 47: 31.
- CAYOUILLE, J. & P. MORISSET, 1985. Chromosome studies on natural hybrids between maritime species of *Carex* (sections *Phacocystis* and *Cryptocarpae*) in northeastern North America, and their taxonomic implications. — Can. J. Bot., 63: 1957-1982.
- CAYOUILLE, J. & P. MORISSET, 1986a. Chromosome studies on the *Carex salina* complex (Cyperaceae, section *Cryptocarpae*) in northeastern North America. — Cytologia, 51: 817-856.
- CAYOUILLE, J. & P. MORISSET, 1986b. Chromosome studies on *Carex paleacea* Wahl., *C. nigra* (L.) Reichard, and *C. aquatilis* Wahl. in northeastern North America. — Cytologia, 51: 857-883.
- DUTILLY, A. & E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. — Contr. Arct. Inst. Cath. Univ. Am., no. 12F, 199 p.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE & M. DUMAN, 1958. Contribution à la flore des îles (T.N.O.) et du versant oriental (Qué.) de la baie James. — Contr. Arct. Inst. Cath. Univ. Am., no. 9F, 199 p.
- FAULKNER, J. S., 1972. Chromosome studies on *Carex* section *Acutae* in north-west Europe. — J. Linn. Soc. Bot., 65: 271-301.
- GERVAIS, C. & J. CAYOUILLE, 1985. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique IV. — Naturaliste can., 112: 319-331.
- GREUTER, W., H. M., BURDET, W. G. CHALONER, V. DEMOULIN, R. GROLLE, D. L. HAWKSWORTH, D. H. NICOLSON, P. C. SILVA, F. A. STAFLEU, E. G. VOSS & J. McNEILL, 1988. International code of botanical nomenclature. — Regnum veg., 118: 1-328.
- HOLMGREN, P. K., N. H. HOLMGREN & L. C. BARNETT, 1990. Index herbariorum. Part I: The herbaria of the world. Eighth edition. — New York Botanical Garden, New York, 693 p.
- LEPAGE, E., 1956. Études sur quelques plantes américaines IV. *Carex* hybrides. — Naturaliste can., 83: 105-156.
- LEPAGE, E., 1957. Études sur quelques plantes américaines V. — Naturaliste can., 84: 37-62.
- LEPAGE, E., 1962. Notules botaniques. — Naturaliste can., 89: 75-79.
- LEPAGE, E., 1967. Deux entités nouvelles dans les genres *Carex* L. et *Rubus* L. — Naturaliste can., 94: 273-275.
- LEPAGE, E., 1976. Un *Carex* hybride et deux variétés nouvelles de Graminées. — Naturaliste can., 103: 387-390.
- STANDLEY, L. A., 1990. Allozyme evidence for the hybrid origin of the maritime species *Carex salina* and *Carex recta* (Cyperaceae) in Eastern North America. — Syst. Bot., 15: 182-191.
- SYLVÉN, N., 1963. Det Skandinaviska floraområdens Carices distigmaticae. — Op. bot. Soc. bot. Lund., 8 (2): 1-161.
- WAHL, H. A., 1940. Chromosome numbers and meiosis in the genus *Carex*. — Am. J. Bot., 27: 458-470.

# Les diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae

M. POULIN

Musée canadien de la nature, division de la botanique  
C.P. 3443, Succursale D, Ottawa (Ontario) K1P 6P4

L. BÉRARD-TERRIAULT, A. CARDINAL

GIROQ, Département de biologie, Université Laval  
Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

P. B. HAMILTON

Musée canadien de la nature, division de la botanique  
C.P. 3443, Succursale D, Ottawa (Ontario) K1P 6P4

## Résumé

Cet article traite de la famille des Bacillariaceae qui est représentée sur les côtes du Québec par 34 taxons répartis dans les genres *Bacillaria*, *Cylindrotheca*, *Fragilariopsis*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, *Psammodictyon* et *Tryblionella*. Une nouvelle espèce du genre *Hantzschia* est décrite, *H. lortiei* Poulin et cinq changements nomenclaturaux sont proposés dans les genres *Psammodictyon* et *Tryblionella*. La description des taxons est accompagnée de références bibliographiques, d'illustrations en microscopie photonique ou électronique à balayage, de données biométriques et d'informations sur la répartition régionale.

## Abstract

This paper deals with the diatom family Bacillariaceae which is represented on the Québec coasts by 34 taxa belonging to the genera *Bacillaria*, *Cylindrotheca*, *Fragilariopsis*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, *Psammodictyon* and *Tryblionella*. A new species of *Hantzschia* is described, *H. lortiei* Poulin, and five nomenclatural changes are proposed in the genera *Psammodictyon* and *Tryblionella*. The descriptions of taxa are accompanied by selected references, light and scanning electron micrographs, biometric data and regional distributions.

## Introduction

Les Bacillariaceae représentent une famille de diatomées pennales caractérisée par un raphé porté sur une carène et toujours associé à un système fibulaire. C'est dans cette famille que l'on retrouve le genre *Nitzschia*, lequel, tout comme le genre *Navicula*, comprenait initialement un assemblage de types fort hétérogène. Grunow (1862) a été le premier à scinder le genre *Nitzschia* en sections distinctes. Plus tard (*in*

Cleve & Grunow, 1880), il effectua certaines modifications nomenclaturales et introduisit de nouvelles sections. Cette classification a été adoptée par la suite par plusieurs diatomistes (*v.g.*, Van Heurck, 1880-1885; Cleve-Euler, 1952; Hendeby, 1964) mais elle fut légèrement modifiée par Hustedt (1930). Aujourd'hui, ce système est utilisé par plusieurs contemporains (*v.g.*, Tynni, 1980; Podzorski, 1985; Ricard, 1987). Depuis quelques années, la systématique classique des diatomées est régulièrement remise en question et

de nombreuses modifications nomenclaturales sont introduites, entre autres chez les Bacillariaceae (v.g., Round *et al.*, 1990).

Des études récentes en microscopie photonique chez les Bacillariaceae ont attiré l'attention sur d'intéressantes caractéristiques morphologiques (Coste & Ricard, 1980, 1981). D'autres études, plus nombreuses, en microscopie électronique, ont permis de définir enfin avec précision l'organisation complexe des valves de taxons connus ou nouveaux pour la science (v.g., Hasle, 1964, 1965a, b, 1968, 1971, 1972; Mann, 1977, 1980a, b, c, 1982, 1986; Paddock & Sims, 1977, 1981; Lange-Bertalot, 1977, 1979, 1980; Archibald, 1982; Hendey & Sims, 1982; Sims & Paddock, 1982; Hasle & Booth, 1984; Kobayasi, 1985; Compère, 1986; Germain, 1986; Güttinger, 1986, 1987, 1990; Kaczmarska & Fryxell, 1986; Lobban & Mann, 1987; Medlin & Hasle, 1990).

Les Bacillariaceae sont représentées dans les eaux marines et saumâtres du Québec (fig. 1) par 34 taxons, soit 23 dans le genre *Nitzschia*, cinq dans *Tryblionella*, deux dans *Psammodictyon* et un respectivement dans les genres *Bacillaria*,

*Cylindrotheca*, *Fragilariopsis* et *Hantzschia*. En conformité avec Round *et al.* (1990), nous procédons à cinq changements nomenclaturaux; nous décrivons également une nouvelle espèce, *Hantzschia lortiei*.

### Matériel et méthodes

L'aire géographique échantillonnée (fig. 1) et la méthodologie expérimentale sont présentées dans Poulin *et al.* (1984). L'information taxonomique est présentée pour 34 taxons à l'aide de descriptions complètes et d'illustrations. Pour chacun des taxons nous joignons un tableau synoptique regroupant les données biométriques habituelles. La synonymie a été généralement vérifiée dans VanLandingham (1967-1979) et dans diverses publications récentes. L'ensemble des collections et des préparations microscopiques est pour l'instant conservé au laboratoire d'A. Cardinal à l'Université Laval. Les abréviations F, N, MO et MEB signifient respectivement le frustule, le nombre de spécimens observés et les microscopes photonique et électronique à balayage.

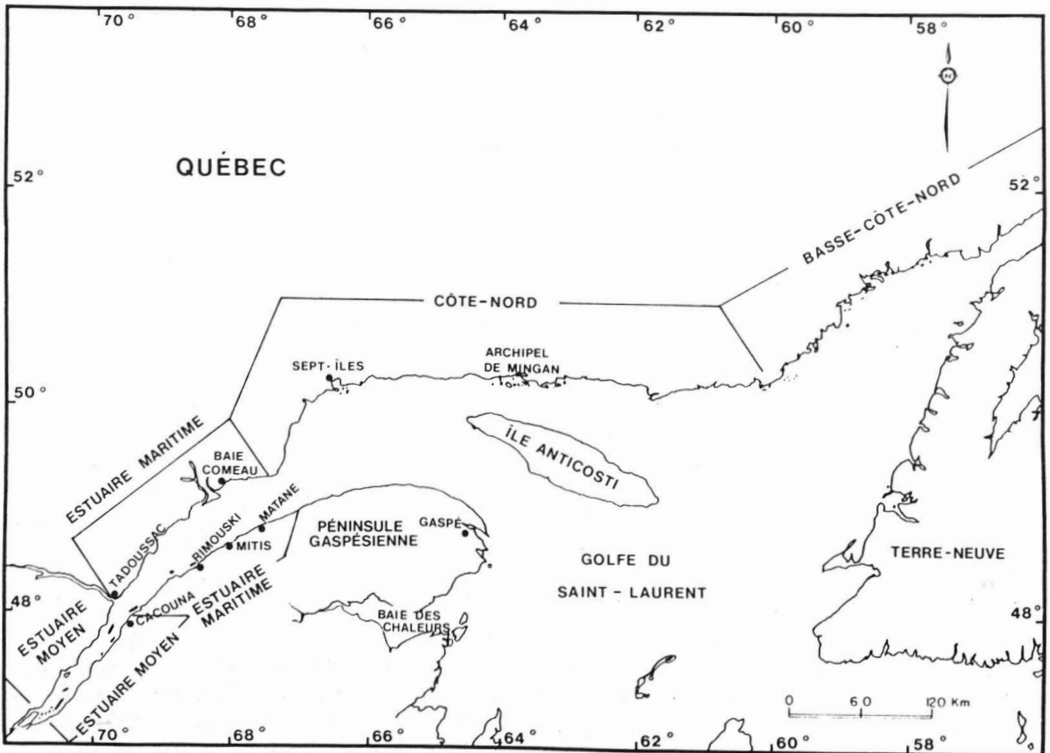


Figure 1. Carte présentant les limites des régions maritimes du Québec.

**Traitement taxonomique**

## Ordre Bacillariales

Frustules possédant un système raphéen toujours constitué de fibules, très souvent en position excentrique et porté sur une carène.

## Famille Bacillariaceae

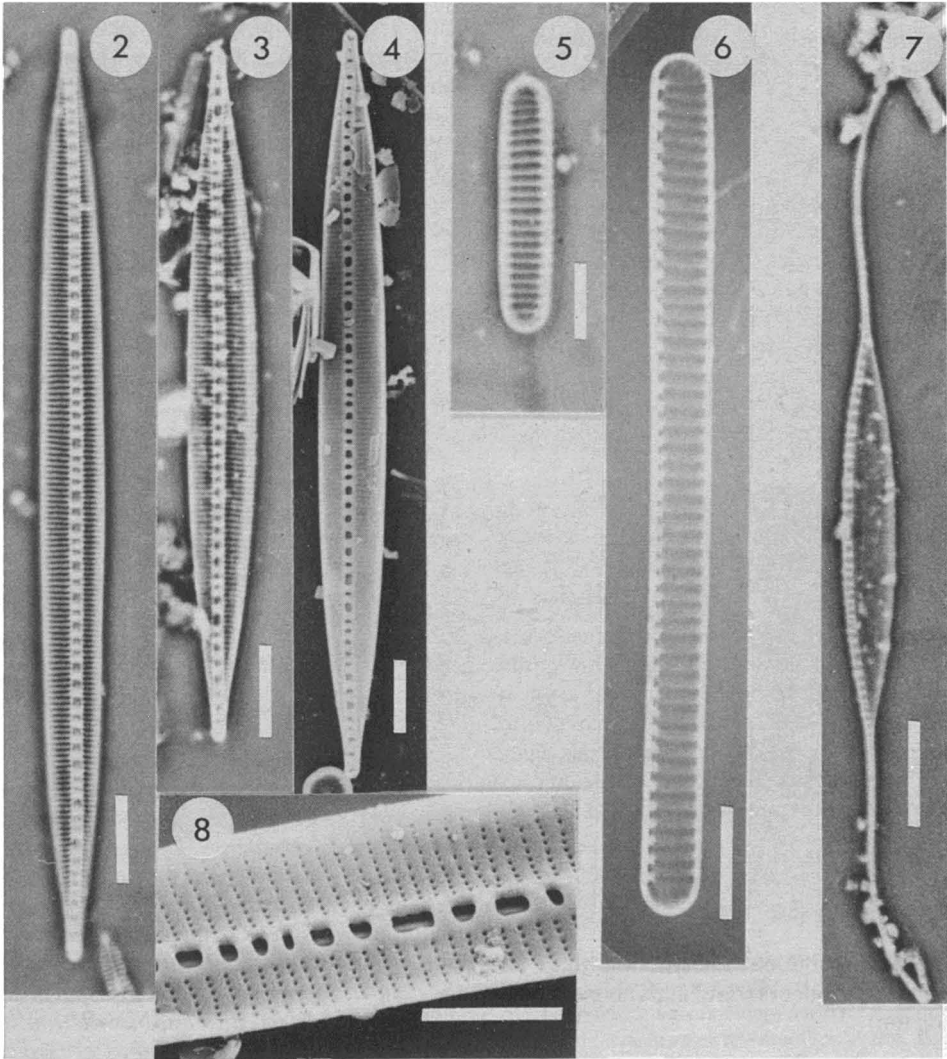
Valves généralement linéaires, droites ou faiblement sigmoïdes. Stries constituées d'aréoles simples ou loculées fermées par des hymènes.

Genre *Bacillaria* Gmelin

Valves linéaires à linéaires-lancéolées. Raphé en position centrale sur une carène très peu saillante, avec des fibules en forme de côtes voûtées. Absence de nodule central. Stries aréolées.

*Bacillaria socialis* (Gregory) Ralfs  
(Fig. 2-4, 8)

*Nitzschia socialis* Gregory [Grunow in Van Heurck (1881), pl. 61, fig. 8; Navarro (1982), p. 56, pl. 36, fig. 9; Ricard (1987), fig. 1059-1064].



Figures 2-4, 8. *Bacillaria socialis*: fig. 2, 3, vue valvaire; fig. 4, MEB, valve en vue interne; fig. 8, MEB, portion de valve en vue interne montrant les fibules et les stries. — Figures 5, 6. *Fragilariopsis cylindrus*: fig. 5, vue valvaire; fig. 6, MEB, vue interne d'une valve. — Figure 7. *Cyandrotheca closterium*, vue valvaire. Échelles: 5  $\mu$ m (fig. 5, 6, 8), 10  $\mu$ m (fig. 2-4, 7).

Valves de longueur linéaires à linéaires-lancéolées, s'effilant graduellement vers un apex rostré. Systèmes raphéen et fibulaire en position centrale et rectilignes. Fibules bien évidentes et irrégulièrement distancées (MO), en forme de côtes voûtées au-dessus du raphé en vue interne (MEB). Absence de nodule central. Stries équidistantes, parallèles sur toute la valve et constituées de rangées simples finement aréolées.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
64	70-180	6,5-10	14-19	5-8

Aire de distribution : Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; île d'Anticosti; baie des Chaleurs (très commun).

#### Genre *Cylindrotheca* Rabenhorst

Frustules plus ou moins fortement spiralés selon l'axe apical. Valves longues et étroites, faiblement silicifiées. Raphé soutenu au moyen de plusieurs fines fibules en forme de côtes interrompues ou non par un très petit nodule central. Stries irrégulières, souvent absentes ou à peine perceptibles.

#### *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & Lewin

(Fig. 7)

*Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith [Hustedt (1930), p. 424, fig. 822; John (1983), p. 166, pl. 71, fig. 1-15; Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 124, pl. 87, fig. 1, 2].

Valves étroites et longues, plutôt fusiformes, aux extrémités finement allongées en spirale, courbées du même côté ou en sens opposé. Carène excentrique et marginale. Fibules courtes, inégalement espacées, les deux médianes légèrement plus écartées découvrant le petit nodule central. Stries imperceptibles en MO.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
11	32-90	3-5,5	11-17

Aire de distribution : Estuaire maritime, rive sud; baie des Chaleurs (rare; mais abondant dans le plancton).

#### Genre *Fragilariopsis* Hustedt

Valves linéaires, linéaires-lancéolées ou elliptiques. Raphé avec ou sans nodule central.

Absence de fissures externes aux pôles. Stries bisériées ou multisériées, constituées de petits poroïdes circulaires.

#### *Fragilariopsis cylindrus* (Cleve) Krieger (Fig. 5, 6)

*Fragilariopsis cylindrus* (Grunow) Krieger [Hasle (1965b), p. 34, pl. 12, fig. 6-12, pl. 14, fig. 1-10, pl. 17, fig. 2-4]. *Fragilaria cylindrus* Grunow ex Cleve (1883), p. 484, pl. 37, fig. 64. *Nitzschia cylindrus* (Grunow) Hasle [Tynni (1980), p. 13, fig. 196].

Valves très étroites, linéaires et isopolaires, aux extrémités arrondies. Raphé et carène très fortement excentriques, en position marginale et imperceptibles en MO. Absence de nodule central. Fibules petites, en forme de courtes barres équidistantes (MEB). Stries bisériées, parallèles sur presque toute la valve, radiant aux pôles et uniformément espacées.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )
17	8-23	3,5-4	12-14

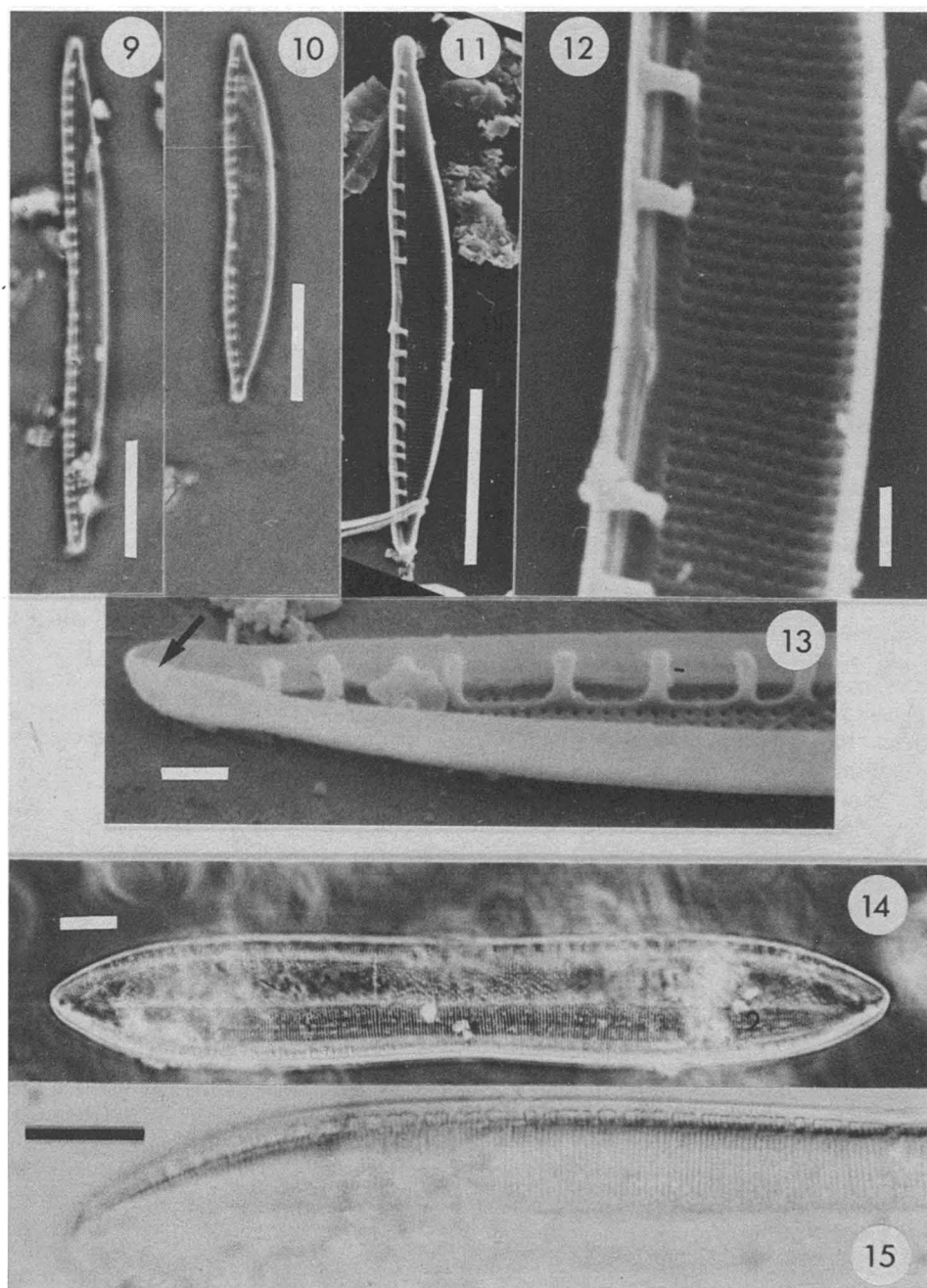
Aire de distribution : Estuaire maritime, rives nord et sud; Côte-Nord; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (rare).

#### Genre *Hantzschia* Grunow

Frustules symétriques selon les axes apical et transapical. Valves asymétriques selon l'axe apical. Raphé excentrique, continu d'un pôle à un autre ou interrompu au centre. Fissures terminales externes courbées en crochet vers le côté dorsal de la valve. Stries unisériées ou bisériées.

#### *Hantzschia lortiei* Poulin, sp. nov. (Fig. 9-13)

*Valvae perangustae et perleviter dorsiventraliter curvatae cum marginibus convexo distincto et concavo rectiusculo vel ad centrum perleniter flexo. Apices subrostrati et rotundati. Systemata raphis et fibularum in positione excentrica et marginali. Fissurae terminales dorsaliter curvatae. Fibulae bene manifestae intervallis imparibus super raphem arcuatae in aspectu interno (MEB), fibulis mediis duabus distantioribus nodulum centalem formantibus et basi costae angustae longitudinali conjunctis. Striae indistinctae (MO), sed parallelae per totam valvam, ex areolis tenuibus equidistantibus constantes, uniseriatae.*



Figures 9-13. *Hantzschia lortiei*: fig. 9, 10, vue valvaire; fig. 11, MEB, valve en vue interne; fig. 12, MEB, région centrale de la valve en vue interne; fig. 13, MEB, région apicale en vue interne oblique, à 55° d'inclinaison, montrant la fissure terminale du raphé (flèche) courbée vers la marge dorsale. — Figures 14, 15. *Tryblionella plana*: fig. 14, vue valvaire; fig. 15, fond clair, portion de la valve montrant les fibules. Échelles: 1  $\mu\text{m}$  (fig. 12, 13), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 9-11, 14, 15).

N	Longitudo ( $\mu\text{m}$ )	Latitudo ( $\mu\text{m}$ )	Striae (in 10 $\mu\text{m}$ )	Fibulae (in 10 $\mu\text{m}$ )
21	23-55	3-5 7-7,5 F	40-43	(7)8-10(11)

*Holotypus*: Sur bloc rocheux de l'étage intertidal, Métis, Comté de Matane, Québec, 13.08.1981, collection A. Cardinal, département de biologie, Université Laval, Québec; lame n° 229 + déposée au Musée canadien de la nature, Ottawa (CANA 32628). Espèce dédiée à Guy Lortie, diatomiste, décédé prématurément en 1988 lors d'une mission scientifique dans le Nord québécois.

Valves très étroites et très légèrement courbées dorso-ventralement, avec une marge convexe distincte et une autre concave plutôt droite ou avec un très léger point d'inflexion en son centre. Apex sub-rostrés et arrondis. Systèmes raphéen et fibulaire en position excentrique et marginale. Fissures terminales courbées dorsalement. Fibules bien évidentes, arquées au-dessus du raphé en vue interne (MEB) et irrégulièrement espacées les unes des autres, les deux médianes plus distantes créant un nodule central, et associées à leur base à une étroite côte longitudinale. Stries indistinctes (MO), mais parallèles sur toute la valve, équidistantes et unisériées, constituées de fines aréoles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
21	23-55	3-5 7-7,5 F	40-43	(7)8-10(11)

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive sud (très rare).

Cette espèce montre certaines affinités avec *Hantzschia weyprechtii* Grunow, retrouvée principalement dans les glaces de mer de l'Arctique, mais elle s'en distingue par des extrémités valvaires nullement effilées, des stries parallèles sur toute la valve et des fissures terminales du raphé courbées dorsalement (Medlin & Hasle, 1990). Les paramètres morphométriques mesurés chez *H. lortiei* sont sensiblement différents de ceux rapportés pour *H. weyprechtii*: les valves de cette nouvelle espèce sont plus courtes, plus étroites et les stries sont nettement plus denses. Sur le plan écologique, *H. lortiei* n'est pas une espèce qui se retrouve dans les assemblages des glaces de mer arctiques, mais est un élément des assemblages épibenthiques de l'estuaire du Saint-Laurent.

### Genre *Nitzschia* Hassall

Valves droites ou sigmoïdes, linéaires, lancéolées ou elliptiques. Apex souvent rostrés ou capités. Raphé de faiblement à fortement excentrique, avec un système fibulaire à organisation variable. Conopeum ou crête marginale souvent présente. Stries unisériées.

#### *Nitzschia angularis* W. Smith (Fig. 16-22)

Van Heurck (1880-1885), p. 177, pl. 62, fig. 11-14. Henedy (1964), p. 281, pl. 39, fig. 6. Lobban & Mann (1987), p. 2399, fig. 14, 15. Ricard (1987), fig. 1073, 1074.

Valves longuement linéaires-lancéolées à largement rhombiques. Apex étroits, effilés et arrondis. Carène en position centrale ou très légèrement excentrique, bordée de part et d'autre par une ligne longitudinale (MO), le conopeum (MEB). Fibules étroites, bien distinctes et irrégulièrement distancées; espaces interfibulaires de forme généralement rectangulaire. Raphé continu d'un pôle à un autre, sans nodule central. Stries perceptibles en MO, denses et parallèles, constituées de fines aréoles allongées et disposées en rangées simples et équidistantes.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
73	53-200	8-13,5	30-38	4-7

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Côte-Nord; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (très commun).

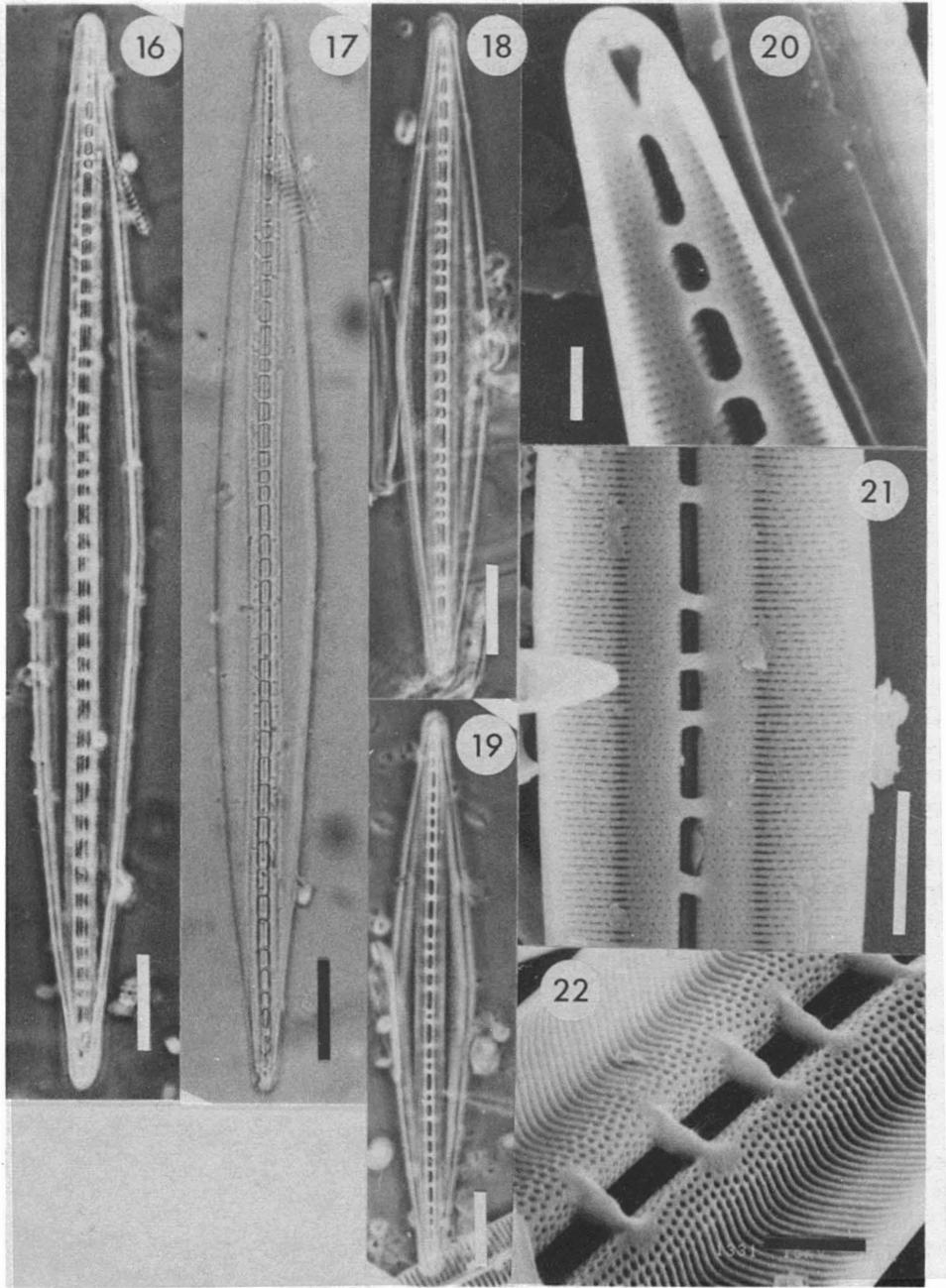
Tous les spécimens observés ont été identifiés à la variété nominale, *Nitzschia angularis*. Une étude plus approfondie de ce complexe permettra une meilleure circonscription des diverses variétés signalées dans la littérature.

#### *Nitzschia bilobata* W. Smith (Fig. 23, 24)

Van der Werff & Huls (1957-1974), P.D I XXI, 138. Henedy (1964), p. 280, pl. 39, fig. 2, pl. 43, fig. 15. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 61, pl. 46, fig. 1, 2.

Valve linéaire ou linéaire-lancéolée avec la marge supportant la carène très fortement contractée au centre et la marge opposée très légèrement concave. Apex apiculés. Carène excentrique et marginale. Fibules bien apparentes, plus



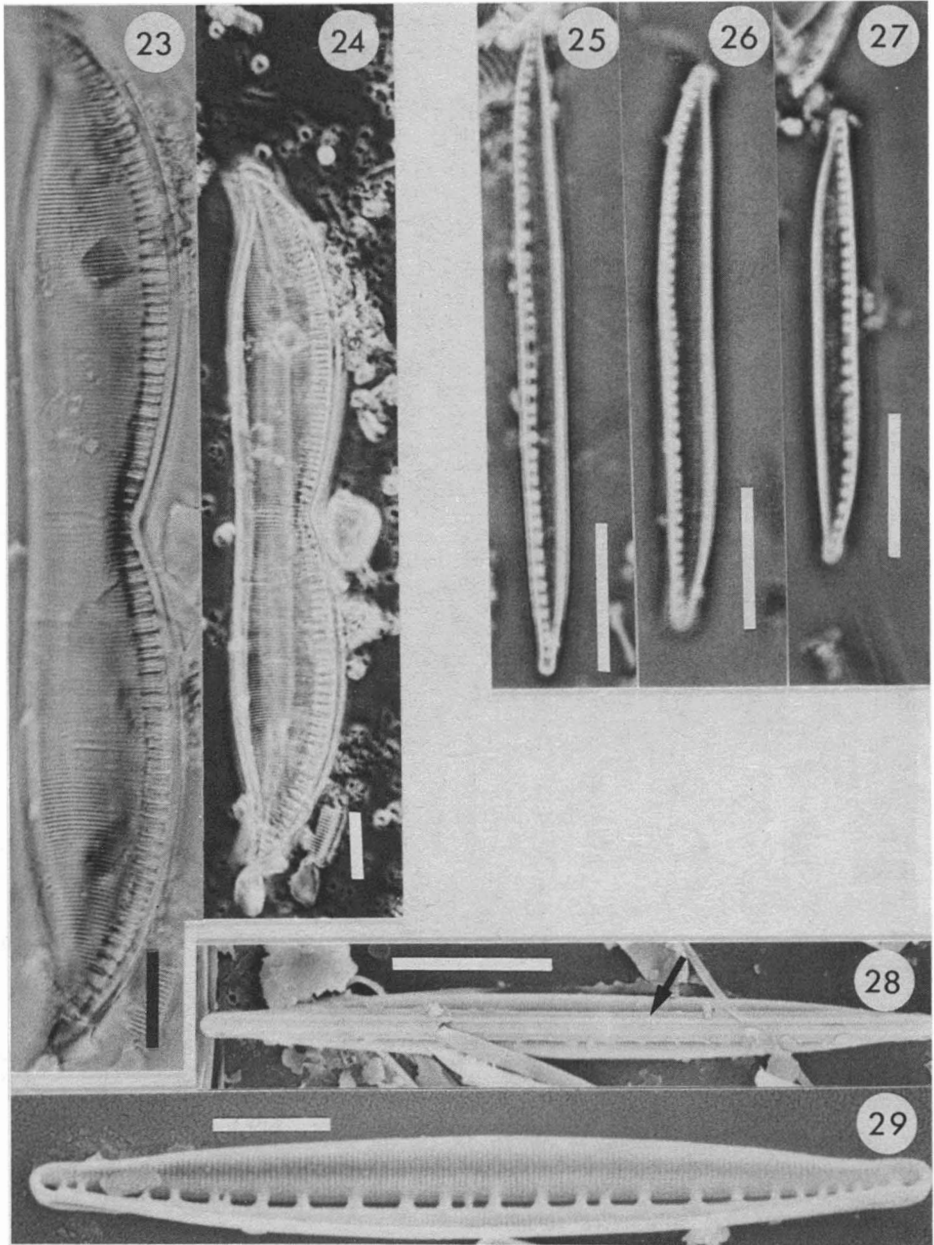


Figures 16-22. *Nitzschia angularis*: fig. 16, 18, 19, vue valvaire, variations morphologiques; fig. 17, fond clair, vue valvaire; fig. 20, MEB, région apicale en vue interne; fig. 21, MEB, vue interne de la région centrale d'une valve; fig. 22, MEB, section de valve en vue interne oblique à 55° d'inclinaison. Échelles : 2  $\mu\text{m}$  (fig. 20, 22), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 21), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 16-19).

ou moins allongées et inégales avec les deux médianes plus écartées délimitant un nodule central. Stries équidistantes, parallèles et radiantés aux extrémités.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
1	106	16,5	21-22	7-9

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord (très rare).



Figures 23, 24. *Nitzschia bilobata*: fig. 23, fond clair, vue valvaire; fig. 24, vue valvaire. — Figures 25-27. *Nitzschia clausii*, vue valvaire, variations morphologiques. — Figures 28, 29. *Nitzschia dissipata*: fig. 28, MEB, valve en vue externe montrant le conopeum (flèche); fig. 29, MEB, vue interne d'une valve. Échelles: 5  $\mu\text{m}$  (fig. 29), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 23-28).

*Nitzschia clausii* Hantzsch

(Fig. 25-27)

Grunow in Van Heurck (1881), pl. 66, fig. 10. Germain (1986), p. 228, fig. 8, 9, 11-15. Ricard (1987), fig. 996-1000. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 31, pl. 19, fig. 1-6A.

Valves très étroitement sigmoïdes-linéaires de la forme d'un parallélogramme avec deux côtés opposés convexes et courbés, les deux côtés pointus correspondant aux apex capités. Canal-raphé très excentrique, marginal et très légèrement infléchi au centre. Fibules bien marquées, courtes, irrégulièrement espacées avec les deux médianes plus écartées délimitant un petit nodule central. Stries à peine perceptibles en MO, unisériées, équidistantes et parallèles (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
11	30-44	2,5-3,5	35 +	9-14

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord; baie des Chaleurs (rare).

Cette espèce est très voisine de *Nitzschia obtusa* var. *nana* (Grunow) Van Heurck, mais elle en diffère par des valves plus étroites, un apex distinctement capité et des stries nettement plus denses.

*Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow

(Fig. 28-32)

Van Heurck (1880-1885), p. 178, pl. 63, fig. 1. Van der Werff & Huls (1957-1974), P.D I XXI. 138. Coste & Ricard (1980), p. 189, fig. 8, 9, 50-57. Güttinger (1986), pl. 2.08.09-1, fig. 1-6. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 19, pl. 11, fig. 1-7.

Valves de forme très étroitement linéaire, aux marges parallèles à linéaires-lancéolées. Apex étroitement tronqués et effilés. Carène en position centrale, parfois très légèrement excentrique, bordée de part et d'autre par une ligne longitudinale (MO), le conopeum (MEB). Fibules courtes, inégalement espacées. Espaces interfibulaires de forme quadrangulaire, rectangulaire ou circulaire. Absence de nodule central. Stries indistinctes (MO), équidistantes, très finement aréolées et parallèles, continues sur la face interne sous-jacente au conopeum (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
56	16-82	2,5-5,5	42-52	4-10(12)

Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (très commun).

À l'occasion, nous avons identifié une forme dont les valves sont longues et linéaires que nous avons rapprochée de *Nitzschia dissipata*, dont elle partage tous les autres caractères morphologiques. Cette espèce montre certaines caractéristiques morphologiques rappelant *N. distans* Gregory, mais elle s'en distingue par des valves plus courtes, généralement plus étroites et un nombre de stries nettement plus élevé. Nos données biométriques sont similaires à celles rapportées par Archibald (1983).

*Nitzschia* sp. [aff. *dissipatoides* Archibald]

(Fig. 33, 34)

Archibald (1982), p. 36, fig. 31-43. Archibald (1983), p. 247, fig. 59-61, 372-376, 551-553. Coste & Ricard (1984), fig. 56, 57. Lange-Bertalot & Krammer (1987), p. 15, pl. 27, fig. 10-13.

Valves étroites, linéaires à linéaires-lancéolées. Apex légèrement courbés, sub-rostrés ou sub-capités. Systèmes raphéen et fibulaire en position marginale, incurvés aux apex, rectilignes puis faiblement contractés au centre de la valve. Fibules bien évidentes, allongées et inégalement espacées, les deux médianes, légèrement plus allongées, sont plus éloignées l'une de l'autre et délimitent un nodule central. Stries difficiles à percevoir en MO, elles sont toutefois équidistantes et parallèles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
10	22-37	3-5	(31)33-36	(9)10-11

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive sud (rare).

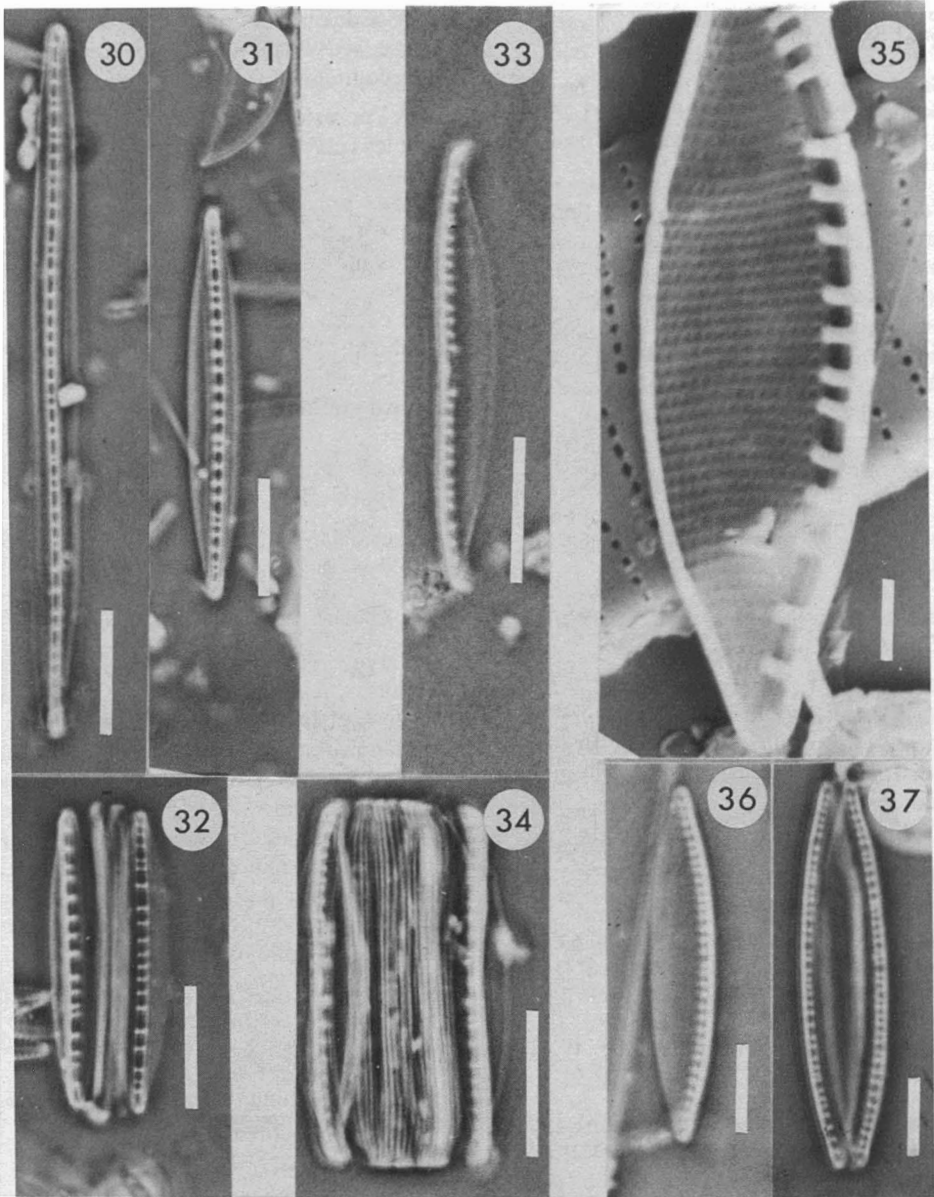
Les spécimens observés présentent des caractéristiques morphologiques et biométriques identiques à celles rapportées par Archibald (1982) pour ce taxon, à la seule exception du nombre de stries qui est nettement moins dense pour les spécimens de l'estuaire du Saint-Laurent.

*Nitzschia distans* Gregory

(Fig. 38-41)

Grunow in Van Heurck (1881), pl. 62, fig. 10. Ricard (1987), fig. 1070-1072.

Valves plutôt larges et linéaires. Apex tronqués et effilés. Canal-raphé droit, en position cen-



Figures 30-32. *Nitzschia dissipata*: fig. 30-31, vue valvaire; fig. 32, frustule. — Figures 33, 34. *Nitzschia* sp. (aff. *dissipatoides*): fig. 33, vue valvaire; fig. 34, frustule. — Figures 35-37. *Nitzschia fontifuga*: fig. 35, MEB, valve en vue interne; fig. 36, vue valvaire; fig. 37, frustule. Échelles: 1  $\mu\text{m}$  (fig. 35), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 36, 37), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 30-34).

trale ou très légèrement excentrique, bordé de part et d'autre par une ligne longitudinale (MO), le conopeum (MEB). Fibules bien visibles, étroites et irrégulièrement distancées; espaces interfibulaires de forme quadrangulaire, rectangulaire ou circulaire. Absence de nodule central.

Stries visibles en MO, équidistantes, parallèles, unisériées, très finement aréolées et continues sur la face interne sous-jacente au conopeum (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
13	71-220	6-11,5	32-35	4-6

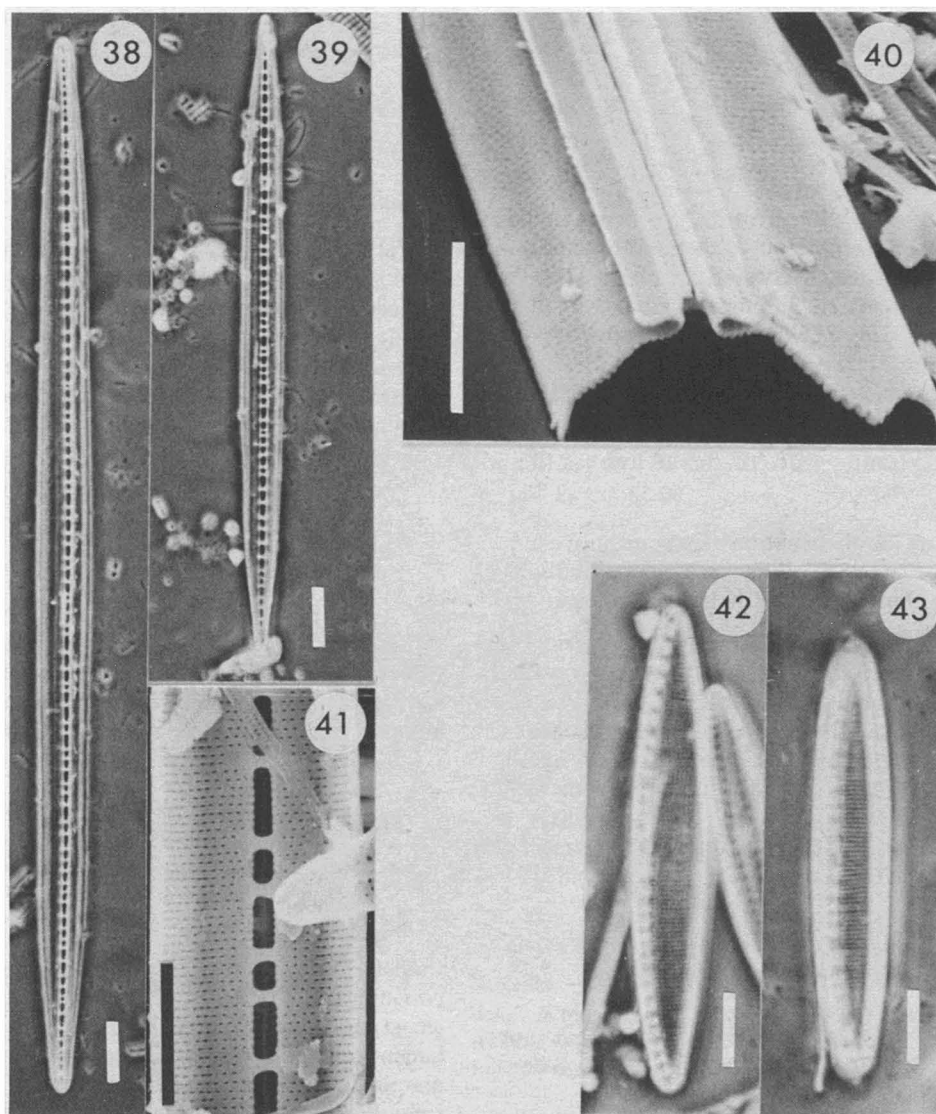
Aire de distribution : baie des Chaleurs (rare).

Ce taxon montre beaucoup d'affinité avec *Nitzschia angularis* partageant plusieurs caractères morphologiques, la seule exception étant un contour des valves très distinctement linéaire chez *N. distans*.

*Nitzschia filiformis* var. *conferta* (Richter)  
Lange-Bertalot  
(Fig. 42, 43)

Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 28, pl. 20, fig. 1-7, 13.

Valves courtes, étroites et linéaires-lancéolées. Apex effilés et arrondis. Canal-raphé excentrique et marginal. Fibules distinctes, courtes, inégalement échelonnées, les deux du centre plus écartées découvrant un petit nodule central. Stries visibles, équidistantes et parallèles (MO).



Figures 38-41. *Nitzschia distans*: fig. 38, 39, vue valvaire; fig. 40, MEB, portion de valve en vue externe oblique, à 45° d'inclinaison, montrant le conopeum en coupe transversale; fig. 41, MEB, portion de valve en vue interne. — Figures 42, 43. *Nitzschia filiformis* var. *conferta*, vue valvaire. Échelles: 5 µm (fig. 40-43), 10 µm (fig. 38, 39).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
4	29-35	5	30-32	8-9

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord (très rare).

Les quelques rares spécimens rencontrés semblent en tous points identiques à *Nitzschia filiformis* var. *conferta* selon la description et les microphotographies rapportées par Lange-Bertalot (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

*Nitzschia fontifuga* Cholnoky  
(Fig. 35-37)

Archibald (1983), p. 253, fig. 385-391. Lobban (1984), p. 791, fig. 4m, 17. Lange-Bertalot & Krammer (1987), p. 18, pl. 38, fig. 7-9.

Valves plutôt étroites, de forme linéaire-lancéolée à elliptique. Apex très étroitement rostrés à sub-rostrés. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques et marginaux. Fibules distinctes, courtes, denses et inégalement espacées. Absence de nodule central. Stries imperceptibles en MO, parallèles, équidistantes et unisériées (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
63	7-29	3-4,5	50-52	14-20

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (très commun).

Lange-Bertalot & Krammer (1987) ont placé cette espèce en synonymie de *Nitzschia perindistincta* Cholnoky. En 1988, Krammer & Lange-Bertalot se sont montrés plus hésitants à confirmer ce changement nomenclatural si bien que nous préférons, pour l'instant, maintenir la validité de *N. fontifuga*. Les spécimens observés dans l'Estuaire ont des valves qui sont légèrement plus larges que celles mesurées par Archibald (1983).

*Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow  
(Fig. 44-48)

Hustedt (1930), p. 414, fig. 795. Negoro & Gotoh (1983), p. 88, fig. 233-238, 278. Kobayasi (1985), p. 305, fig. 21-34. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 94, pl. 68, fig. 1-8.

Valves très étroites, linéaires; linéaires-lancéolées ou elliptiques. Apex étroits, effilés, arrondis ou légèrement rostrés. Canal-raphé excentrique et marginal. Fibules évidentes,

courtes, équidistantes ou légèrement irrégulièrement espacées, les deux du centre plus écartées l'une de l'autre délimitant un nodule central. Stries distinctes, équidistantes et parallèles (MO), constituées de rangées simples finement aréolées.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
77	6-44	1,5-3,5	22-30	12-16(17)

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Côte-Nord; Basse-Côte-Nord; île d'Anticosti; baie des Chaleurs (très commun).

*Nitzschia grossestriata* Hustedt  
(Fig. 57-59)

Hustedt (1955), p. 46, pl. 16, fig. 8-10. Simonsen (1987), p. 424, pl. 632, fig. 7-12.

Valves très fortement silicifiées, étroitement lancéolées, aux apex effilés et arrondis. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques et marginaux. Fibules distinctes, fortes et équidistantes. Absence de nodule central. Stries bien évidentes, grossièrement aréolées, également espacées et parallèles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
3	48-69	5-6	13	7

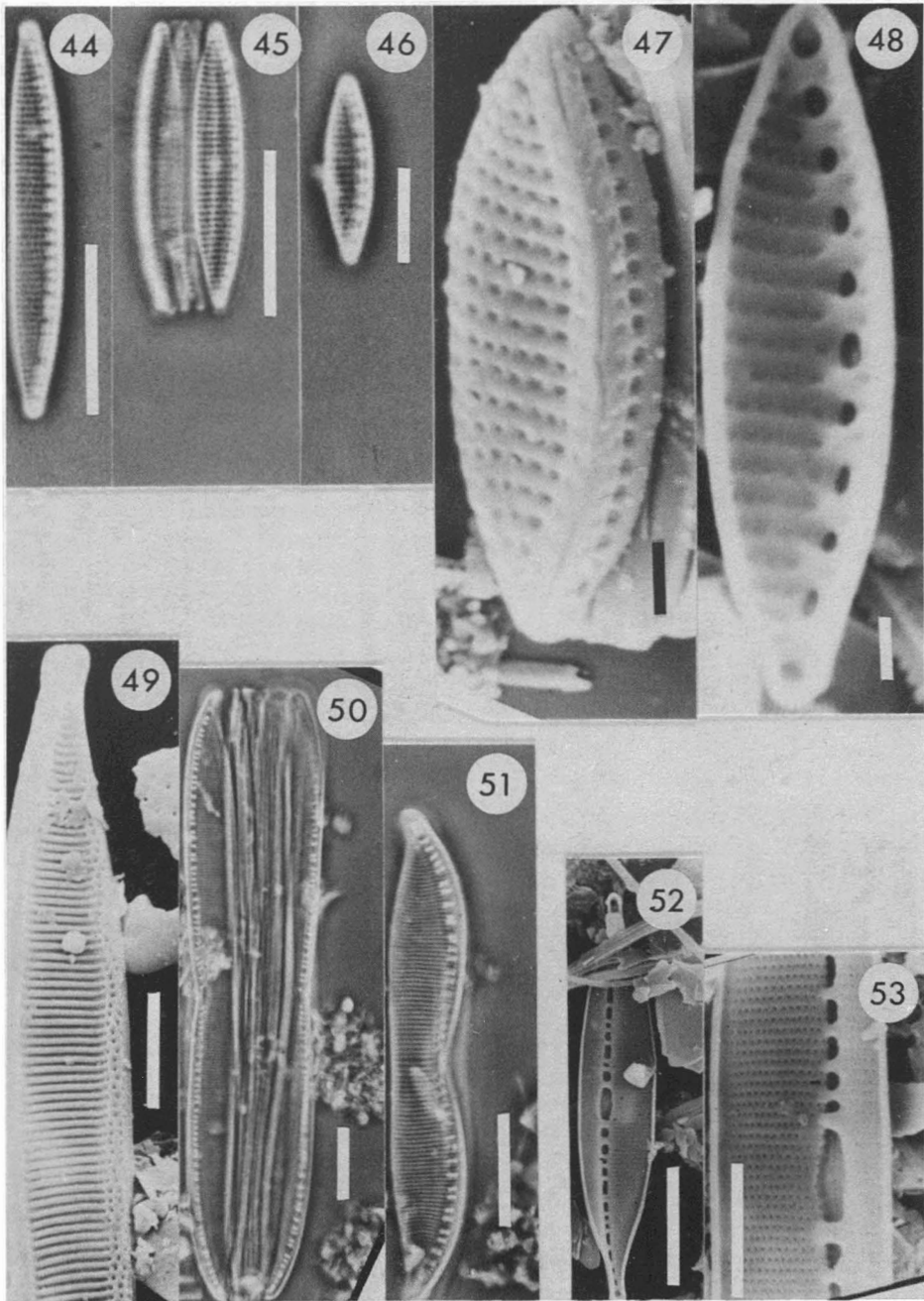
Aire de distribution: baie des Chaleurs (très rare).

Les trois seuls spécimens rencontrés ont des valves qui sont plus larges que celles mesurées par Hustedt (1955), les autres caractères morphologiques étant identiques (Simonsen, 1987).

*Nitzschia hybrida* Grunow  
(Fig. 49-51)

Grunow in Cleve & Grunow (1880), p. 79, pl. 5, fig. 95. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 61, pl. 46, fig. 3-6, pl. 47, fig. 1-3.

Valves linéaires-lancéolées dont la marge supplant le canal-raphé est plus fortement contractée au centre que la marge opposée. Apex dorsalement courbés et rostrés. Carène excentrique et marginale. Fibules bien évidentes, allongées et irrégulièrement distribuées, les deux médianes nettement plus espacées l'une de l'autre délimitant un nodule central. Stries unisériées, finement aréolées (MEB), équidistantes et parallèles ou légèrement radiantes (MO).



Figures 44-48. *Nitzschia frustulum*: fig. 44, 46, vue valvaire; fig. 45, frustule; fig. 47, MEB, vue externe d'une valve; fig. 48, MEB, valve en vue interne. — Figures 49-51. *Nitzschia hybrida*: fig. 49, MEB, demi-valve en vue externe; fig. 50, frustule; fig. 51, vue valvaire. — Figures 52, 53. *Nitzschia hybrida* var. *gaspesiana*: fig. 52, MEB, valve en vue interne; fig. 53, MEB, région centrale d'une valve en vue interne. Échelles: 1  $\mu\text{m}$  (fig. 47, 48), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 46, 49, 53), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 44, 45, 50-52).

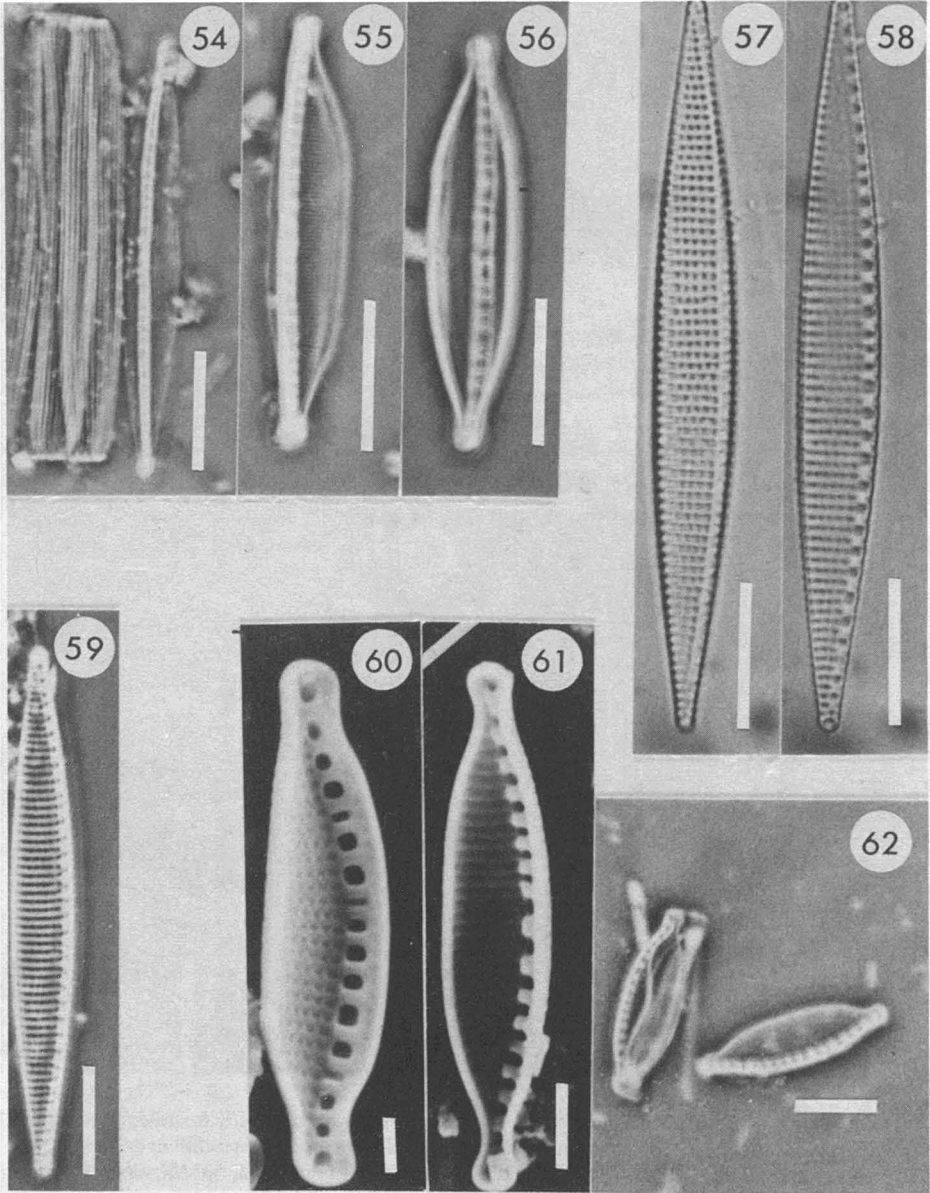
N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
44	34-125	5-9	22-26	9-12(13)

*Nitzschia hybrida* var. *gaspesiana* Poulin, Hudon & Cardinal  
(Fig. 52-56)

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rive sud; Basse-Côte-Nord; île d'Anticosti; baie des Chaleurs (très commun).

Poulin *et al.* (1982), p. 280, fig. 1c, 7, 8.

Valves de forme linéaire-elliptique à linéaire-lancéolée avec une très légère contraction de la



Figures 54-56. *Nitzschia hybrida* var. *gaspesiana*, vue valvaire. — Figures 57-59. *Nitzschia grosseseriata*: fig. 57, fond clair, vue valvaire montrant les aréoles des stries; fig. 58, fond clair, vue valvaire montrant les fibules; fig. 59, vue valvaire. — Figures 60-62. *Nitzschia microcephala*: fig. 60, 61, MEB, valve en vue interne; fig. 62, vue valvaire. Échelles: 1  $\mu\text{m}$  (fig. 60), 2  $\mu\text{m}$  (fig. 61), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 62), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 54-59).



marge carénale, la marge dorsale étant plutôt droite dans sa partie centrale. Apex distinctement capités. Systèmes raphéen et fibulaire en position très variable, de faiblement à fortement excentriques ou nettement marginaux. Fibules bien évidentes, courtes et irrégulièrement espacées, les deux médianes plus écartées formant un nodule central distinct. Stries difficiles à percevoir en MO, unisériées, finement aréolées, équidistantes et parallèles (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
22	22-46	4-7	30-35	9-12

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive sud; Basse-Côte-Nord (commun).

Ce taxon diffère de la variété nominale par un apex capité, un canal-raphé occupant des positions variables et un nombre de stries plus grand. Cette variété montre aussi certaines affinités avec *Nitzschia dissipata* mais elle s'en distingue principalement par la présence d'un nodule central et par l'absence d'un conopeum. Il en est de même pour *N. dissipatoides* dont elle semble être très voisine, toutes les deux partageant les mêmes caractéristiques à l'exception de valves plus larges chez la var. *gaspesiana*. Il n'en demeure pas moins qu'une étude approfondie s'impose sur ces deux derniers taxons d'autant plus qu'ils occupent le même milieu écologique.

*Nitzschia longissima* (Kützing) Ralfs  
(Fig. 65, 66, 69, 70)

Van Heurck (1880-1885), p. 185, pl. 70, fig. 1, 2.  
Van der Werff & Huls (1957-1974), P.D I XXI. 138. Hasle (1964), p. 20, pl. 1, fig. 2, pl. 5, fig. 6, pl. 10, fig. 5-7, pl. 11, fig. 1-4. Podzorski & Håkansson (1987), p. 97, pl. 44, fig. 8.

Valves étroites et lancéolées s'effilant vers des extrémités très étroites, excessivement longues et dépassant généralement le corps même de la valve, laquelle paraît droite ou faiblement courbée d'une extrémité à l'autre. Système raphéen excentrique et marginal, disposé sur une carène à peine saillante (MEB). Fissures terminales bifides (MEB). Fibules bien évidentes, allongées et irrégulièrement distancées avec les deux médianes plus espacées délimitant un nodule central. Stries imperceptibles (MO), équidistantes, parallèles, unisériées, très finement et irrégulièrement aréolées (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
15	158-420	7-10	34-37	6-8

Aire de distribution: baie des Chaleurs (rare).

*Nitzschia lorenziana* Grunow  
(Fig. 63, 64, 67, 68, 71, 72)

Van Heurck (1880-1885), p. 185, pl. 70, fig. 12.  
Navarro (1982), p. 54, pl. 35, fig. 4.

Valves très étroitement linéaires-lancéolées, aux extrémités très étroitement effilées et rostrées. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques, marginaux ou sub-marginaux, disposés sur une carène peu saillante. Fissures terminales bifides (MEB). Fibules allongées et irrégulièrement espacées avec les deux du centre plus écartées délimitant un nodule central. Présence de solides côtes transapicales équidistantes bien évidentes en vue externe (MEB), alors qu'en vue interne, les stries sont bisériées, très finement aréolées, régulièrement espacées et parallèles (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
20	71-146	4-6	12-17	6-7(8)

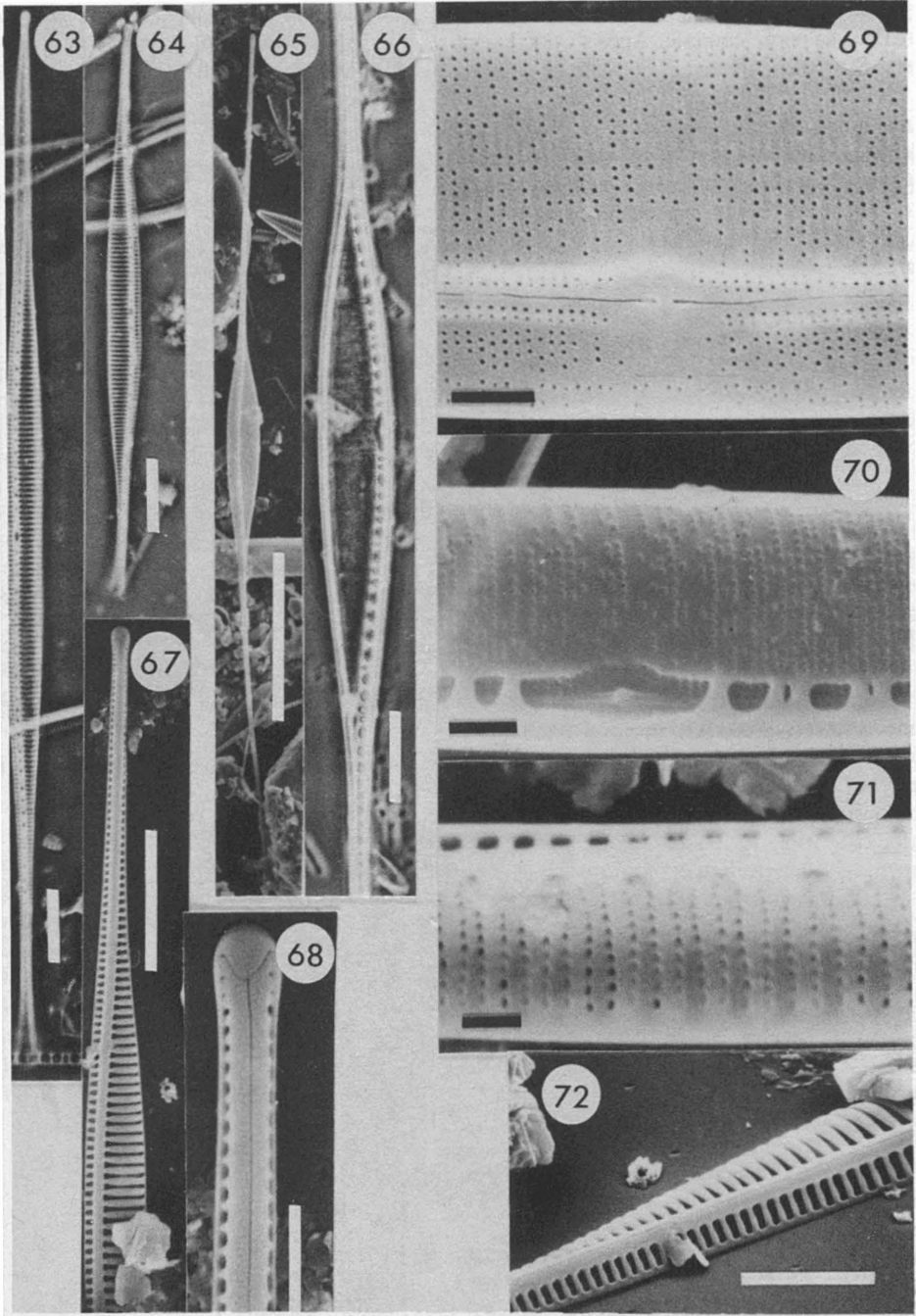
Aire de distribution: baie des Chaleurs (rare).

Nous n'avons pas tenté de séparer les différentes variétés de cette espèce, de telle sorte que les spécimens observés ont été regroupés sous la variété nominale. *Nitzschia lorenziana* n'a pas été validement publiée par Grunow in Cleve & Möller (1879) puisqu'il n'y a aucune description ou illustration qui accompagne le livret publié en même temps que l'exsiccata et cette citation devrait être considérée comme un *nomen nudum*. La citation exacte et valide du nom d'auteur pour cette espèce est Grunow in Cleve & Grunow (1880).

*Nitzschia microcephala* Grunow  
(Fig. 60-62)

Van Heurck (1880-1885), p. 183, pl. 69, fig. 21.  
Hustedt (1930), p. 414, fig. 791. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 120, pl. 83, fig. 10-19.  
Schoeman & Archibald (1988), p. 245, fig. 190-194.

Valves très étroites, de forme linéaire-elliptique à elliptique, aux marges parallèles ou faiblement convexes. Apex distinctement capités. Systèmes raphéen et fibulaire très excentriques et marginaux. Fibules distinctes, courtes, apparais-



Figures 63, 64, 67, 68, 71, 72. *Nitzschia lorenziana*: fig. 63, 64, vue valvaire; fig. 67, MEB, demi-valve en vue externe; fig. 68, MEB, vue externe d'un apex montrant la fissure bifide du raphé; fig. 71, MEB, portion de valve en vue interne montrant des stries bisériées; fig. 72, MEB, portion de valve en vue externe oblique à 55° d'inclinaison. — Figures 65, 66, 69, 70. *Nitzschia longissima*: fig. 65, MEB, valve en vue externe; fig. 66, vue valvaire de la région principale de la valve; fig. 69, MEB, centre de la valve en vue externe montrant des stries incomplètement perforées par les aréoles; fig. 70, MEB, région centrale de la valve en vue interne. Échelles: 1  $\mu\text{m}$  (fig. 71), 2  $\mu\text{m}$  (fig. 68-70), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 72), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 63, 64, 66, 67), 50  $\mu\text{m}$  (fig. 65).

sant équidistantes au MO et irrégulièrement espacées au MEB. Absence de nodule central. Stries unisériées et très finement aréolées (MEB), parallèles et à peine perceptibles (MO).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
10	10-15	2-3,5	33-34(36)	14-18(19)

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord (rare).

La citation exacte du nom d'auteur pour ce taxon est Grunow in Cleve & Grunow (1880) et non pas Grunow in Cleve & Möller (1878) laquelle doit être considérée comme un *nomen nudum* puisqu'aucune diagnose ou illustration ne figure dans le livret accompagnant l'exsiccata.

*Nitzschia obtusa* var. *nana* (Grunow) Van Heurck (Fig. 73, 74)

Van Heurck (1885), p. 180. Coste & Ricard (1982), pl. 3, fig. 42. *Nitzschia nana* Grunow in Van Heurck (1881), pl. 67, fig. 3 (*obtusa* var.) [Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 26, pl. 17, fig. 4-8].

Valves étroitement linéaires à marges parallèles, parfois très légèrement sigmoïdes. Apex arrondis en biseau en sens opposé l'un à l'autre. Systèmes raphéen et fibulaire en position excentrique et marginale, très faiblement incurvés au centre. Fissures centrales très nettement infléchies dorsalement (MEB). Fibules distinctes, allongées et irrégulièrement espacées avec les deux du centre plus écartées délimitant un petit nodule central. Stries unisériées, finement aréolées et parallèles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
23	28-67	4-4,5	33-35	9-10(11)

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord (commun).

Grunow (in Van Heurck, 1881) a décrit *Nitzschia nana* en y interposant entre parenthèses le nom spécifique d'une forme voisine de cette espèce. Plus tard, Van Heurck (1885) mentionne le taxon, *N. obtusa* var. *nana*. Dans ce cas-ci, la citation exacte des noms d'auteurs est (Grunow in Van Heurck 1881) Van Heurck (1885). Cette variété se distingue de la variété nominale et de la var. *scalpelliformis* Grunow par des valves nettement plus courtes, plus étroites, avec des fibules et des stries plus denses. D'un autre côté, *N. mail-*

*lardii* Coste & Ricard (1982) présente aussi une très grande similitude avec la présente variété, la seule distinction entre les deux taxons étant le nombre de stries sensiblement plus élevé chez *N. maillardii*. Archibald (1983) décrit *N. aremonica*, dont les dimensions sont très voisines de celles de la présente variété, mais qui s'en distingue par une striation nettement plus dense. Pour le moment les spécimens observés sont attribués à cette variété *nana*, mais une étude plus approfondie s'impose.

*Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* Grunow (Fig. 75, 76)

Grunow in Van Heurck (1881), pl. 67, fig. 2. Hustedt (1930), p. 422, fig. 817d. Coste & Ricard (1984), fig. 61. *Nitzschia scalpelliformis* (Grunow in Cleve & Möller) Grunow in Cleve & Grunow [Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 26, pl. 18, fig. 2-5, 7, 11, 12].

Diffère de la variété *nana* par des valves nettement plus larges et des apex également en biseau en sens inverse, mais plutôt rostrés.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
18	46-67	5-6,5	32-34	(8)9-10(11)

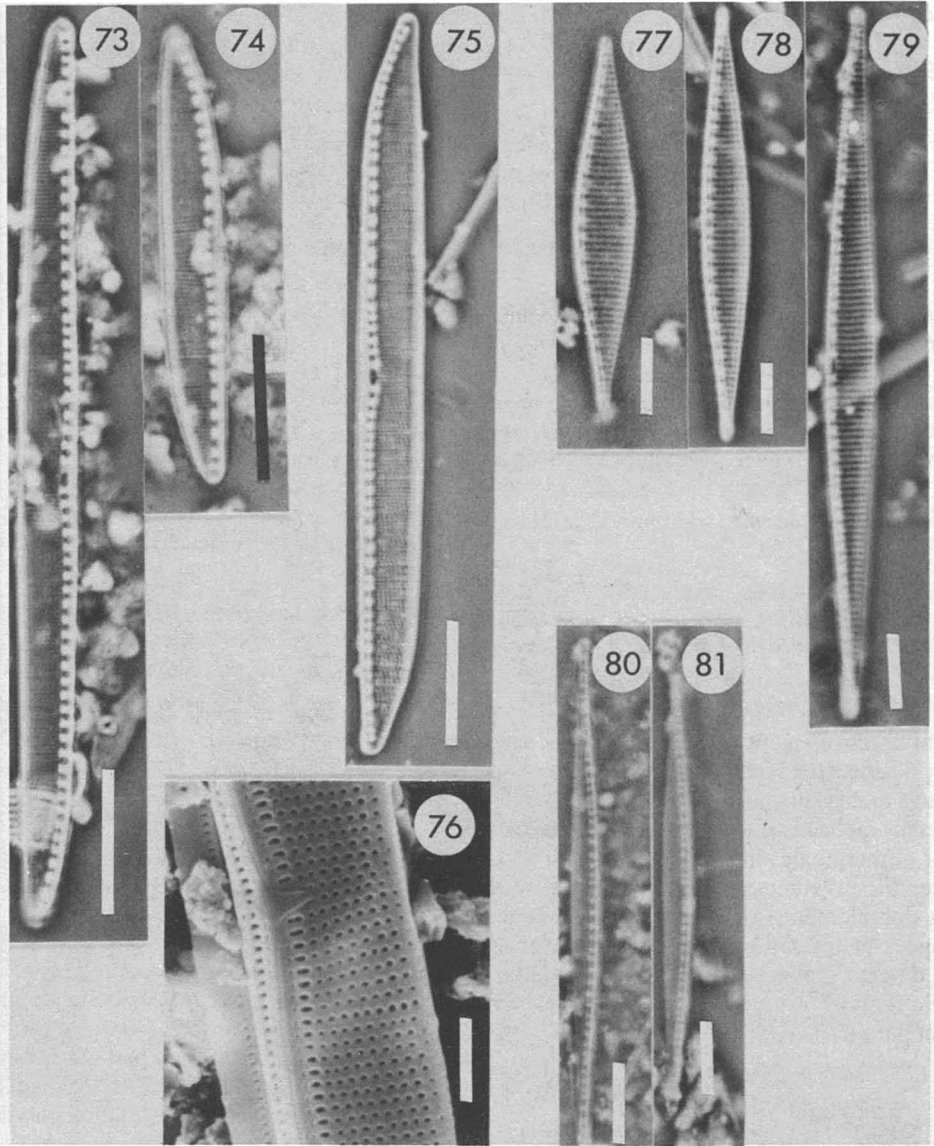
Aire de distribution: baie des Chaleurs (rare).

L'auteur qui a validement publié le nom de ce taxon devrait être cité comme suit: Grunow in Van Heurck (1881). Cette citation d'auteur a priorité sur Grunow in Cleve & Möller (1879) puisque le livret accompagnant l'exsiccata ne contient aucune description ou illustration du taxon. La variété *scalpelliformis* est elle aussi voisine de *Nitzschia aremonica* partageant la même étendue de tailles mais elle s'en différencie par des valves plus larges et une striation plus dense.

*Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow (Fig. 80, 81)

Grunow in Van Heurck (1881), pl. 68, fig. 9, 10 (*subtilis* var.). Hustedt (1930), p. 416, fig. 807. Coste & Ricard (1980), p. 192, fig. 4, 25, 26, 75-85. Kobayasi (1985), p. 305, fig. 1-8. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 114, pl. 81, fig. 1-7. Güttinger (1990), pl. 2.08.09-8, fig. 1-6. *Nitzschia subtilis* var. *paleacea* Grunow in Cleve & Grunow (1880), p. 95 [Van Heurck (1885), p. 183].

Valves très étroitement lancéolées. Apex étroits, effilés et arrondis. Canal-raphé excentrique et marginal. Fibules très courtes et irrégu-



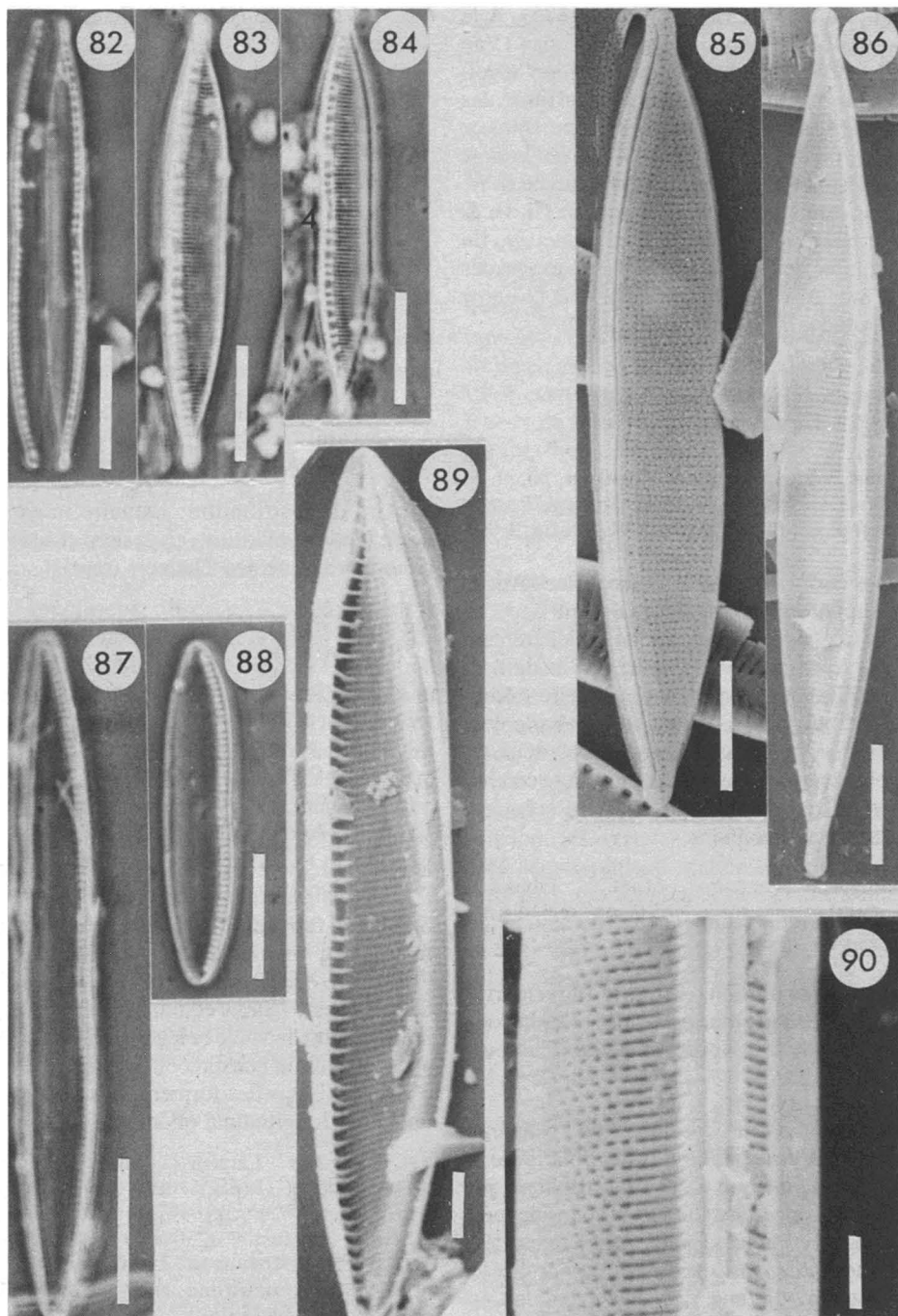
Figures 73, 74. *Nitzschia obtusa* var. *nana*, vue valvaire. — Figures 75, 76. *Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis*: fig. 75, vue valvaire; fig. 76, MEB, région centrale de la valve en vue externe oblique. — Figures 77-79. *Nitzschia romana*, vue valvaire. — Figures 80, 81. *Nitzschia paleacea*, vue valvaire. Échelles: 2  $\mu\text{m}$  (fig. 76), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 77-81), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 73-75).

lièrement espacées, les deux médianes plus écartées délimitant un petit nodule central. Stries indistinctes.

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive sud (rare).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
12	30-41	2-2,5	(14)15-17

Grunow a illustré *Nitzschia (subtilis var.) paleacea* aux figures 9 et 10 de la planche 68 laquelle aurait été publiée en 1881 selon VanLandingham (1978) et faisait partie intégrante



Figures 82-86. *Nitzschia* sp. (aff. *pellucida*): fig. 82, frustule; fig. 83, 84, vue valvaire; fig. 85, 86, MEB, valve en vue externe. — Figures 87-89. *Nitzschia thermaloides*: fig. 87, 88, vue valvaire; fig. 89, MEB, valve en vue interne oblique à 40° d'inclinaison. — Figure 90. *Nitzschia sigma*, MEB, portion de valve en vue externe. Échelles: 2  $\mu\text{m}$  (fig. 89, 90), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 85, 86), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 82-84, 87, 88).

du Synopsis de Van Heurck (1880-1885). À la section «Table alphabétique du Synopsis» (Van Heurck, 1884), il est précisé que les noms spécifiques entre parenthèses indiquent l'affinité des noms accessoires aux noms principaux. Dans ce cas précis, on devrait s'attendre à ce que Grunow *in* Van Heurck (1881) soit l'auteur légitime de *N. paleacea*, mais en 1880, Grunow *in* Cleve & Grunow a décrit *N. subtilis* var. *paleacea*. En tenant compte de la priorité, la citation exacte des noms d'auteurs est (Grunow *in* Cleve & Grunow 1880) Grunow *in* Van Heurck (1881).

*Nitzschia* sp. [aff. *pellucida* Grunow]  
(Fig. 82-86)

Grunow *in* Cleve & Grunow (1880), p. 80, pl. 5, fig. 96 (*hybrida* var. ?). Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 63, pl. 47, fig. 4-6, pl. 48, fig. 1-9.

Valves étroitement linéaires-lancéolées avec la marge supportant le canal-raphé contractée au centre et la marge opposée droite ou légèrement concave. Apex courbés et rostrés ou nettement apiculés. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques et marginaux. Fibules bien évidentes, allongées, inégalement espacées, les deux du centre plus écartées découvrant un nodule central. Stries visibles, unisériées, finement aréolées, équidistantes et parallèles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
26	25-66	3,5-6	25-38	11-17

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Côte-Nord; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (commun).

Nous rattachons les spécimens de l'estuaire à cette espèce décrite par Grunow et dont la variabilité morphologique a été bien illustrée par Krammer & Lange-Bertalot (1988). Nos données biométriques coïncident avec celles rapportées dans la littérature, à l'exception du nombre de stries plus variable chez les spécimens de l'estuaire, ainsi que les tailles des valves qui sont nettement plus courtes que celles rapportées par Grunow (*in* Cleve & Grunow, 1880). Cette espèce est aussi très voisine de *Nitzschia hybrida* et *N. hamburgiensis* Lange-Bertalot mais elle s'en distingue par un nombre plus élevé de fibules et de stries.

*Nitzschia romana* (Grunow) Grunow  
(Fig. 77-79)

Grunow *in* Van Heurck (1881), pl. 69, fig. 12, 13. Hustedt (1930), p. 415, fig. 799. Lange-Bertalot (1977), p. 269, pl. 3, fig. 1-6. Kobayasi (1985), p. 312, fig. 56-64. *Nitzschia kuetzingiana* var. *romana* Grunow *in* Cleve & Grunow (1880), p. 97.

Valves étroitement lancéolées s'effilant en un apex très étroitement arrondi. Canal-raphé excentrique et marginal. Fibules distinctes, courtes, apparaissant également espacées avec les deux médianes plus écartées délimitant un petit nodule central. Stries équidistantes et parallèles.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
17	24-48	3,5-6	20-23	10-13

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (rare).

*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith  
(Fig. 90-92)

Van Heurck (1880-1885), p. 179, pl. 65, fig. 7, 8. Hustedt (1930), p. 420, fig. 813. Germain (1981), p. 368, pl. 139, fig. 1-6. Güttinger (1987), pl. 2.08.09-4, fig. 1-6. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 32, pl. 23, fig. 1-9, pl. 24, fig. 1.

Valves linéaires et faiblement sigmoïdes, effilées obliquement en sens opposé en un apex de forme très étroitement arrondie à sub-capitée. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques et marginaux. Fibules nettement distinctes, allongées et irrégulièrement espacées, mais sans nodule central. Stries équidistantes, parallèles sur presque toute la valve et légèrement courbées aux apex. Elles sont constituées de rangées unisériées d'aréoles, lesquelles forment, très distinctement, un patron longitudinal ondulé.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
39	62-363	6-11	(21)24-32	6-10

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; baie des Chaleurs (commun).

*Nitzschia thermaloides* Hustedt  
(Fig. 87-89)

Hustedt (1955), p. 44, pl. 15, fig. 13-15. Archibald (1983), p. 298, fig. 440-442. Simonsen (1987), p. 421, pl. 628, fig. 11-14. Krammer &

Lange-Bertalot (1988), p. 59, pl. 44, fig. 1-7.  
*Nitzschia translucida* Hustedt [Simonsen (1987),  
p. 456, pl. 682, fig. 5-9].

Valves étroites, de forme linéaire à linéaire-elliptique, à marges très légèrement concaves au centre. Apex étroits, plutôt tronqués et faiblement sub-rostrés. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques, marginaux et très légèrement contractés au centre. Fibules distinctes, courtes et équidistantes, avec les deux médianes plus écartées définissant un petit nodule central. Stries unisériées, finement aréolées, uniformément espacées, parallèles au centre et courbant vers les apex (MEB), à peine perceptibles en MO.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
20	23-60	4,5-6	34-42	17-21

Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud; baie des Chaleurs (rare).

Les spécimens observés s'apparentent à *Nitzschia translucida* Hustedt dont les lectotypes sont illustrés par Simonsen (1987), à l'exception cependant du nombre de stries qui diffère de celui mentionné par Lange-Bertalot & Simonsen (1978). Cette espèce montre aussi beaucoup d'affinité avec *N. aestuarii* Hustedt, illustré également par Simonsen (1987), mais elle s'en distingue par des valves nettement plus étroites, des apex tronqués et sub-rostrés, et des fibules courtes. Ces deux derniers taxons sont d'ailleurs considérés comme des synonymes vraisemblables de *N. gandersheimiensis* Krasske (Lange-Bertalot & Simonsen, 1978). Il faut finalement noter la grande ressemblance entre nos spécimens et ceux d'Afrique du Sud qu'Archibald (1983) a récemment identifiés à *N. thermaloides*.

#### *Nitzschia tubicola* Grunow (Fig. 93-97)

Grunow in Van Heurck (1881), pl. 69, fig. 14.  
Lobban (1984), p. 791, fig. 4n, 16. Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 90, pl. 63, fig. 8-12, pl. 64, fig. 1-16.

Valves d'étroitement linéaires à linéaires-lancéolées. Apex rostrés ou capités. Canal-raphé excentrique, marginal ou sub-marginal. Fibules bien marquées, allongées, inégalement espacées avec les deux du centre plus écartées découvrant un nodule central. Stries à peine visibles en MO, unisériées, très finement aréolées, équidistantes et parallèles (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
53	19-80	3-5	33-38	(8)9-12(13)

Aire de distribution: Estuaire moyen, rive nord; Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (très commun).

#### Genre *Psammodictyon* Mann

Valves panduriformes ou larges et linéaires. Système raphéen très excentrique et sub-marginal. Ornementation loculée avec une disposition en quinconce des pores sur une partie de la valve; stries unisériées ou multisériées recouvrant le reste de la valve. Striation souvent interrompue par un sternum axial.

#### *Psammodictyon mediterraneum* (Hustedt) Mann (Fig. 99-102)

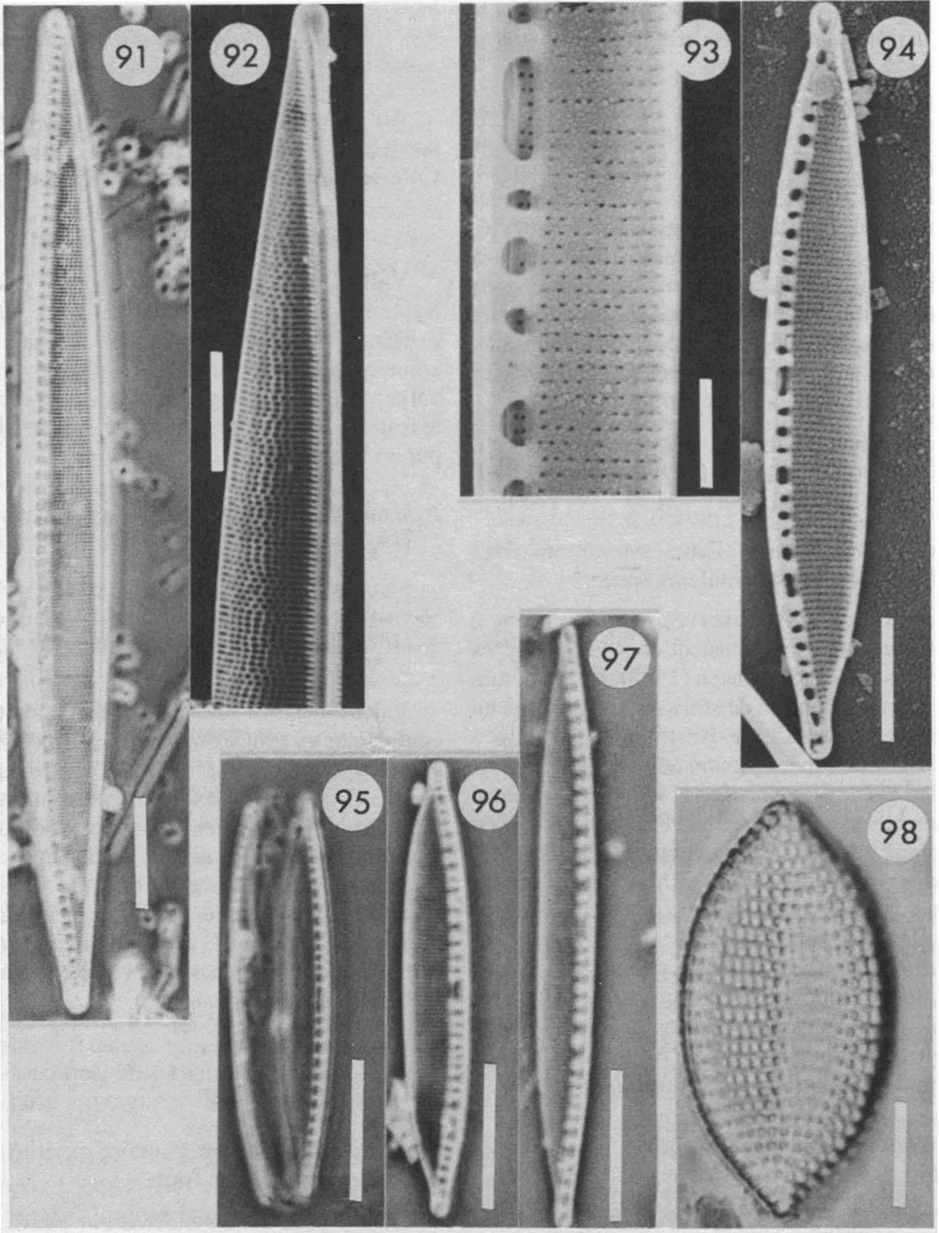
Mann in Round et al. (1990), p. 676. *Nitzschia mediterranea* Hustedt 1921 in Schmidt (1874-1959), pl. 331, fig. 22 [Simonsen (1987), p. 57, pl. 73, fig. 1-4].

Valves linéaires avec les marges distinctement contractées au centre donnant l'aspect d'une arachide. Apex largement tronqués et nettement apiculés. Canal-raphé excentrique et marginal. Fibules plutôt distinctes, allongées, inégalement échelonnées avec les deux médianes plus espacées découvrant un nodule central. Stries bien évidentes, grossièrement aréolées en quinconce, de parallèles à radiantes aux extrémités et croisant un très étroit repli disposé selon l'axe apical de la valve. Absence d'un sternum.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
31	21-49	7-13	18-22	11-13

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive sud; baie des Chaleurs (rare).

Cette espèce est considérée par Krammer & Lange-Bertalot (1988) comme un synonyme de *Nitzschia coarctata* Grunow, mais nous préférons pour le moment conserver le nom originalement proposé par Hustedt (1921 in Schmidt, 1874-1959), puisque nous avons constaté que les valves sont nettement plus courtes que celles mesurées par Grunow (in Cleve & Grunow, 1880). Tous les spécimens observés en provenance de l'estuaire s'apparentent davantage aux illustrations de *Psammodictyon mediterraneum* (Simonsen, 1987) qu'à celles de *N. coarctata*



Figures 91, 92. *Nitzschia sigma*: fig. 91, vue valvaire; fig. 92, MEB, portion de valve en vue interne. — Figures 93-97. *Nitzschia tubicola*: fig. 93, MEB, centre de la valve en vue interne; fig. 94, MEB, vue interne d'une valve; fig. 95, frustule; fig. 96, 97, vue valvaire. — Figure 98. *Tryblionella compressa*, fond clair, vue valvaire. Échelles: 2  $\mu\text{m}$  (fig. 93), 5  $\mu\text{m}$  (fig. 94, 98), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 91, 92, 95-97).

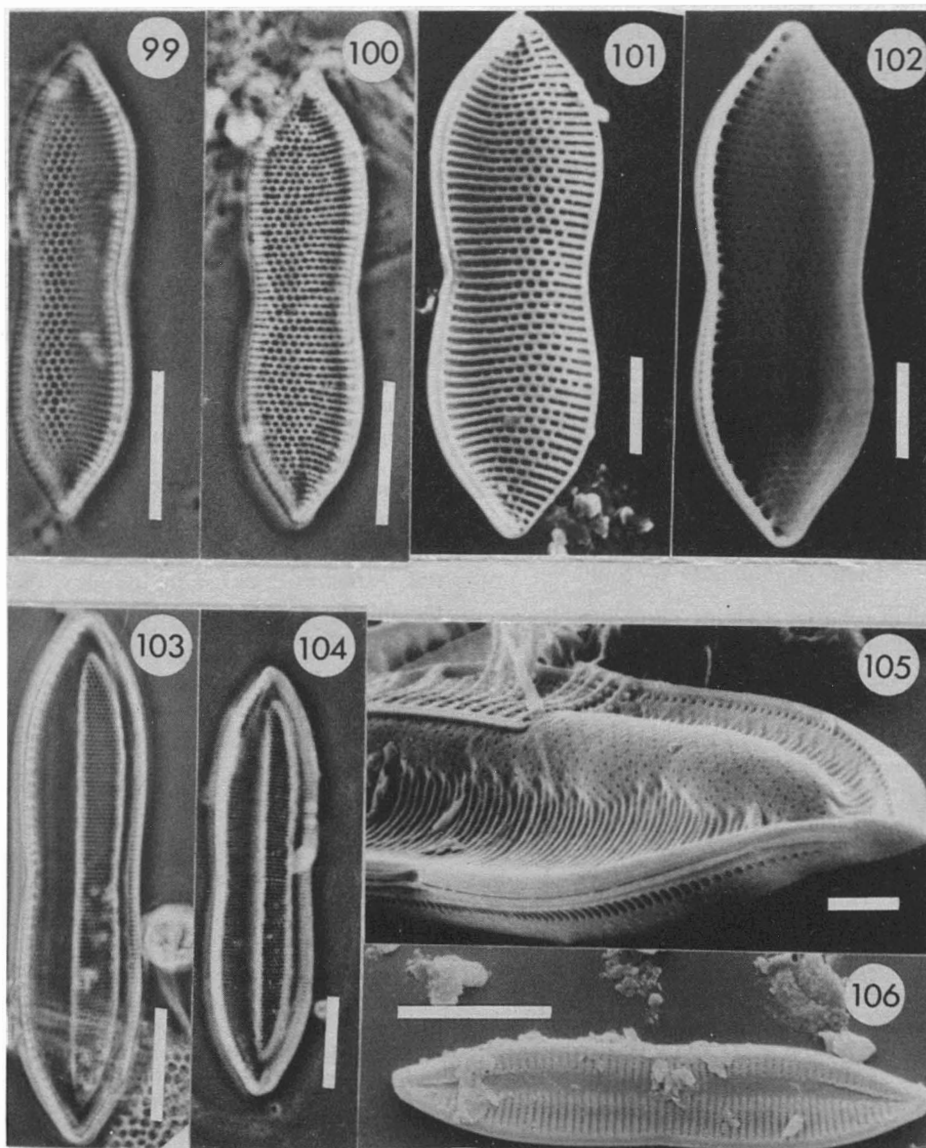


(Krammer & Lange-Bertalot, 1988). Une étude approfondie s'impose et faciliterait grandement la circonscription ou la réunification de ces deux taxons.

Basionyme: *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula* Grunow in Cleve & Grunow, *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, vol. 17, p. 71, pl. 5, fig. 92. 1880.

*Psammodictyon panduriforme* var. *delicatulum* (Grunow) Poulin, comb. nov.  
(Fig. 103-106)

*N. panduriformis* var. *delicatula* [Grunow in Van Heurck (1881), pl. 58, fig. 5; non Krammer & Lange-Bertalot (1988), pl. 39, fig. 9]. *N. panduri-*



Figures 99-102. *Psammodictyon mediterraneum*: fig. 99, 100, vue valvaire; fig. 101, MEB, valve en vue externe; fig. 102, MEB, valve en vue interne. — Figures 103-106. *Psammodictyon panduriforme* var. *delicatulum*: fig. 103, 104, vue valvaire; fig. 105, MEB, demi-valve en vue externe oblique à 75° d'inclinaison; fig. 106, MEB, vue externe d'une valve. Échelles: 2 µm (fig. 105), 5 µm (fig. 101, 102), 10 µm (fig. 99, 100, 103, 104, 106).

*formis* Gregory [Laws (1988), p. 169, pl. 32, fig. 7].

Valves linéaires à marges très faiblement incurvées en son centre. Apex largement tronqués et légèrement sub-rostrés. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques, marginaux et contractés au centre. Sternum légèrement déplacé par rapport à l'axe apical vers le côté de la valve sans raphé, avec une marge rectiligne et une autre elliptique, et ornementé d'aréoles distinctement espacées et disposées en quinconce. Fibules distinctes, courtes et équidistantes avec les deux du centre plus écartées délimitant un nodule central. Stries unisériées et parallèles (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
16	33-76	10-12,5	22-24	10-12

Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud; baie des Chaleurs (rare).

Ce taxon est voisin de *Nitzschia rorida* Giffen (1975) [= *Psammodictyon roridum* (Giffen) Mann in Round *et al.* 1990] à cause du sillon longitudinal qui montre des aréoles disposées en quinconce, mais il s'en distingue par une taille plus grande, plus large et un apex sub-rostré.

#### Genre *Tryblionella* W. Smith

Valves robustes et larges, elliptiques, linéaires ou panduriformes. Système raphéen très excentrique et marginal. Stries unisériées ou multisériées, interrompues par un ou plusieurs sterna.

*Tryblionella compressa* (Bailey) Poulin, comb. nov.

(Fig. 98)

Basionyme: *Pyxidicula compressa* Bailey, *Smithson. Contr. Knowl.*, vol. 2, p. 40, pl. 39, fig. 7. 1851.

*Nitzschia compressa* (Bailey) Boyer [Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 46, pl. 37, fig. 1-8]. *N. punctata* (W. Smith) Grunow [Van der Werff & Huls (1957-1974), P.D IXXI. 138; Hendey (1964), p. 278, pl. 39, fig. 11; Tynni (1980), p. 19, fig. 56].

Valve largement elliptique avec un apex très faiblement apiculé ou sub-rostré. Carène marginale, très difficile à percevoir en MO. Fibules indistinctes. Stries également espacées, grossièrement aréolées, de parallèles au centre à radiantes aux extrémités. Présence d'une dépres-

sion longitudinale occupant la moitié de la valve d'où la difficulté d'observation des stries sur cette moitié de valve.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )
1	34	18,5	9

Aire de distribution: baie des Chaleurs (très rare).

*Tryblionella constricta* (Kützing) Poulin, comb. nov.

(Fig. 107, 108)

Basionyme: *Synedra constricta* Kützing, *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*, p. 64, pl. 3, fig. 70. 1844.

*Nitzschia constricta* (Kützing) Ralfs [Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 43, pl. 35, fig. 1-6]. *N. apiculata* (Gregory) Grunow [Hustedt (1930), p. 401, fig. 765; Tynni (1980), p. 11, fig. 45; Reichardt (1984), p. 74, pl. 24, fig. 2].

Valves linéaires aux marges quasi-parallèles ou légèrement concaves au centre. Apex tronqués, faiblement apiculés ou sub-rostrés. Carène très excentrique et marginale. Fibules très courtes, également espacées avec les deux médianes plus distantes délimitant un nodule central. Stries bisériées, équidistantes, parallèles, radiantes aux apex et interrompues par un très étroit sternum.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
30	20-65	6-9	15-21	15-19

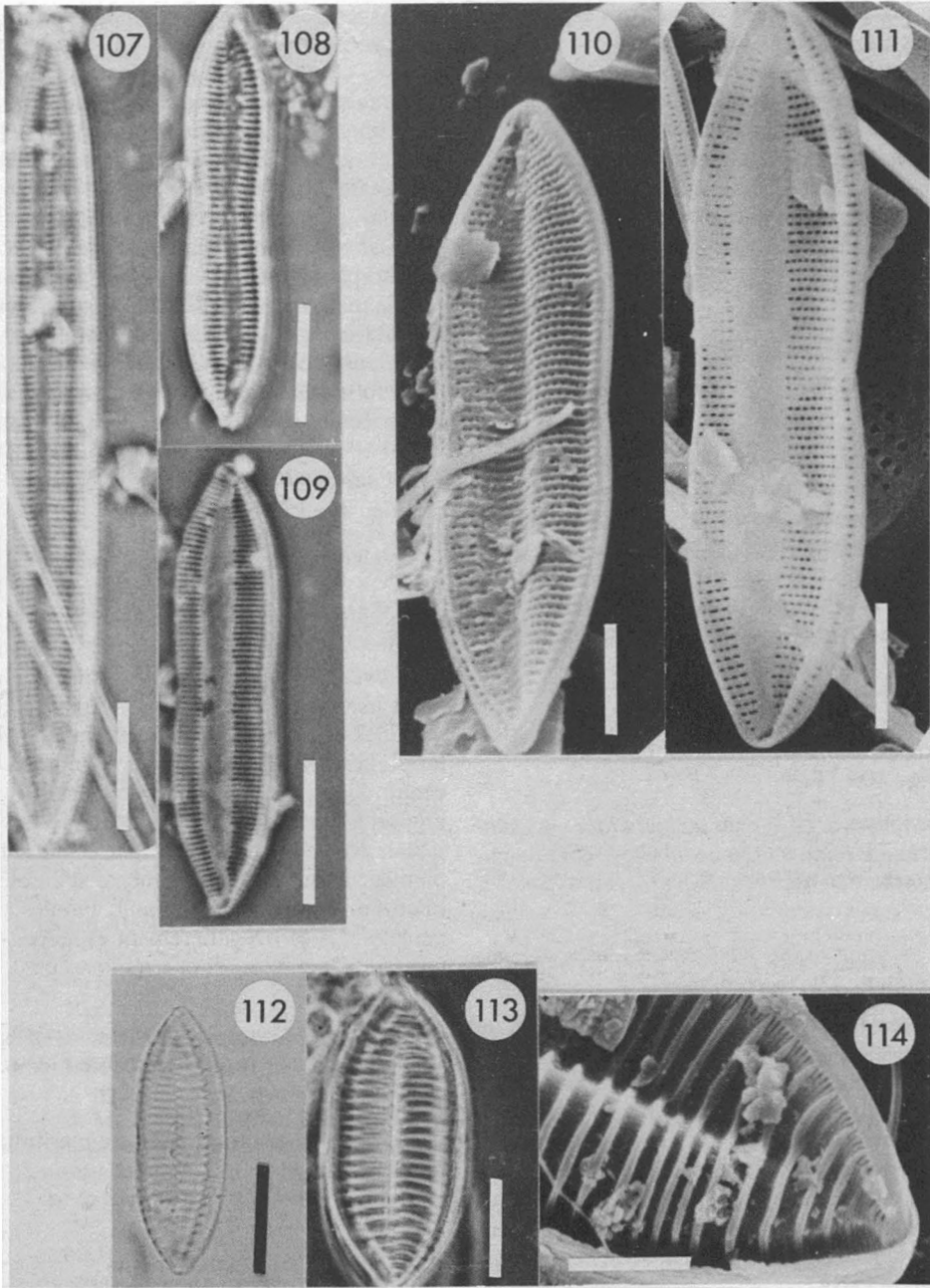
Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (commun).

*Tryblionella levidensis* W. Smith

(Fig. 112-114)

*Nitzschia levidensis* (W. Smith) Grunow in Van Heurck (1881), pl. 57, fig. 15 (*tryblionella* var.) [Hendey (1964), p. 277, pl. 44, fig. 4; Krammer & Lange-Bertalot (1988), p. 37, pl. 28, fig. 1-4]. *N. tryblionella* var. *levidensis* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow [Peragallo & Peragallo (1897-1908), p. 265, pl. 69, fig. 5].

Valves larges, linéaires-elliptiques ou elliptiques, à marges parallèles ou faiblement convexes. Apex largement tronqués et très légèrement sub-rostrés. Systèmes raphéen et fibulaire très excentriques, marginaux et présentant un très



Figures 107, 108. *Tryblionella constricta*, vue valvaire. — Figures 109-111. *Tryblionella marginulata* var. *subconstricta* f. *minuta*: fig. 109, vue valvaire; fig. 110, MEB, vue interne d'une valve; fig. 111, MEB, valve en vue externe. — Figures 112-114. *Tryblionella levidensis*: fig. 112, fond clair, vue valvaire; fig. 113, vue valvaire; fig. 114, MEB, portion de valve en vue externe. Échelles: 5  $\mu\text{m}$  (fig. 110, 111, 114), 10  $\mu\text{m}$  (fig. 107-109, 112, 113).

léger infléchissement au centre de la valve. Fibules très souvent indistinctes et irrégulièrement espacées, les deux médianes plus écartées délimitant un petit nodule central. Présence de solides côtes transapicales interrompues ou non par un étroit repli ou sillon situé dans l'axe apical de la valve. Stries unisériées, parallèles et très denses, observables avec difficulté et uniquement aux marges (MEB).

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Côtes (en 10 $\mu\text{m}$ )
22	25-42	13,5-15,5	34-36	(7)8-10

Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud (commun).

Cette espèce s'apparente au *Tryblionella victoriae* Grunow, mais elle s'en distingue par des valves nettement plus étroites et un nombre plus élevé de stries et de côtes. Nos mesures coïncident avec celles rapportées par Archibald (1983) et Krammer & Lange-Bertalot (1988) qui sont aussi les seuls à avoir mentionné un nombre élevé de stries.

*Tryblionella marginulata* var. *subconstricta* f. *minuta* (Grunow) Poulin, comb. nov.  
(Fig. 109-111)

Basionyme: *Nitzschia marginulata* var. *subconstricta* f. *minuta* Grunow in Cleve & Grunow, *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, vol. 17, p. 72. 1880.

*N. marginulata* var. *subconstricta* f. *minuta* [Lortie (1983), p. 291, pl. 9, fig. 2-5].

Valves linéaires, légèrement contractées au centre. Apex tronqués, légèrement sub-rostrés. Système raphéen en position excentrique et marginale. Fibules courtes, relativement visibles et inégalement espacées les unes des autres, les deux médianes plus écartées délimitant un nodule central. Stries aréolées, équidistantes, parallèles devenant radiant aux apex et interrompues par un sternum occupant à peu près le tiers de la surface de la valve.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
46	21-69	5,5-8	22-26	12-15

Aire de distribution: Estuaire maritime, rives nord et sud; Basse-Côte-Nord; baie des Chaleurs (commun).

Afin de rendre valide le transfert nomenclatural de cette forme, nous effectuons, au préalable,

le changement suivant: *Tryblionella marginulata* var. *subconstricta* (Grunow in Cleve & Grunow) Poulin, comb. nov. (= basionyme: *Nitzschia marginulata* var. *subconstricta* Grunow in Cleve & Grunow, *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, vol. 17, p. 72. 1880). Cette forme *minuta*, assez abondante dans les récoltes de l'estuaire du Saint-Laurent, montre beaucoup de similitude avec *T. hungarica* (Grunow) Mann. Les deux taxons ont une morphologie très semblable et partagent à peu près la même étendue de taille. Ils diffèrent l'un de l'autre par des fibules et des stries nettement plus denses chez *T. marginulata* var. *subconstricta* forma *minuta* ainsi que par une organisation unisériée des stries.

*Tryblionella plana* (W. Smith) Pelletan  
(Fig. 14, 15)

*Nitzschia plana* W. Smith [Van Heurck (1880-1885), p. 173, pl. 58, fig. 10, 11; Hendeby (1964), p. 278, pl. 39, fig. 7; Ricard (1987), fig. 1037-1041].

Valves longuement linéaires à marges légèrement incurvées en son centre. Apex largement tronqués et arrondis. Systèmes raphéen et fibulaire excentriques, marginaux et contractés au centre. Sillon longitudinal légèrement déplacé par rapport à l'axe apical vers le côté de la valve sans raphé, avec une marge rectiligne et une autre faiblement incurvée, et ornementé d'aréoles distinctes disposées aléatoirement. Fibules à peine perceptibles et irrégulièrement espacées. Stries unisériées, parallèles et interrompues par le sillon longitudinal.

N	Longueur ( $\mu\text{m}$ )	Largeur ( $\mu\text{m}$ )	Stries (en 10 $\mu\text{m}$ )	Fibules (en 10 $\mu\text{m}$ )
2	144-200	21,5-25	18-20	3-4

Aire de distribution: Estuaire maritime, rive nord (très rare).

## Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements au Conseil des recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, au Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche du Québec, au Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec et au ministère des Approvisionnements et Services du Canada pour leur appui financier à A. C. Le premier auteur (M. P.) est aussi fort reconnaissant envers R. Simonsen pour de fructueuses discussions lors de son séjour au Friedrich-Hustedt-Arbeitsplatz de

Bremerhaven. Nous remercions enfin J.-P. Plante, du Département de mines et métallurgie de l'Université Laval, et J. M. Taylor, du Centre canadien de la conservation, ministère des Communications du Canada, qui ont mis à notre disposition un microscope électronique à balayage. Enfin, nous sommes reconnaissants à H. Lange-Bertalot et M. J. Sullivan pour leur évaluation critique de ce manuscrit.

## Références

- ARCHIBALD, R. E. M., 1982. Diatoms of South Africa. 1. New species from the Sundays River (Eastern Cape Province). — *Bacillaria*, 5: 23-42.
- ARCHIBALD, R. E. M., 1983. The diatoms of the Sundays and Great Fish rivers in the eastern Cape Province of South Africa. — *Bibliotheca Diatomol.*, 1: 1-362.
- BAILEY, J. W., 1851. Microscopical observations made in South Carolina, Georgia, and Florida. — *Smithson. Contr. Knowl.*, 2: 1-48.
- CLEVE, P. T., 1883. Diatoms collected during the expedition of the Vega. — *Vega-Expeditionenens Vetenskapliga lakttagelser* (ed. by A. E. Nordenskiöld), 3: 455-517.
- CLEVE, P. T. & A. GRUNOW, 1880. Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. — *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, 17: 1-121.
- CLEVE, P. T. & J. D. MÖLLER, 1878-1879. Diatoms. *Exsiccata* Parts III, IV, Uppsala.
- CLEVE-EULER, A., 1952. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. — *K. svenska VetenskAkad. Handl.*, Fjärde Ser., 3: 1-153.
- COMPÈRE, P., 1986. *Nitzschia fragilariiformis* a new species from NW Sudan forming ribbon-like colonies. — Pages 253-258 in M. Ricard (ed.). *Proceedings of the eighth international diatom symposium*, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 781 p.
- COSTE, M. & M. RICARD, 1980. Observation en microscopie photonique de quelques *Nitzschia* nouvelles ou intéressantes dont la striation est à la limite du pouvoir de résolution. — *Cryptogam. Algol.*, 1: 187-212.
- COSTE, M. & M. RICARD, 1981. On some interesting finely striated *Nitzschiae* observed under light and electron microscopes. Systematic and ecological aspects. — Pages 191-201 in R. Ross (ed.). *Proceedings of the sixth symposium on recent and fossil diatoms*, Otto Koeltz, Koenigstein, 487 p.
- COSTE, M. & M. RICARD, 1982. Contribution à l'étude des diatomées d'eau douce des Seychelles et de l'île Maurice. — *Cryptogam. Algol.*, 3: 279-313.
- COSTE, M. & M. RICARD, 1984. A systematic approach to the freshwater diatoms of Seychelles and Mauritius Islands. — Pages 307-326 in D. G. Mann (ed.). *Proceedings of the seventh international diatom symposium*, Otto Koeltz, Koenigstein, 541 p.
- GERMAIN, H., 1981. Flore des diatomées. — Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 444 p.
- GERMAIN, H., 1986. Le nodule central des *Nitzschiae obtusae* Grunow. — Pages 227-235 in M. Ricard (ed.). *Proceedings of the eighth international diatom symposium*, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 781 p.
- GIFFEN, M. H., 1975. An account of the littoral diatoms from Langebaan, Saldanha Bay, Cape Province, South Africa. — *Botanica mar.*, 18: 71-95.
- GRUNOW, A., 1862. Die österreichischen Diatomaceen. — *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, 12: 315-588.
- GÜTTINGER, W., 1986. Collection of SEM micrographs of diatoms. Series 1. — W. Güttinger, Pura, Switzerland.
- GÜTTINGER, W., 1987. Collection of SEM micrographs of diatoms. Series 2. — W. Güttinger, Pura, Switzerland.
- GÜTTINGER, W., 1990. Collection of SEM micrographs of diatoms. Series 4. — W. Güttinger, Pura, Switzerland.
- HASLE, G. R., 1964. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. I. Some marine species of the groups *Nitzschia* and *Lanceolatae*. — *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N.S.*, 16: 1-48.
- HASLE, G. R., 1965a. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The group *Pseudonitzschia*. — *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N.S.*, 18: 1-45.
- HASLE, G. R., 1965b. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. III. The genus *Fragilariopsis*. — *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N. S.*, 21: 1-49.
- HASLE, G. R., 1968. Observations on the marine diatom *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hust. in the scanning electron microscope. — *Nytt Mag. Bot.*, 15: 205-208.
- HASLE, G. R., 1971. *Nitzschia pungiformis* (Bacillariophyceae), a new species of the *Nitzschia seriata* group. — *Norw. J. Bot.*, 18: 139-144.
- HASLE, G. R., 1972. *Fragilariopsis* Hustedt as a section of the genus *Nitzschia* Hassall. — *Nova Hedwigia, Beih.*, 39: 111-119.
- HASLE, G. R. & B. C. BOOTH, 1984. *Nitzschia cylindroformis* sp. nov., a common and abundant nanoplankton diatom of the eastern subarctic Pacific. — *J. Plankton Res.*, 6: 493-503.

- HENDEY, N. I., 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). — Her Majesty's Stationery Office, London, 317 p.
- HENDEY, N. I. & P. A. SIMS, 1982. A review of the genus *Gomphonitzschia* Grunow and the description of *Gomphotheca* gen. nov. — *Bacillaria*, 5: 191-212.
- HUSTEDT, F., 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). — *In* A. Pascher (ed.). *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. G. Fischer, Jena, 466 p.
- HUSTEDT, F., 1955. Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. — *Bull. Duke Univ. mar. Stn.*, no. 6, 67 p.
- JOHN, J., 1983. The diatom flora of the Swan River Estuary, Western Australia. — *Bibliotheca Phycol.*, 64: 1-359.
- KACZMARSKA, I. & G. A. FRYXELL, 1986. The diatom genus *Nitzschia*: morphologic variation of some small bicapitate species in two Gulf Stream warm core rings. — Pages 237-252 *in* M. Ricard (ed.). *Proceedings of the eighth international diatom symposium*, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 781 p.
- KOBAYASI, H., 1985. Ultrastructural differences in certain taxonomically difficult species of *Nitzschia* section *Lanceolatae* in Japan. — Pages 304-313 *in* H. Hara (ed.). *Origin and evolution of diversity in plants and plant communities*. Academia Scientific Book Inc., Tokyo, 396 p.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT, 1988. Bacillariophyceae. 2/2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. — *In* H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (ed.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 596 p.
- KÜTZING, F. T., 1844. Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. — F. Fritsch, Nordhausen, 152 p., 30 pl.
- LANGE-BERTALOT, H., 1977. Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschiae lanceolatae* Grunow. Die "klassischen" bis 1930 beschriebenen Süßwasserarten Europas. — *Nova Hedwigia*, 28: 253-307.
- LANGE-BERTALOT, H., 1979. *Simonsenia*, a new genus with morphology intermediate between *Nitzschia* and *Surirella*. — *Bacillaria*, 2:127-136.
- LANGE-BERTALOT, H., 1980. New species, combinations and synonyms in the genus *Nitzschia*. — *Bacillaria*, 3: 41-77.
- LANGE-BERTALOT, H. & K. KRAMMER, 1987. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. — *Bibliotheca Diatomol.*, 15: 1-289.
- LANGE-BERTALOT, H. & R. SIMONSEN, 1978. A taxonomic revision of the *Nitzschiae lanceolatae* Grunow. 2. European and related extra-european fresh water and brackish water taxa. — *Bacillaria*, 1: 11-111.
- LAWES, R. A., 1988. Diatoms (Bacillariophyceae) from surface sediments in the San Francisco Bay estuary. — *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 45: 133-254.
- LOBBAN, C. S., 1984. Marine tube-dwelling diatoms of eastern Canada: descriptions, checklist, and illustrated key. — *Can. J. Bot.*, 62: 778-794.
- LOBBAN, C. S. & D. G. MANN, 1987. The systematics of the tube-dwelling diatom *Nitzschia martiana* and *Nitzschia* section *Spathulatae*. — *Can. J. Bot.*, 65: 2396-2402.
- LORTIE, G., 1983. Les diatomées de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup, Québec. — *Géog. phys. Quat.*, 37: 279-296.
- MANN, D. G., 1977. The diatom genus *Hantzschia* Grunow — An appraisal. — *Nova Hedwigia, Beih.*, 54: 323-354.
- MANN, D. G., 1980a. A new species of sigmoid *Nitzschia* (Bacillariophyta). — *Israel J. Bot.*, 30: 1-10.
- MANN, D. G., 1980b. *Hantzschia fenestrata* Hust. (Bacillariophyta) — *Hantzschia* or *Nitzschia*? — *Br. phycol. J.*, 15: 249-260.
- MANN, D. G., 1980c. Studies in the diatom genus *Hantzschia* II. *H. distinctepunctata*. — *Nova Hedwigia*, 33: 341-352.
- MANN, D. G., 1982. The use of the central raphe endings as a taxonomic character. — *Pl. Syst. Evol.*, 141: 143-152.
- MANN, D. G., 1986. *Nitzschia* subgenus *Nitzschia* (notes for a monograph of the Bacillariaceae, 2). — Pages 215-226 *in* M. Ricard (ed.). *Proceedings of the eighth international diatom symposium*, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 781 p.
- MEDLIN, L. K. & G. R. HASLE, 1990. Some *Nitzschia* and related diatom species from fast ice samples in the Arctic and Antarctic. — *Polar Biol.*, 10: 451-479.
- NAVARRO, J. N., 1982. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the Indian River, Florida, U.S.A. — *Bibliotheca Phycol.*, 61: 1-151.
- NEGORO, K. & T. GOTOH, 1983. Diatom vegetation of the River Yura. — *Mem. Fac. Agric. Kinki Univ.*, 16: 67-118.
- PADDOCK, T. B. B. & P. A. SIMS, 1977. A preliminary survey of the raphe structure of some advanced groups of diatoms (Epithemiaceae-Surirellaceae). — *Nova Hedwigia, Beih.*, 54: 291-322.
- PADDOCK, T. B. B. & P. A. SIMS, 1981. A morphological study of keels of various raphe-bearing diatoms. — *Bacillaria*, 4: 177-222.
- PERAGALLO, H. & M. PERAGALLO, 1897-1908. *Diatomées marines de France et des districts mari-*

- times voisins. — M. J. Tempère, Grez-sur-Loing, 492 p.
- PODZORSKI, A. C., 1985. An illustrated and annotated check-list of diatoms from the Black River waterways, St. Elizabeth, Jamaica. — *Bibliothca Diatomol.*, 7: 1-177.
- PODZORSKI, A. C. & H. HÅKANSSON, 1987. Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). — *Bibliothca Diatomol.*, 13: 1-245.
- POULIN, M., C. HUDON & A. CARDINAL, 1982. Trois nouveaux taxons de diatomées benthiques estuariennes. — *Naturaliste can.*, 109: 279-282.
- POULIN, M., L. BÉRARD-TERRIAULT & A. CARDINAL, 1984. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. I. Cocconeioideae (Achnanthes, Achnanthesaceae). — *Naturaliste can.*, 111: 45-61.
- REICHARDT, E., 1984. Die Diatomeen der Altmühl. — *Bibliothca Diatomol.*, 6: 1-169.
- RICARD, M., 1987. Atlas du phytoplancton marin. Volume 2. Diatomophycées. A. Sournia (éd.). — Éditions du C.N.R.S., Paris. 297 p.
- ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. G. MANN, 1990. The diatoms. — Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.
- SCHMIDT, A., 1874-1959. Atlas der Diatomaceenkunde. 4 Volumes — O. R. Reiland, Leipzig, 480 pl.
- SCHOEMAN, F. R. & R. E. M. ARCHIBALD, 1988. Taxonomic notes on the diatoms (Bacillariophyceae) of the Gross Barmen thermal springs in South West Africa/Namibia. — *S. Afr. J. Bot.*, 54: 221-256.
- SIMONSEN, R., 1987. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. 3 Volumes. — J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 525 p., 772 pl.
- SIMS, P. A. & T. B. B. PADDOCK, 1982. The fenestral fibula: a new structure in the diatoms. — *Bacillaria*, 5: 7-21.
- TYNNI, R., 1980. Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen, XI. — *Geol. Surv. Finland, Bull.* no. 312, 93 p.
- VAN DER WERFF, A. & H. HULS, 1957-1974. Diatomeenflora van Nederland. — Otto Koeltz, Koenigstein.
- VAN HEURCK, H., 1880-1885. Synopsis des diatomées de Belgique. — H. Van Heurck, Anvers, 235 p., 135 pl.
- VANLANDINGHAM, S. L., 1967-1979. Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. Parts I-VIII. — J. Cramer, Vaduz, 4654 p.





## Révision des espèces néotropicales du genre *Eucinetus* Germar (Coleoptera: Eucinetidae)

Stanislav VIT

26, rue de la Poterie  
1202 Genève  
Suisse

### Résumé

Les seules deux espèces d'*Eucinetus*, décrites antérieurement de la région néotropical, *E. strigipennis* Champion et *E. argentinus* Pic, sont redécrites et discutées, et le mâle décrit pour *argentinus*. Huit espèces nouvelles: *antennatus*, *apterus*, *dubius*, *montivagus*, *pecki*, *plaumanni*, *strepobius* et *subcrispus* sont décrites, et quelques autres exemplaires recensés. Toutes les espèces traitées appartiennent au groupe *haemorrhoidalis sensu* Vit.

### Abstract

Two species of *Eucinetus* were hitherto known from the Neotropical region, *Eucinetus strigipennis* Champion, from Guatemala, and *E. argentinus* Pic. Eight new species are described and illustrated: *antennatus* and *subcrispus* from Trinidad; *apterus* and *pecki* from Mexico; *montivagus* from Colombia; *dubius*, *plaumanni* and *strepobius* from Brasil. *E. strigipennis* Champ., known from females only are discussed and redescribed and the male described for *E. argentinus* Pic. All these species belong to the *haemorrhoidalis* group *sensu* Vit.

### Introduction

Le genre *Eucinetus* Germar est connu actuellement de toutes les principales régions zoogéographiques. Huit espèces et deux formes sont signalées de la région paléarctique, trois de la région éthiopienne, deux de la région orientale et une de la Nouvelle Zélande. Le plus grand nombre d'espèces semble cependant peupler la région néarctique (actuellement en révision). Le genre *Eucinetus sensu lato* réunit à présent deux groupes distincts d'espèces: le groupe *haemorrhoidalis* et le groupe *méridionalis (sensu* Vit, 1985); ce dernier doit cependant être considéré comme un genre distinct (en révision).

Pour toute la région néotropical, seules deux espèces d'*Eucinetus* ont été signalées: *Eucinetus strigipennis* Champion (1897) du Guatemala et *Eucinetus argentinus* Pic (1930) décrit d'après des matériaux de Bruch d'Argentine. Vu la répartition du genre, la distribution de ces deux espèces sur le sous-continent laissait supposer une faune plus riche. Le seul autre représentant de la famille des Eucinetidae, signalé à ce jour du sous-

continent sud-américain, appartient cependant au genre *Jentozkus* Vit, établi pour des petites formes d'Eucinétides hautement spécialisés (Vit, 1977b).

Toutes les espèces néotropicales recensées ici appartiennent au groupe *haemorrhoidalis* (Vit, 1985), dont la morphologie s'affirme très stable. Le nombre relativement élevé d'espèces, pour l'instant le plus important pour une région zoogéographique donnée, permet enfin d'observer la variabilité des caractères interspécifiques et ses tendances, ainsi que d'évaluer leur valeur respective dans les limites du groupe.

La grande partie des matériaux étudiés provient de récentes captures de chercheurs américains et canadiens. Les noms des institutions concernées sont abrégés dans le texte comme suit:

BMNH – British Museum (Natural History), London.

CNCC – Canadian National Collection Coleoptera, Ottawa.

MACN – Museo Argentino de Ciencias naturales, Buenos Aires.

MHNG – Muséum d'Histoire naturelle, Genève.

MCZH – Museum of comparative Zoology at Harvard University, Cambridge.

MMU – Manchester Museum (the University).

OSUC – Ohio State University Collection, Columbus.

TMB – Természettudományi Múzeum, Budapest.

D'autres abréviations utilisées dans le texte (aussi en combinaison) sont :

Lo – longueur; La – largeur; m – médian(e); Fe – fémur; Ti – tibia.

### Diagnose du groupe *haemorrhoidalis*

Une diagnose du groupe *haemorrhoidalis* a été publiée par Vit (1985), mais elle était basée sur une seule espèce paléarctique. La diagnose élargie présentée ci-dessous tient compte de l'inclusion des espèces néotropicales (fig. 1, 2, 3, 27-34).

Taille moyenne, généralement autour de 3 mm (exceptionnellement 4 mm chez *E. strigipennis*).

Forme régulièrement ovoïde, compacte, régulièrement à fortement convexe notamment sur le disque, plus nettement acuminée en arrière chez les mâles de certaines espèces, angle huméral effacé.

Coloration de brun clair, brun rougeâtre foncé, brun poix ou brun noir, parfois combiné avec rouge brun (pronotum, apex des élytres). Peignes apicaux des tibias et des tarsomères toujours foncés, noirâtres. Pubescence dense et fine, composée de soies courtes et couchées et de quelques courtes soies dressées (partie apicale des élytres, yeux).

Tête (fig. 3) repliée sur la face ventrale du corps, invisible en vue dorsale, transverse, faiblement convexe, angle occipital faiblement marqué. Épistome large, plan, tronqué droit, prolongé en avant par un labre proéminent, suture frontoclypéale bien développée, parallèle en avant au bord antérieur de l'épistome, puis formant de chaque côté un angle net avec ses portions latérales remontant jusqu'à l'œil.

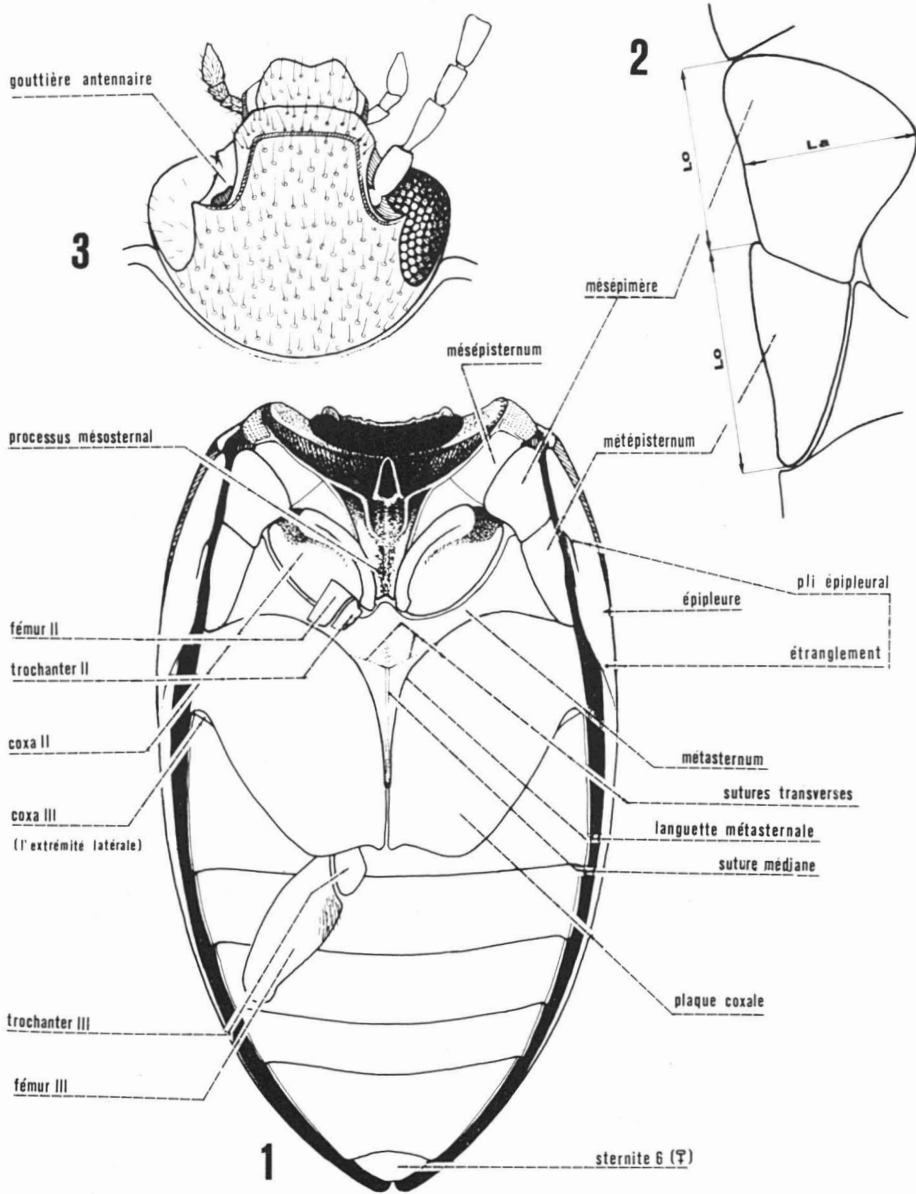
Yeux grands, «hémisphériques», composés de nombreux petits ommatidies, discrètement pubescents, orientés strictement dorso-latéralement, s'ouvrant en avant directement dans la gouttière antennaire, rebordés en bas par la carène suboculaire (*sensu* Crowson, 1955: 48) généralement peu saillante et non visible en vue «dorsale». Cette position externe de la carène résulte de l'adaptation de la tête, dont l'expansion latérale de la face ventrale forme une sorte de lobe ventral supportant les yeux, en les isolant entièrement de la face ventrale de la tête.

Appareil buccal du type «broyeur». Labre grand, plan, subcarré ou légèrement bilobé, les pièces buccales et les palpes dépassant de côté. Dernier article des palpes maxillaires petit, ovoïde, généralement dépigmenté à l'apex (fig. 35); dernier article des palpes labiaux simplement acuminé.

Antennes subfiliformes ou légèrement serratiforme, insérées sur le front, insertion antennaire découverte en vue dorsale ou à peine masquée par un petit surplomb du front. Articles modérément comprimés, faiblement pédonculés, discrètement pubescents, présentant parfois une nette tendance à la pigmentation des articles du funicule et à la dépigmentation des articles apicaux. Deux premiers articles robustes, renflés, scape subcylindrique, pédicelle claviforme, troisième article grêle mais non réduit, le 11<sup>e</sup> elliptique.

Pronotum grand, convexe, épousant la base des élytres, les côtés rebordés, angles postérieurs droits et légèrement émousés, non étirés en arrière. Scutellum exposé.

Élytres généralement fortement convexes dans le sens transverse (rebord latéral non perceptible en vue dorsale), pourvues de 10 stries, la 10<sup>e</sup> vestigiale, limitée à la partie humérale, contiguë au rebord latéral de l'élytre. Les stries plus ou moins nettement imprimées y compris celle juxtasuturale, cette dernière, entière ou raccourcie, mais toujours présente, l'interstrie juxtasuturale plus ou moins fortement relevée. Ponctuation des élytres arrangée en paliers transverses très caractéristiques (comme chez certains Catopidae par exemple). Épileures généralement incomplets, larges dans leur portion posthumérale, puis brusquement étranglés et très étroits, bord interne de la portion posthumérale pourvu de la partie «femelle» du mécanisme de blocage des élytres au repos, formée d'un pli creux et d'une petite gouttière.



Figures 1-3. Morphologie générale des *Eucinetus s. str.*: 1, face ventrale du corps; 2, pièces sternales avec indication de leur mensuration (La, largeur et Lo, longueur); 3, tête en vue dorsale.

Dessous du corps (fig. 1) densément ponctué et pubescent. Processus mésosternal robuste, large, séparant nettement les hanches médianes, bifide au sommet, la suture longitudinale plus ou moins perceptible. Partie médiane du métasternum étirée en languette effilée, de forme subparallèle ou subtriangulaire. Suture longitudinale généralement nette, limitée proximale par

les sutures transverses (*sensu* Crowson, 1955: 48), l'endroit de leur fusion marqué généralement par une minuscule callosité glabre. Branches latérales du métasternum fortement réduites par l'hypertrophie des hanches postérieures. Métépisternes longuement subtriangulaires chez les formes ailées (fig. 1, 2, 27) plus trapus chez la forme aptère (fig. 28). Le bord externe du mété-

pisterne forme une petite saillie crochue qui constitue la partie « mâle » du mécanisme de blocage des élytres. Mésépimères bien délimités, de forme irrégulière, leur bord antérieur et interne décrivant une courbe sinueuse unique. Mésépisternes soudés aux mésépimères, la suture les séparant nette, voire relevée en bourrelet.

Plaques coxales fortement développées dans le sens transverse, recouvrant entièrement (petites extrémités latérales non comprises) les hanches postérieures. Six sternites exposés chez la femelle, sept chez le mâle, le cinquième et le sixième généralement échancrés à leur bord postérieur.

Pattes plutôt robustes, tibias s'élargissant vers l'apex. Tibias antérieurs des mâles plus ou moins fortement renflés, les tarsi dilatés (fig. 29). Épines latérales des tibias intermédiaires très peu développées et peu nombreuses, deux éperons apicaux toujours présents chez le mâle, un ou deux chez la femelle, suivant l'espèce (fig. 31, 32). Tibias postérieurs généralement faiblement incurvés armés à l'apex d'un seul éperon, le côté externe garni d'épines noirâtres semi-dressées dont les plus apicales peuvent être regroupées en îlot isolé (notre groupe préapicale, fig. 30).

Édéage au repos, dans l'abdomen, avec l'orifice basal situé dorsalement, lobe médian tubuliforme, caractérisé par une ouverture longitudinale de sa face « dorsale » et par une enflure apicale du lobe prolongé du côté « ventral » par une excroissance dentiforme ou digitiforme caractéristique, plus ou moins fortement développée. Sac interne dépourvu de structures caractéristiques notables.

Chez les femelles le style semble bien caractérisé chez chaque espèce (fig. 33, 34).

### Description des espèces

1. *EUCINETUS STRIGIPENNIS* CHAMPION, 1897: 599 (Fig. 36)

Holotype, ♀ étiquetée: S. Geronimo 3000ft., Champion; sp. figured; B.C.A. Col. III (1) *Eucinetus strigipennis*, type CR(?); Type; Syntype (BMNH). — 1 ♀ étiquetée: Cerro Zunil, 4-5000ft. Champion; B.C.A. Col. III (1) *Eucinetus strigipennis* CQ(?); Syntype (BMNH). Ces provenances n'ont pas été localisées avec exactitude.

Cette bonne espèce demeure énigmatique, car le mâle reste inconnu. Les deux femelles de Champion ne proviennent pas de la même localité et diffèrent aussi l'une de l'autre par un bon nombre de caractères, comme signalé déjà par Champion. Il n'est même pas possible de les considérer d'emblée comme une seule espèce. Elles diffèrent néanmoins très nettement des autres espèces de ce groupe par leur taille inhabituellement grande. L'identité spécifique de *E. strigipennis* ne peut pas être valablement établie en l'absence des mâles. Le tableau I se rapporte aux caractères des deux exemplaires typiques.

2. *EUCINETUS ARGENTINUS* PIC, 1930: 55 (Fig. 25, 26, 35, 37)

Holotype, ♀ étiquetée: Argentina, Sierra de Cordoba, Alta Gracia, La Granja, C. Bruch leg., Typus; *Eucinetus argentinus* Pic (MACN). — 1 ♂: Argentina, BsAs, Benelagh, V-21-62, O. DeFarrarils Collector (MCZH).

Espèce longuement ovoïde, presque deux fois plus longue que large. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 2,9 mm, la plus grande largeur 1,5 mm. Coloration d'un brun roussâtre, points des stries élytrales foncés, pattes, antennes et les derniers sternites plus clairs. Les différences dans la coloration de la face ventrale et du pronotum laissent supposer qu'il s'agit des exemplaires encore partiellement immatures, n'ayant pas la coloration définitive de l'espèce.

Tête. Rapport La/Lom: 1,27 – 1,33; la largeur du front entre les yeux nettement inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation fine, nette et dense.

Antennes presque uniformément claires, aussi longues que la largeur basale du pronotum mesurée dorsalement. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle tout au plus d'un quart plus long que le scape, le scape et le troisième article subégaux, 11<sup>e</sup> article elliptique, une fois et demie plus long que large, jaunâtre.

Ponctuation du pronotum faible et éparse sur le disque, un peu plus nette et subrapéuse dans les déclivités latérales.

Élytres régulièrement convexes, rapport Lom/La: 1,65 – 1,73. Stries longitudinales faiblement marquées dans la moitié apicale, presque effacées dès le disque, mais distinctes pratiquement jusqu'à la base des élytres. Strie juxtasuturale raccourcie, effacée dans le cinquième basal.

TABLEAU I

Comparaison de deux exemplaires typiques d'*Eucinetus strigipennis*

Caractère	Type	Sytype
Taille: Lom La	4,04 mm 1,78 mm	3,55 mm 1,65 mm
Coloration	Uniforme, brun poix, antennes claires, pattes à peine plus claires	Brun noir, pronotum brun rougâtre foncé, dessous, pattes et antennes plus claires
Ponctuation de la tête	Très serrée	Très serrée
Antennes	Articles 4-7 rembrunis	Articles medians non rembrunis, les articles 6-11 jaunâtres
Antéromères	Pédicelle un peu plus long que le scape, ce dernier un peu plus long que le 3 <sup>e</sup> article	Pédicelle un peu plus long que le scape, ce dernier aussi long que le 3 <sup>e</sup> article
Élytres	Rapport Lom/La: 1,85	Rapport Lom/La: 1,81
Ponctuation élytrale	Fine, paliers transverses serrés	Fine, paliers transverses serrés
Pièces sternales	Suture séparant les mésépimères des mésépisternes très nette, relevée en relief	Suture séparant les mésépimères des mésépisternes nette mais subfusionnée
Tibia II	Dépouvu d'épines latérales; apex, chez la femelle, avec un seul éperon apical	Avec 2 à 3 épines latérales; apex, chez la femelle avec un seul éperon apical
Tibia III	Bien garni d'épines latérales; éperon apical nettement plus court que la moitié du métatarse	Juste avec quelques épines latérales; éperon apical nettement plus court que la moitié du métatarse
Métatarse	Article basal plus court que les articles 2, 3, 4, réunis et aussi long que les articles 3, 4, 5	Article basal plus court que les articles 2, 3, 4 ou les articles 3, 4, 5 réunis

Interstrie juxtasaturale plane, faiblement relevée dans la moitié apicale. Ponctuation fine, les paliers transverses serrés (3,5 à 4 paliers transverses couvrant 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleures moins larges au niveau de l'étranglement que le pédicelle, se confondant avec le bord de l'élytre au niveau du 5<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal faiblement caléux sur la ligne médiane. Métasternum densément ponctué, la languette subparallèle. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales nettement plus grand que la moitié de la longueur de la suture longitudinale, cette dernière nettement imprimée.

Mesurés sur leurs bords externes, les métépisternes d'un tiers plus longs que les mésépimères, ces derniers aussi longs que larges. Suture sépa-

rant les mésépimères des mésépisternes nette, faiblement relevée en relief.

Plaques coxales. Bords externes faiblement arqués, angles apico-externes non projetés en arrière, largement arrondis, arrivant presque au dessus du bord postérieur du premier sternite, bords postérieurs faiblement infléchis. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> et du 6<sup>e</sup> sternite faiblement échancré chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi entre 1,5 et 1,6; le tarse, fortement dilaté chez le mâle, est aussi long que le tibia chez la femelle, et plus long chez le mâle, le tibia faiblement renflé chez ce dernier.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec 3-4 petites épines latérales dans sa moitié apicale,

deux éperons apicaux de longueur différente nettement distincts chez la femelle.

Patte postérieure. Bord externe du tibia III avec 4 (holotype) et 10 (♂) épines dressées dans la moitié basale, le groupe préapical formé de 3 épines. Longueur du segment basal du métatarse légèrement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 et égale à celle des articles 3, 4, 5 réunis. Éperon apical plus court que la moitié du segment basal.

Édage (fig. 25, 26).

*E. argentinus* et *E. dubius* sp.n. décrit ci-après ne diffèrent que très faiblement par leurs caractères externes et par l'édage. Mis à part les antennes bicolors, la ponctuation du pronotum est dans l'ensemble plus nette et plus grossière chez *E. dubius*.

### 3. *EUCINETUS ANTENNATUS* SP. N.

(Fig. 18, 19, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: TRIN., Maracas, 2-6. XII. 1977, W.R.M. Mason (CNCC). — Paratypes, 1 ♀, idem (*coll. mea*). 1 ♀, TRIN., Mt. Curepe, 22-25. XI. 1977, W.R.M. Mason (CNCC).

Espèce longuement ovoïde, deux fois plus longue que large. Longueur dorsal médiane (tête non comprise) 2,6 – 2,9 mm, la plus grande largeur 1,3 – 1,5 mm. Coloration presque uniforme d'un brun rougeâtre foncé, le dessous du corps et les pattes à peine plus clairs, antennes nettement bicolors.

Tête. Rapport  $La/Lom$ : 1,27 – 1,30; la largeur du front entre les yeux inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation nette et dense.

Antennes bicolors, aussi longues (♂) ou légèrement plus courtes (♀) que la base du pronotum mesurée dorsalement. Trois premiers articles clairs, articles 4-7 rembrunis, noirâtres, le 8<sup>e</sup> variable, articles 9-11 dépigmentés, d'un jaune pâle. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle généralement d'un tiers plus long que le scape, le 3<sup>e</sup> article aussi long que le scape. Article 11 une fois et demie plus long que large.

Ponctuation du pronotum éparse et effacée sur le disque, rare près du bord antérieur, grossière et subrapéuse dans les déclivités latérales.

Élytres régulièrement convexes, rapport  $Lom/La$  1,69 chez le mâle, 1,53 – 1,60 chez les femelles. Stries longitudinales bien marquées, presque entières, distinctes pratiquement de la

base jusqu'à l'apex, mais s'estompant dans le quart basal et dans les angles apicaux. Les interstries plus fortement convexes en arrière du disque. Strie juxtasuturale entière, ne s'effaçant qu'à deux longueurs du scutellum avant la base. L'interstrie suturale plane, faiblement relevée seulement dans le tiers apical. Ponctuation fine, les paliers transverses serrés (généralement 4 paliers transverses couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleurales aussi larges au niveau de l'étranglement que le pédicelle, se confondant avec le bord de l'élytre au niveau du bord postérieur du 4<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal déprimé, faiblement calleux sur la ligne médiane. Mésternum densément ponctué, la languette subparallèle, nettement déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales généralement plus grand que la moitié de la longueur de sa suture médiane, cette dernière faiblement marquée.

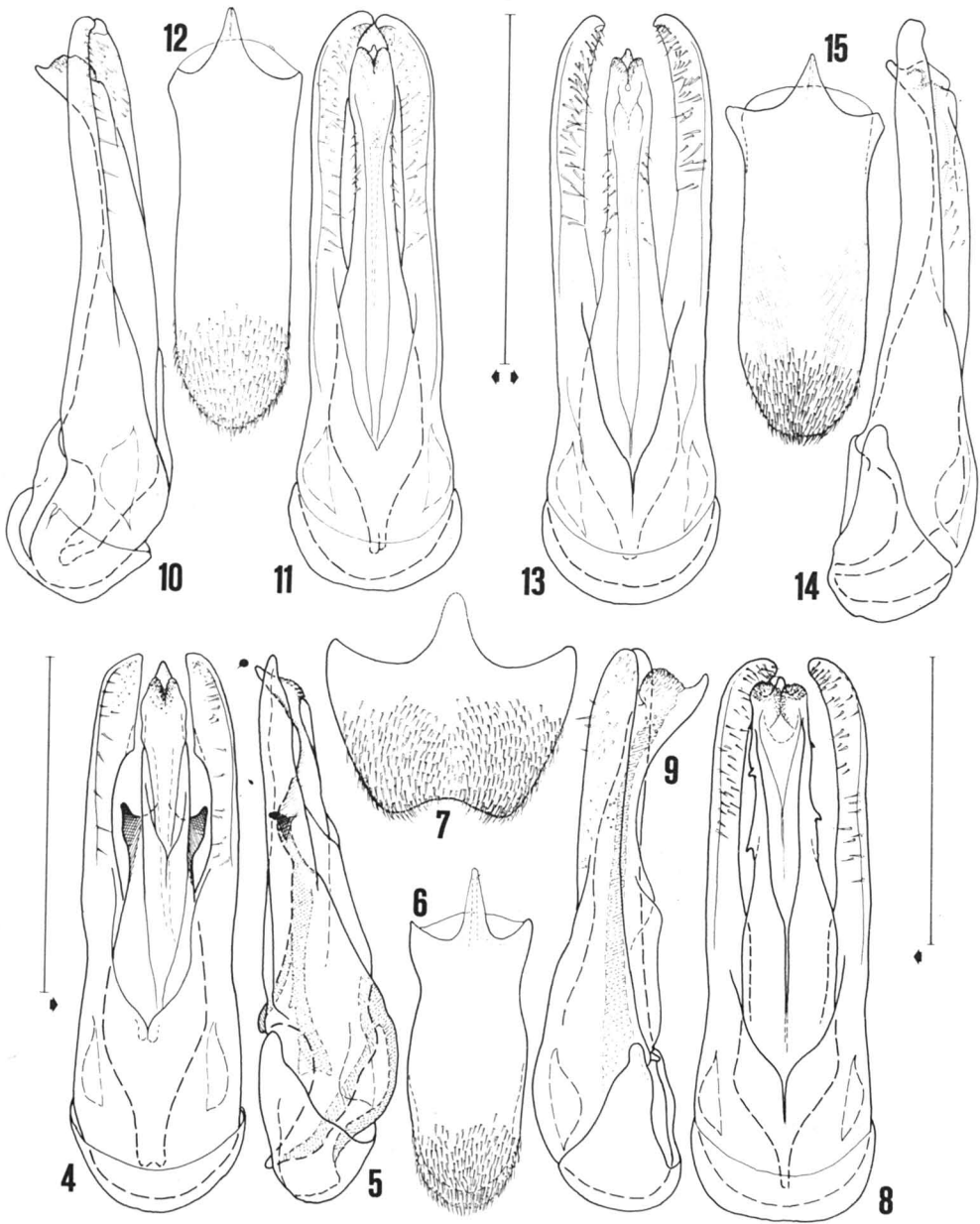
Mesurés sur leurs bords externes, les métépisternes sont plus longs que les mésépimères (de l'ordre d'un quart), ces derniers un peu moins larges que longs. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, nette, faiblement relevée.

Plaques coxales. Bords externes subrectilignes, angles apico-externes arrondis, légèrement projetés en arrière, situés, en vue ventrale, pratiquement au-dessus du bord postérieur du 1<sup>er</sup> sternite, bords apicaux infléchis. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite largement, celui du 6<sup>e</sup> modérément échancré chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport  $LoFe/LoTi$  entre 1,46 et 1,50; le tarse, dilaté chez le mâle, est aussi long que le tibia, ce dernier faiblement renflé chez le mâle.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec tout au plus deux petites épines latérales couchées, les deux éperons apicaux présents chez les deux sexes, de même longueur chez le mâle, de longueur différente chez la femelle.

Patte postérieure. Bord externe du tibia avec 7-10 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé généralement de 2 épines. Longueur du segment basal du métatarse très nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4, et légèrement inférieure à celle des articles 3, 4, 5 réunis. Éperon apical pratiquement aussi long que la moitié du segment basal.



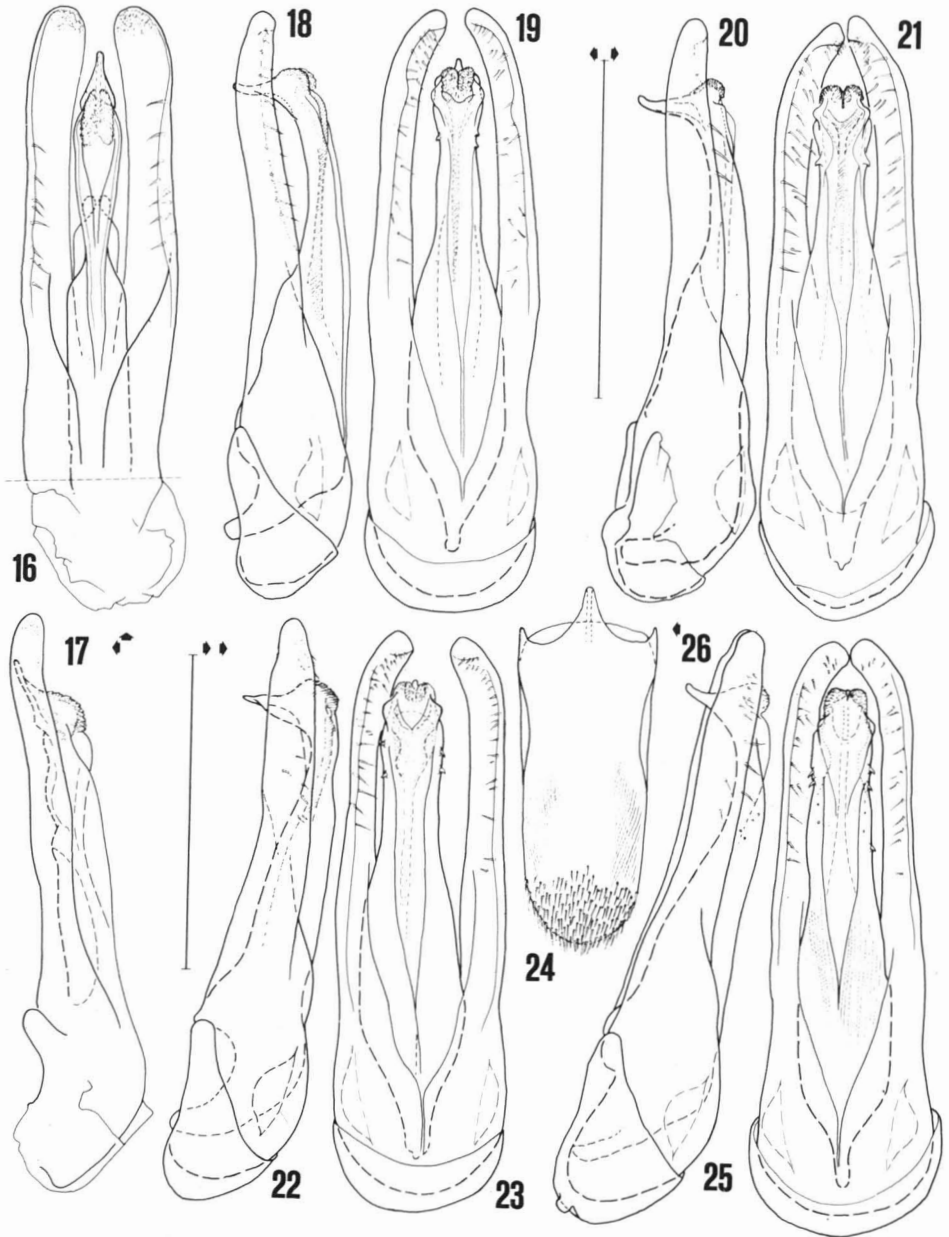
Figures 4-15. Appareil génital mâle (échelle = 0,5 mm). — Fig. 4-7. *Eucinetus apterus* sp. n. : 4, édéage vu de face; 5, idem vu de profil; 6, 6<sup>e</sup> sternite; 7, 7<sup>e</sup> sternite. — Fig. 8-9. *E. plaumanni* sp. n. : 8, édéage vu de face; 9, idem vu de profil. — Fig. 10-12. *E. subcrispus* sp. n. : 10, édéage vu de profil; 11, idem vu de face; 12, 7<sup>e</sup> sternite. — Fig. 13-15. *E. strepobius* sp. n. : 13, édéage vu de face; 14, idem vu de profil; 15, 7<sup>e</sup> sternite.

L'édéage (fig. 18,19) est assez proche de celui d'*E. argentinus* (fig. 25, 26).

Répartition. Trinidad; sympatrique avec *E. subcrispus* sp. n.

4. *EUCINETUS APTERUS* SP. N.  
(Fig. 4 – 7, 28, 31, 33, 36)

Holotype, ♂ étiqueté: MEX., San Luis P., 20 km Xilitla, m. 1600, 12.VI. – 6.VIII. 1983,



Figures 16-26. Appareil génital mâle (échelle = 0,5 mm). — Fig. 16-17. *Eucinetus pecki* sp. n. : 16, édage vu de face; 17, idem vu de profil. — Fig. 18-19. *E. antennatus* sp. n. : 18, édage vu de profil; 19, idem vu de face. — Fig. 20-21. *E. dubius* sp. n. : 20, édage vu de profil; 21, idem vu de face. — Fig. 22-24. *E. montivagus* sp. n. : 22, édage vu de profil; 23, idem vu de face; 24, 7<sup>e</sup> sternite. — Fig. 25-26. *E. argentinus* Pic : 25, édage vu de face; 26, idem vu de profil.

cloud for. fl. interc., S & J Peck (CNCC). — Paratypes, 6♂, 4♀, même provenance (CNCC et coll. mea). — Autre, 1♀, même provenance (exclue de la série typique) (CNCC).

Espèce trapue, nettement moins longue que deux fois sa largeur. Longueur dorsale médiane 2,4 – 2,7 mm, la plus grande largeur 1,4 – 1,5 mm. Coloration entièrement d'un brun



rougeâtre foncé, la face ventrale et les pattes légèrement rembrunies.

Tête. Rapport La/Lom: 1,22 – 1,31; largeur du front entre les yeux légèrement inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation dense, plutôt superficielle.

Antennes légèrement plus courtes (de l'ordre d'un 12<sup>e</sup>) que la base du pronotum mesurée en vue dorsale, tricolores, trois premiers articles bruns, articles 5 – 8 noirâtres, le 4<sup>e</sup> et le 9<sup>e</sup> variables, articles 10 et 11 fortement dépigmentés, jaunâtres. Pédicelle tout au plus de moitié plus long que le scape, 3<sup>e</sup> article subégal au scape, 11<sup>e</sup> article une fois et demi plus long que large.

Ponctuation de pronotum plus espacée que celle de la tête, fine sur le disque et à la base, légèrement plus forte dans les déclivités latérales, effacée au bord antérieur.

Élytres régulièrement convexes, rapport Lom/La 1,46 – 1,57. Stries longitudinales généralement peu développées, effacées à la base et dans les déclivités humérales, à peine marquées sur le côté et en arrière du disque, indiquées cependant par l'alignement des points visibles par transparence du tégument. Strie juxtasuturale s'effaçant à quatre longueurs de scutellum avant la base, l'interstrie juxtasuturale progressivement relevée dans les  $\frac{2}{3}$  apicaux. Ponctuation fine, les paliers transverses serrés (3,5 – 4 paliers transverses couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleures très fines, tout juste plus larges au niveau de leur étranglement que la moitié de la largeur du pédicelle, se confondant avec le bord de l'élytre après le bord postérieur du 3<sup>e</sup> (♀) ou 4<sup>e</sup> (♂) sternite. Processus mésosternal déprimé à légèrement concave, finement caréné sur la ligne médiane. Métasternum densément, corsément ponctué, la languette plutôt triangulaire, à peine déprimée, l'apex même un peu saillant. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales aussi long que deux tiers de la longueur de sa suture médiane, cette dernière faiblement carénée.

Métépisternes réduits, largement, obtusément triangulaires, tout au plus d'un quart moins larges que longs (fig. 28). Mesurés sur leur bord externe, occupé presque entièrement par le mécanisme de blocage, les métépisternes sont nettement plus courts que les mésépimères, ces derniers, non modifiés, légèrement moins larges que

longs. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, nette, relevée.

Plaques coxales. Bords externes faiblement arqués, angles apico-externes arrondis, situés presque ou nettement au-dessus du bord postérieur du premier sternite, bords apicaux rectilignes, faiblement infléchis. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> et du 6<sup>e</sup> sternite amplement échancré chez le mâle (fig. 7).

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,35 – 1,60, chez le mâle le tarse dilaté, aussi long que le tibia, ce dernier faiblement renflé.

Patte médiane (fig. 31). Bord externe du tibia avec 4 à 6 épines noires couchées, l'apex avec deux éperons apicaux subégaux chez le mâle, et un seul éperon distinct chez la femelle.

Patte postérieure. Tibia nettement incurvé, le bord externe avec 7-11 épines dispersées sur  $\frac{3}{4}$  basaux, le groupe préapical parfois mal différencié, formé de 3 à 4 épines. Longueur du segment basal du métatarse nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 réunis et légèrement inférieure à celle des articles 3, 4, 5, éperon apical aussi long ou légèrement plus court que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 4, 5) est bien caractérisé par les puissantes saillies dentiformes latérales du lobe médian et par la forme de la partie sommitale des paramères.

##### 5. *EUCINETUS DUBIUS* SP. N.

(Fig. 20, 21, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: BRASIL, Sao Paulo, Paracibaca, 27.1.66, black light trap, Collr. W.E. & C.A. Triplehorn (OSUC). — Paratype, ♀, BRASIL, Sao Paulo, Paracibaca, XII-6-64, Collr. W.E. & C.A. Triplehorn (OSUC).

Espèce régulièrement ovoïde à peine plus courte que deux fois sa largeur. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 2,7 et 2,9 mm, la plus grande largeur 1,3 et 1,5 mm, respectivement. Coloration uniforme, d'un brun rougeâtre foncé, les pattes et les sternites plus claires, antennes discrètement bicolores.

Tête. Rapport La/Lom: 1,26 – 1,33; la largeur du front entre les yeux inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation fine, peu profonde, serrée.

Antennes aussi longues (♂) ou légèrement plus courtes (♀) que la base du pronotum mesu-

rée en vue dorsale. Trois premiers articles bruns clairs, les articles 4-8 nettement rembrunis, les deux à trois articles apicaux jaunâtres. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle d'un cinquième plus long que le scape, le scape et le troisième article subégaux, 11<sup>e</sup> article une fois et demi plus long que large.

Ponctuation du pronotum fine et nette sur le disque, effacée au bord antérieur, forte et subrappeuse dans les déclivités latérales.

Élytres fortement convexes sur le disque, rapport Lom/La entre 1,64 (♀) et 1,73 (♂). Stries longitudinales effacées dans le tiers basal et dans les angles apicaux, nettement marquées en arrière du disque, interstries applanies sur le disque, puis faiblement convexes, l'interstrie juxtaturale n'étant pas accentuée. Strie juxtaturale presque entière, s'effaçant à trois longueurs du scutellum avant la base. Ponctuation plus fine, les paliers transverses plus serrés (3,5 paliers couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleurés fins, leur largeur après l'étranglement inférieure à celle du pédicelle, se confondant avec le bord latéral de l'élytre après le bord postérieur du 4<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal obtusément caréné, sa suture longitudinale visible par transparence du tégument. Méta sternum densément ponctué, la languette métasternale subparallèle, déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales aussi long ou plus court que la moitié de la longueur de la suture médiane, cette dernière bien marquée.

Mesurés sur leur bord externe, les métépisternes sont nettement plus longs que les mésépimères, ces derniers distinctement plus larges que longs. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, nette.

Plaques coxales. Bords externes subrectilignes, angles apico-externes arrondis, séparés du bord postérieur du premier sternite par un espace égal, en vue ventrale, au cinquième de la longueur du sternite suivant, bords apicaux des plaques infléchis. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite largement, celui du 6<sup>e</sup> à peine échancré chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,6 (♂) et 1,46 (♀); tarse dilaté chez le mâle, dans les deux sexes aussi long que le tibia, ce dernier un peu renflé chez le mâle.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec deux à trois petites épines noires couchées, l'apex avec les deux éperons apicaux subégaux chez le mâle, l'éperon interne fortement réduit mais nettement distinct chez la femelle.

Patte postérieure. Bord externe du tibia avec 7 à 8 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé de 2 à 3 épines. Longueur du segment basal du métatarse nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 réunis et légèrement inférieure à celle des articles 3, 4, 5. Éperon apical plus court que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 20, 21) est proche de celui d'*E. argentinus* (fig. 25, 26) dont il diffère par le lobe médian plus élanqué et ses crochets latéraux moins nombreux.

#### 6. *EUCINETUS MONTIVAGUS* SP. N. (Fig. 22 – 24, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: COLOM., Magd., 3500', Campana, 26 km S – Sta Marta, V-9-1973, Howden & Campbell (CCNC).

Espèce longuement ovoïde, deux fois plus longue que large. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 3,1 mm, la plus grande largeur 1,5 mm. Coloration uniformément d'un brun rougeâtre clair, dessous du corps et antennes légèrement rembrunis.

Tête. Rapport La/Lom: 1,3; largeur du front entre les yeux inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation fine, dense, nette, quoique peu profonde.

Antennes aussi longues que la base du pronotum mesurée dorsalement, bicolores, les articles 4 à 8 légèrement mais distinctement rembrunis, trois derniers articles dépigmentés. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle distinctement plus long que le scape (rapport 1,25/1), 3<sup>e</sup> article aussi long que le scape, 11<sup>e</sup> article une fois et demie plus long que large.

Ponctuation du pronotum superficielle et rare sur le disque, un peu plus forte et dense dans les déclivités latérales et près de la base.

Élytres régulièrement convexes, rapport Lom/La 1,8. Stries longitudinales absentes, tout au plus indiquées par quelques points visibles par transparence des téguments. Strie juxtaturale entière, s'effaçant avant la base à deux longueurs du scutellum, l'interstrie juxtaturale plane, tout au plus faiblement relevée dans le tiers apical.

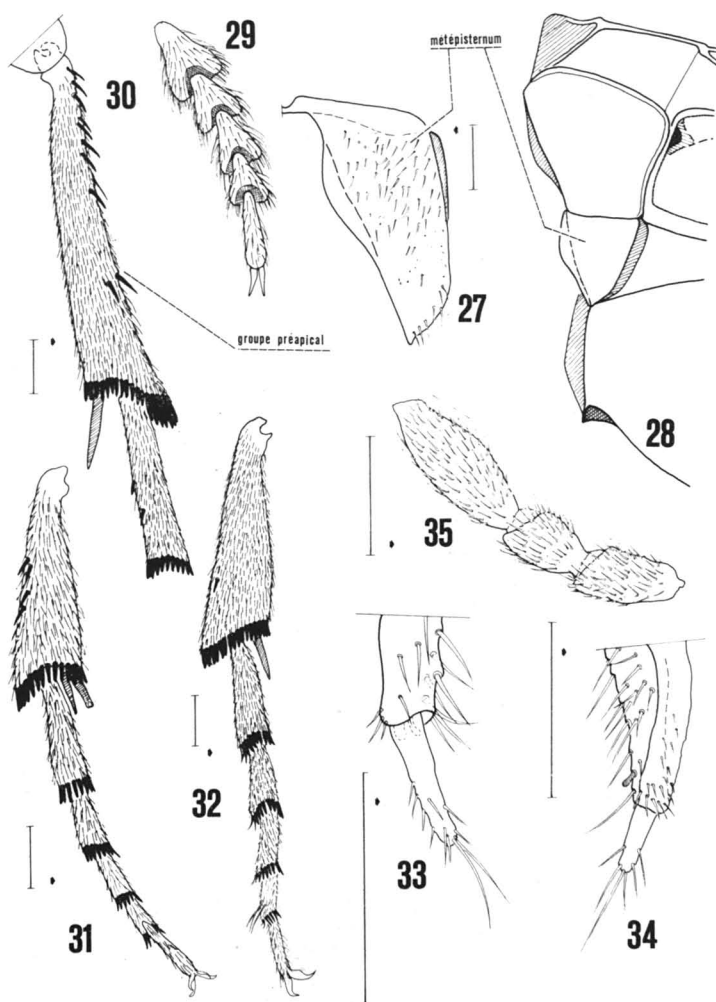
Ponctuation fine, les paliers transverses serrés (3,5 – 4 paliers couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleurès un peu moins larges au niveau de leur étranglement que le pédicelle, se confondant avec le bord de l'élytre au niveau du bord postérieur du 4<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal déprimé, la suture médiane perceptible par transparence des téguments. Métasternum densément ponctué, la languette subparallèle, nettement déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales à peine plus petit que la moitié de la longueur de sa

suture médiane, cette dernière fortement imprimée.

Mesurés sur leur bord externe, les métépisternes d'un sixième plus longs que les mésépimères, ces derniers aussi longs que larges. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes assez superficielle, subfusionnée.

Plaques coxales. Bords externes faiblement arqués, angles apico-externes largement arrondis, projetés en arrière, presque au dessus du bord postérieur du premier sternite visible, bords apicaux nettement arqués. Bord postérieur du 5<sup>e</sup>



Figures 27-35. Morphologie générale des *Eucinetus* s. str. (échelle = 0,1 mm): 27, métépisterne (*E. subcrispus* sp.n.); 28, pièces sternales (*E. apterus* sp. n.); 29, tarse antérieur de mâle (*E. montivagus* sp. n.); 30, tibia postérieur (*Eucinetus* sp., Brésil, Mato Grosso); 31, tibia médian de mâle (*E. apterus* sp. n.); 32, tibia médian de femelle (*Eucinetus* sp., Brésil, Mato Grosso); 33, style (*E. apterus* sp. n.); 34, style (*Eucinetus* sp., Brésil, Mato Grosso); 35, palpe maxillaire (*E. argentinus* Pic).

sternite à peine, celui du 6<sup>e</sup> largement échancré chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,47, chez le mâle, le tarse fortement dilaté, plus long que le tibia, ce dernier faiblement renflé.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec 3 petites épines latérales couchées, l'apex avec deux éperons de même longueur (♂).

Patte postérieure. Bord externe du tibia avec 9-11 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé de 2 épines. Longueur du segment basal du métatarse nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 ou 3, 4, 5 réunis. L'éperon apical aussi long que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 22, 23) est proche de celui d'*E. subcrispus* sp. n. et d'*E. argentinus*, caractérisés tous deux par l'enflure apicale et l'excroissance apicale digitiforme fortement développées.

Femelle inconnue.

#### 7. *EUCINETUS PECKI* SP. N.

(Fig. 16, 17, 36)

Holotype, ♂ étiqueté: MEX., San Luis Pot., 40 kmW Xilitla, 1700 m, 6.VIII. 1983, pine-oak forest litter, S & J. Peck (CNCC).

Espèce longuement ovoïde, deux fois plus longue que large. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 3,0 mm, la plus grande largeur 1,5 mm. Coloration uniformément d'un brun rougeâtre clair, dessous du corps et antennes compris.

Tête. Rapport La/Lom: 1,27; largeur du front entre les yeux inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation fine et superficielle.

Antennes légèrement plus courtes que la base du pronotum mesurée dorsalement, claires, les articles 4 à 8 avec une pubescence foncée. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle distinctement plus long que le scape (rapport 1,3/1), 3<sup>e</sup> article à peine plus long que le scape, 11<sup>e</sup> article presque deux fois plus long que large.

Ponctuation du pronotum peu profonde mais nette sur le disque, plus grosse et râpeuse dans les déclivités latérales, rare et effacée au bord antérieur.

Élytres régulièrement convexes, rapport Lom/La 1,56. Stries longitudinales peu dévelop-

pées, non indiquées par les points foncés du tégument, effacées à la base et sur le disque, distinctes jusqu'aux angles apicaux sous forme de traces superficielles, les interstries vaguement convexes. Strie juxtasuturale s'effaçant à trois longueurs du scutellum avant la base, interstrie juxtasuturale plane, tout au plus faiblement relevée dans la moitié apicale. Ponctuation fine, les paliers transverses plus espacés (3 paliers couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleurées, au niveau de leur étranglement, à peine moins larges que le pédicelle, se confondant avec le bord de l'élytre après le bord postérieur du 4<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal déprimé, obtusément caréné sur la ligne médiane, la suture médiane visible par transparence des téguments. Métasternum densément ponctué, la languette plutôt triangulaire fortement déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales à peine plus petit que deux tiers de la longueur de la suture médiane, cette dernière fortement imprimée.

Mesurés sur leur bord externe, les métépisternes d'un cinquième plus longs que les mésépimères, ces derniers moins longs que larges. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, nette, relevée.

Plaques coxales. Bords externes subrectilignes, angles apico-externes largement arrondis, arrivant presque au dessus du bord postérieur du premier sternite visible, bords apicaux faiblement infléchis. Chez le mâle, le bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite nettement, celui du 6<sup>e</sup> faiblement échancré.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,27, chez le mâle le tarse fortement dilaté, aussi long que le tibia, ce dernier faiblement renflé.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec 2 petites épines latérales couchées, l'apex avec deux éperons de même longueur (♂).

Patte postérieure. Bord externe du tibia avec 8 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé de 3 épines. Longueur du segment basal du métatarse nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 ou 3, 4, 5 réunis. L'éperon apical nettement plus court que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 16, 17) se distingue nettement par la double constriction du lobe médian, unique dans le groupe. Les paramè-

res et la capsule basale étant fortement déformés chez cette exemplaire immature, l'édéage donné ici n'est qu'une «reconstruction».

Femelle inconnue.

Les caractères donnés dans la diagnose ci-dessus doivent être interprétés avec prudence. L'exemplaire est immature, partiellement déformé par dessiccation (face ventrale du corps), et certainement incomplètement coloré.

#### 8. *EUCINETUS PLAUMANNI* SP. N.

(Fig. 8, 9, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: BRÉSIL, Santa Catarina, Nova Teutonia, 27.11' B., 53.23' L., X. 1969, (300-500 m.), leg. F. Plaumann (*coll. mea*). — Paratypes, 1 ♂, 2 ♀, idem, Nova Teutonia (MHNG); 3 ♀, idem (*coll. mea*); 1 ♂, idem, Nova Teutonia, XI. 1971 (MMU). Tous les exemplaires proviennent des captures de M. Fritz Plaumann.

Espèce plus trapue, moins longue que deux fois sa largeur. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 2,6 – 2,9 mm, la plus grande largeur 1,4 – 1,6 mm. Coloration uniforme, allant d'un brun rougeâtre foncé au brun poix, les pattes et les antennes à peine plus claires.

Tête. Rapport La/Lom: 1,33 – 1,47; largeur du front entre les yeux inférieure ou tout au plus égale à la longueur de la tête. Ponctuation fine, dense, plus serrée que celle du pronotum.

Antennes légèrement plus courtes (de l'ordre d'un huitième) que la largeur basale du pronotum en vue dorsale, uniformément brunes. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle un peu plus long que le scape, 3<sup>e</sup> article aussi long ou un peu plus court que le scape, 11<sup>e</sup> article à peine plus clair, une fois et demie plus long que large.

Ponctuation du pronotum superficielle sur le disque, plus nette et plus forte dans les déclivités latérales, presque absente près du bord antérieur.

Élytres fortement convexes sur le disque, rapport Lom/La entre 1,5 – 1,6. Stries longitudinales, effacées dans le tiers basal, leur emplacement n'étant marqué que par les points foncés visibles par transparence des téguments, nettement imprimées en arrière du disque et dans la moitié apicale, les interstries convexes, surtout dans la moitié apicale des élytres. Strie juxtasuturale s'effaçant sur le disque. Interstrie juxtasuturale faiblement relevée dans la moitié apicale,

à peine plus que les interstries élytrales. Ponctuation plus forte, les paliers transverses plus espacés (3 paliers couvrant 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleures aussi larges au niveau de l'étranglement que le pédicelle, presque entières, se confondant avec le bord de l'élytre au niveau du bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal obtusément caréné sur la ligne médiane. Métasternum densément ponctué, la languette plutôt triangulaire, nettement déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette métasternale du bord médian des plaques coxales est égal à la moitié de la longueur de la suture médiane, cette dernière nettement imprimée. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> et du 6<sup>e</sup> sternite largement échancré chez le mâle.

Mesurés sur leurs bords externes les métépisternes sont d'un cinquième plus longs que les mésépimères, ces derniers aussi longs que larges. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, faiblement relevée.

Plaques coxales. Bords externes faiblement arqués, angles apico-externes arrondis, légèrement projetés en arrière, bords apicaux infléchis. L'espace séparant, en vue ventrale, les angles apico-externes du bord postérieur du premier sternite est plus ou moins égal au cinquième de la longueur du sternite suivant. Les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> sternites des mâles avec une faible échancrure médiane à leur bord postérieur, le 6<sup>e</sup> généralement difficile à observer car retracté sous le 5<sup>e</sup>.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,5 – 1,6; chez le mâle, tarse fortement dilaté, légèrement plus court que le tibia, ce dernier faiblement renflé.

Patte intermédiaire. Bord externe du tibia avec deux à quatre minuscules épines noires couchées, presque indistinctes chez les exemplaires de coloration foncée, un seul éperon apical distinct chez la femelle.

Patte postérieure. Bord externe, du tibia avec 6 à 9 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé généralement de 2 épines. Longueur du segment basal du métatarse un peu inférieure à celle des articles 2, 3, 4 et subégale à celle des articles 3, 4, 5 réunis. Éperon apical généralement distinctement plus court que la moitié du segment basal.

Édéage (fig. 8, 9) bien caractérisé chez cette espèce par le lobe médian particulièrement robuste, fortement tubuliforme, largement ouvert

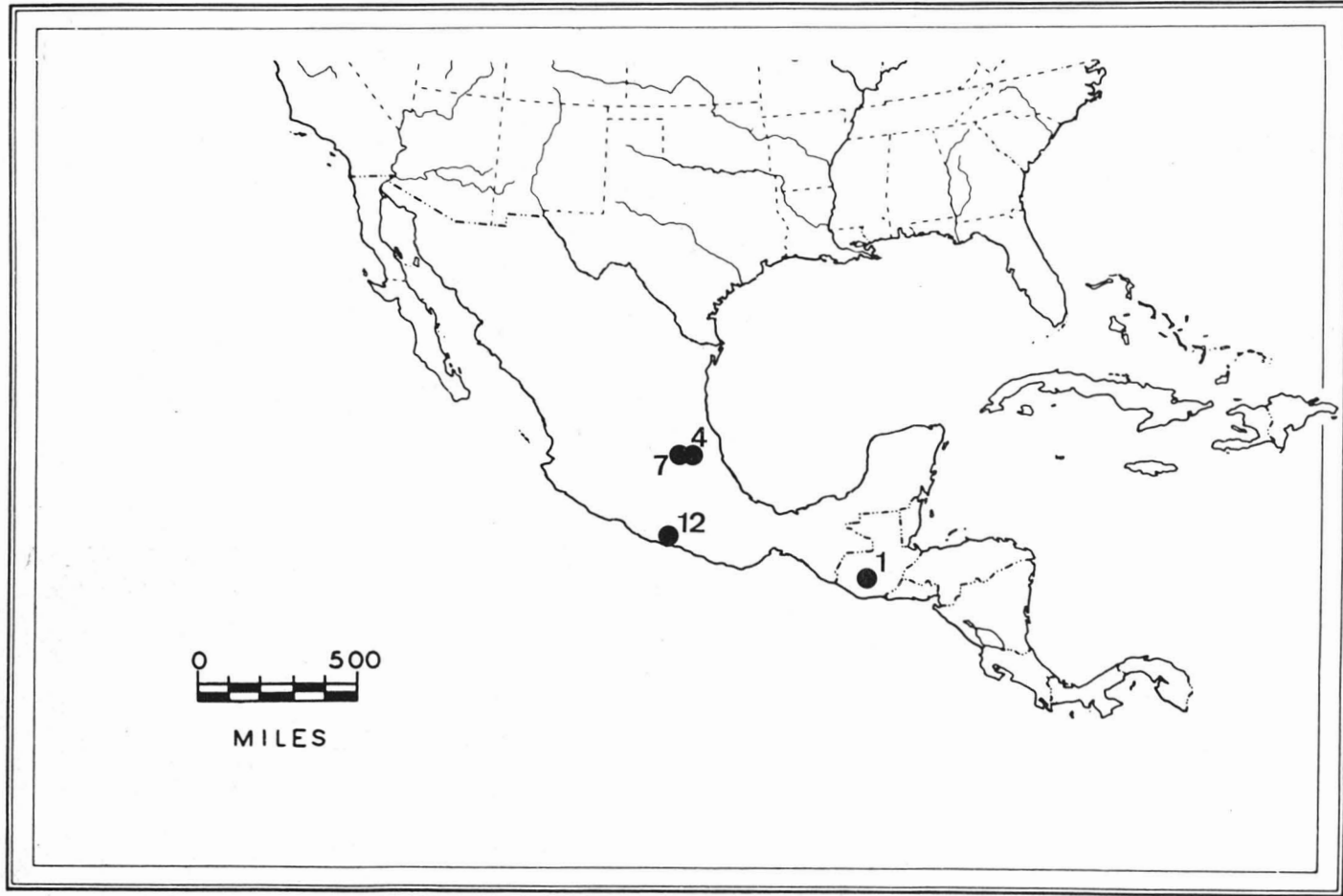


Figure 36. *Eucinetus* s. str. au Mexique et au Guatemala: 1, *E. strigipennis* Champ., Type; 4, *E. apterus* sp. n.; 7, *E. pecki* sp. n.; 12, *Eucinetus* sp., Oaxaca, Mexique (? *strigipennis* Champ.).

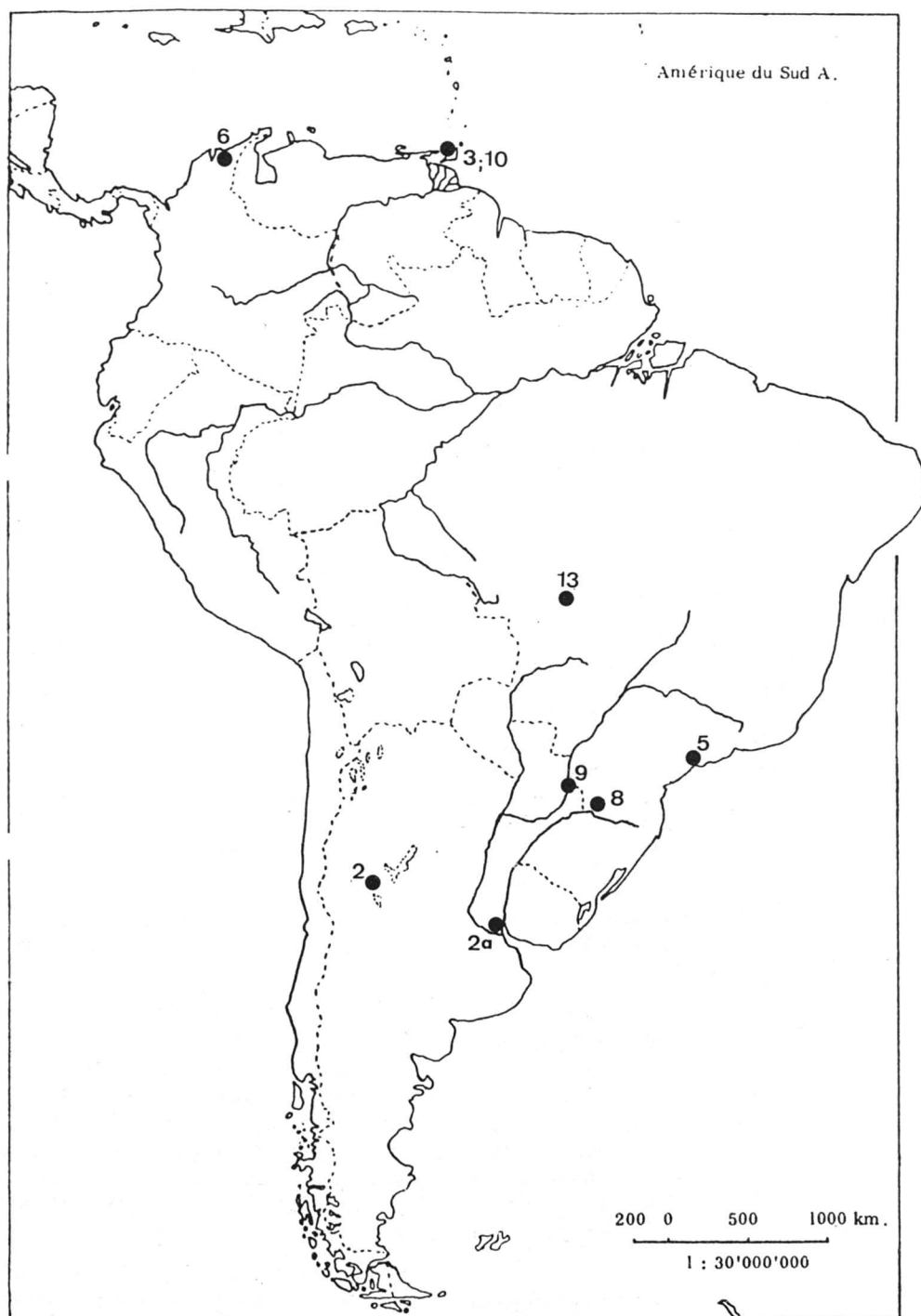


Figure 37. *Eucinetus* s. str. en Amérique du Sud: 2, *E. argentinus* Pic, Type; 2a, *E. argentinus* Pic, ♂; 3, *E. antennatus* sp. n.; 5, *E. dubius* sp. n.; 6, *E. montivagus* sp. n.; 8, *E. plaumanni* sp. n.; 9, *E. strepobius* sp. n.; 10, *E. subcrispus* sp. n.; 13, *Eucinetus* sp., ♀, Brésil, Mato Grosso.

apicalement, et par l'excroissance apicale digitiforme robuste.

Tous les exemplaires étudiés ont été pris à la lumière (F. Plaumann, comm. pers.).

9. *EUCINETUS STREPOBIUS* SP. N.

(Fig. 13 – 15, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: BRAZIL, Parana, Foz d'Iguazu, Iguazu Watterffals, 29.XII. 1965, Hungarian Soil-Zool. Exp., Nr. P-B 345, leg. Loksa & Mahunka (TMB).

Espèce plus trapue, moins longue que deux fois sa largeur, régulièrement ovoïde (♂). Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 2,9 mm, la plus grande largeur 1,6 mm. Coloration uniforme, d'un brun rougeâtre foncé, le disque des élytres un peu rembruni, face ventrale et pattes rougeâtres, antennes claires.

Tête. Rapport La/Lom: 1,22; largeur du front entre les yeux nettement inférieure à la longueur de la tête. Ponctuation forte, dense, un peu râpeuse.

Antennes légèrement plus courtes (de l'ordre d'un huitième) que la largeur basale du pronotum mesurée en vue dorsale, presque uniformément d'un brun clair, les trois à quatre articles apicaux jaunâtres, dépigmentés. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle légèrement plus long que le scape, 3<sup>e</sup> article légèrement plus court que le scape, 11<sup>e</sup> article une fois et demie plus long que large.

Ponctuation du pronotum, nette et dense sur le disque, corse, voire râpeuse dans les déclivités latérales, rare au bord antérieur.

Élytres fortement convexes sur le disque, rapport LoM/La: 1,71 (♂). Stries longitudinales fortes, entières, nettement marquées pratiquement dès la base, les interstries, y compris l'interstrie juxtasaturale, un peu aplanies sur le disque, fortement convexe en arrière. Strie juxtasaturale entière, ne s'effaçant qu'au niveau du scutellum. Ponctuation plus forte, les paliers transverses plus espacés (3 paliers couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleures aussi larges au niveau de l'étranglement que le pédicelle, presque entières, se confondant avec le bord de l'élytre au niveau du 5<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal déprimé, la suture longitudinale indistincte. Métasternum densément ponctué, la

languette subparallèle, déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales est égal à la moitié de la longueur de sa suture médiane, cette dernière distincte.

Mesurés sur leurs bords externes, les métépisternes sont d'un sixième plus longs que les mésépimères, ces derniers aussi longs que larges. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes nette, faiblement relevée.

Plaques coxales. Bords externes faiblement arqués, angles apico-externes largement arrondis, situés, en vue ventrale, presque au-dessus du bord postérieur du premier sternite, bords apicaux arqués. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> sternite largement échancré chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi: 1,46 (♂); le tarse dilaté, aussi long que le tibia, ce dernier faiblement renflé.

Patte médiane. Bord externe du tibia avec tout au plus deux minuscules épines noires couchées. Deux éperons apicaux de même longueur chez le mâle.

Patte postérieure. Bord externe du tibia avec 5 à 6 épines dispersées dans les deux tiers basaux, le groupe préapical formé de deux épines. Longueur du segment basal du métatarse légèrement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 réunis et légèrement supérieure à celle des articles 3, 4, 5. Éperon apical nettement plus court que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 13, 14) est très proche de celui d'*E. haemorrhoidalis* Germ.

10. *EUCINETUS SUBCRISPUS* SP. N.

(Fig. 10 – 12, 27, 37)

Holotype, ♂ étiqueté: TRIN. Curepe, 5.XII. 1977, W.R.M. Mason (CNCC). — Paratypes, 1 ♂, TRIN. Curepe, St. George P., 28-30.XI. 1977, W.R.M. Mason (*coll. mea*); 2 ♀, même provenance (CNCC et *coll. mea*); 1 ♀, TRIN. Mt. Curepe, 22-25.XI. 1977, W.R.M. Mason (CNCC).

Espèce plus trapue, moins de deux fois plus longue que large. Longueur dorsale médiane (tête non comprise) 2,5 – 2,8 mm, la plus grande largeur 1,5 – 1,6 mm. Coloration uniforme, d'un brun rougeâtre foncé, le dessous du corps et les pattes à peine plus claires, antennes généralement nettement bicolores.



Tête. Rapport La/Lo: 1,25 – 1,30; la largeur du front entre les yeux nettement inférieure à la longueur médiane. Ponctuation forte et dense.

Antennes légèrement à nettement plus courtes que la base du pronotum mesurée dorsalement. Trois premiers articles clairs, les articles 4-7 toujours distinctement rembrunis, l'article 8 variable, les articles 9-11 dépigmentés, d'un jaune pâle. Scape et pédicelle modérément renflés, pédicelle généralement à peine plus long que le scape (tout au plus d'un cinquième), le 3<sup>e</sup> article généralement plus court que le scape, 11<sup>e</sup> article une fois et demie plus long que large.

Ponctuation du disque du pronotum aussi nette et serrée que celle de la tête, grossière et subrappeuse dans les déclivités latérales, rare près du bord antérieur.

Élytres fortement convexes sur le disque, rapport Lom/La 1,46 – 1,56. Stries longitudinales entières, fortement marquées pratiquement de la base de l'élytre jusqu'aux angles apicaux, les interstries moins convexes dans la moitié basale, fortement convexes en arrière du disque. Strie juxtaturale entière, interstrie juxtaturale pas plus relevée que les interstries élytrales. Ponctuation plus grossière, les paliers transverses plus espacés (3 paliers transverses couvrent 0,1 mm).

Dessous du corps. Épipleures aussi larges au niveau de l'étranglement que le pédicelle, se confondant avec le bord latéral de l'élytre après le bord postérieur du 4<sup>e</sup> sternite. Processus mésosternal déprimé, faiblement caréné sur la ligne médiane. Mésternum densément ponctué, la languette plutôt triangulaire, nettement déprimée. L'espace séparant le sommet apical de la languette du bord médian des plaques coxales est égal ou supérieur à la moitié de la longueur de sa suture médiane, cette dernière nettement imprimée.

Mesurés sur leurs bords externes, les métépisternes (fig. 27) sont tout au plus d'un quart plus longs que les mésépimères, ces derniers aussi larges ou à peine moins larges que longs. Suture séparant les mésépimères des mésépisternes subfusionnée, nette, relevée.

Plaques coxales. Bords externes légèrement arqués, angles apico-externes arrondis, non pro-

jetés en arrière, séparés du bord postérieur du premier sternite par un espace égal, en vue ventrale, au quart de la longueur médiane du sternite suivant, bords postérieurs arqués. Bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite largement, celui du 6<sup>e</sup> faiblement échancré sur la ligne médiane chez le mâle.

Patte antérieure. Rapport LoFe/LoTi entre 1,46 et 1,57; tarse dilaté chez le mâle, chez les deux sexes aussi long que le tibia, ce dernier faiblement renflé chez le mâle.

Patte médiane. Bord externe du tibia dépourvu de petites épines latérales, ou tout au plus avec une épine couchée, l'apex avec un seul éperon distinct chez la femelle et deux éperons subégaux chez le mâle.

Patte postérieure. Bord externe des tibias III avec 7-9 épines dispersées dans la moitié basale, le groupe préapical formé généralement de 2 épines. Longueur du segment basal du métatarse de légèrement à nettement inférieure à celle des articles 2, 3, 4 réunis, et égale ou légèrement inférieure à celle des articles 3, 4, 5. Éperon apical généralement légèrement plus court que la moitié du segment basal.

L'édéage de cette espèce (fig. 10, 11) est très proche de celui d'*E. haemorrhoidalis* mais semble aussi assez variable.

L'espèce est sympatrique avec *E. antennatus*.

#### MATÉRIAUX NON ATTRIBUÉS

Il existe dans les collections plusieurs autres exemplaires d'*Eucinetus* que nous n'avons pas attribués à aucune des espèces précitées.

MEXIQUE. (1) 1 ♀ étiquetée: Real Arriba, Temascaltepe; Mex., 6-7000 ft., 1932 B.M. 1959-100, H. E. Hinton, R. L. Usinger Collectors (BMNH, sous le nom de *E. strigipennis* Champ.). — (2) 1 ♀ étiquetée: Oaxaca, 9 mi NE Oaxaca on Mex. 175, 6200 ft., 7-20. VIII. 1973, leaf litter forest floor, A. Newton (MCZH, étiquetée provisoirement par nous comme *E. strigipennis* Champ.) (fig. 36/n° 12).

BRÉSIL. (3) 2 ♀ étiquetées: Mato Grosso, S. 12 31', W. 55 37', X. 1974, M. Alvarenga (CNCC et coll. mea). Ces deux exemplaires pourraient être les femelles de *E. strepobius*, mais ne proviennent pas du même bassin hydrographique (fig. 30, 32, 34, et 37/n° 13).

**Clef de détermination des espèces néotropicales d'*Eucinetus***

- A. Métépisternes longuement subtriangulaires (fig. 1, 2, 27), nettement plus longs que larges et plus longs que les mésépimères; espèces ailées ..... B.
- Métépisternes réduits, largement triangulaires (fig. 28), un peu plus longs que larges et plus courts que les mésépimères; espèce aptère; (Mexique)..... 4. *apterus* sp. n.
- B. Grande taille, autour de 4 mm; (Guatemala) ..... 2. *strigipennis* Champion (Type)
- Taille plus petite, située entre 2,6 et 3,1 mm ..... C.
- C. Élytres sans traces de stries longitudinales; (Colombie) ..... 6. *montivagus* sp. n.
- Élytres avec les stries longitudinales tout au moins faiblement marquées, mais généralement nettement marquées au moins dans la moitié apicale ..... D.
- D. Relief des élytres très net, stries élytrales entières ou presque, fortement imprimées sur pratiquement toute la longueur de l'élytre, les interstries nettement convexes y compris sur le disque ..... E.
- Relief des élytres moins net, faiblement marqué, voire partiellement effacé avec une nette tendance à l'aplanissement des interstries et l'affaiblissement des stries dans la portion basale et sur le disque ..... G.
- E. Antennes nettement bicolores, les articles du funicule noirâtres, articles apicaux fortement dépigmentés, jaunâtres ..... F.
- Antennes submonochromes, les articles apicaux un peu plus pâles; (Brésil) ..... 9. *streptobius* sp. n.
- F. Espèce plus allongée, deux fois plus longue que large; ponctuation du pronotum superficielle et éparse sur le disque; face externe des tibias II armée de deux petites épines couchées; pédicelle d'un tiers plus long que le scape; tibia II avec deux éperons apicaux distincts chez la femelle; ponctuation des élytres plus fine, les paliers transverses plus serrés; (Trinidad) ..... 3. *antennatus* sp. n.
- Espèce plus trapue, moins longue que deux fois sa largeur; ponctuation du pronotum forte et dense sur le disque; face externe des tibias II généralement dépourvue d'épines; pédicelle à peine plus long que le scape; tibia II avec un seul éperon apical chez la femelle; ponctuation des élytres plus grossière, les paliers transverses plus espacés; (Trinidad). ..... 10. *subcrispus* sp. n.
- G. Stries élytrales quasi entières mais à peine distinctes, y compris dans la moitié apicale des élytres; (Mexique) ..... 7. *pecki* sp. n.
- Stries élytrales nettement marquées en arrière du disque ou dans la moitié apicale ..... H.
- H. Antennes uniformément claires. .... I.
- Antennes bicolores, les articles du funicule moyennement rembrunis, ceux apicaux dépigmentés; (Brésil)..... 5. *dubius* sp. n.
- I. Épipleurès presque entiers, atteignant le bord postérieur du 5<sup>e</sup> sternite; tibia II avec un seul éperon apical distinct chez la femelle; ponctuation des élytres plus grossière, les paliers transverses plus espacés; (Brésil) ..... 8. *plaumanni* sp. n.
- Épipleurès raccourcis, atteignant le 4<sup>e</sup> sternite; tibia II avec deux éperons apicaux distincts chez la femelle; ponctuation des élytres plus fine, les paliers transverses plus serrés; (Argentine) ..... 1. *argentinus* Pic

### Discussion

Le fait que toutes ces espèces appartiennent au groupe *haemorrhoidalis*, et que l'on ne rencontre pas, dans la région néotropicale, d'autres formes de passage entre ce groupe et des petites formes hautement spécialisées du genre *Jentozkus* Vit, est surprenant. Une seule espèce, *Eucinetus (sensu lato) falsus* Vit, appartenant au groupe *meridionalis*, pénètre, dans ses sites plus méridionaux, jusqu'au Mexique, mais l'espèce appartient incontestablement à la faune néarctique.

Au sein du groupe *haemorrhoidalis*, la morphologie externe n'est sujette qu'à une faible différenciation interspécifique. Le caractère distinctif le plus important, mais non exclusif, demeure l'édéage. Sa valeur diagnostique reste cependant limitée, car chez plusieurs espèces, pourtant géographiquement bien distantes, l'évolution des caractères édéagiques est relativement faible. Le même type d'édéage que chez *E. haemorrhoidalis* Germ. se retrouve parmi les espèces néotropicales chez *E. subcrispus* (Trinidad) et *E. strepobius* (Brésil), comme d'ailleurs chez certaines espèces orientales. L'édéage de ces deux espèces ne s'écarte en fait pas sensiblement de la variabilité infraspécifique relevée pour l'édéage d'*E. haemorrhoidalis* (Vit, 1985: 442, fig. 28-37).

Un autre type d'édéage peu différencié est celui relevé chez *E. antennatus* (Trinidad), *E. argentinus* (Argentine), *E. montivagus* (Colombie) et *E. dubius* (Brésil). On retrouve ce même type d'édéage également chez certaines espèces africaines.

Au sein du groupe, la différenciation de la structure édéagique est par contre notable chez *E. apterus* (Mexique) et *E. pecki* (Mexique), et dans une moindre mesure, chez *E. plaumanni* (Brésil). La différenciation porte essentiellement sur la partie centrale du lobe médian et dans un seul cas (*E. apterus*) sur les extrémités des paramères.

D'autres menus caractères morphologiques semblent relever des caractéristiques interspécifiques, mais en fait leur variabilité infraspécifique demeure elle aussi encore mal connue. Toujours par rapport à *E. haemorrhoidalis*, on observe chez les espèces néotropicales les particularités suivantes :

Habitus. Différence entre les sexes nulle ou insignifiante.

Antennes. Une nette tendance à une forte pigmentation des articles du funicule antennaire.

Tête. Carène suboculaire plus fortement développée, parfois même saillante et perceptible en vue « dorsale ».

Élytres. Relief élytral souvent très accentué; stries élytrales nettement et fortement développées; épipleures plus larges après leur étranglement et moins nettement raccourcis, voire presque entiers (*E. plaumanni*); plus grande variabilité de la ponctuation élytrale et des écarts des paliers transverses.

Pattes. Garniture d'épines latérales de la face externe des tibias II réduite à quelques épines groupées près du milieu, voire nulle; un éperon apical des tibias II fréquemment réduit, voire absent chez la femelle; garniture d'épines latérales des tibias III avec une nette tendance à se scinder, formant un petit groupe d'épines isolées (notre groupe préapical, fig. 30).

L'atrophie totale des ailes chez les deux sexes, relevée chez *E. apterus* (Mexique) est unique dans le groupe. Elle s'accompagne de quelques modifications au niveau des métépisternes (fig. 28) et des branches latérales du métasternum. Des modifications analogues ne sont à présent connues que chez certaines espèces australiennes (observations non publiées).

### Remerciements

Je tiens à remercier toutes les institutions concernées de leur aimable collaboration, ainsi que les personnes suivantes qui m'ont procuré les matériaux nécessaires, ou m'en ont consenti le prêt à long terme: Dr Bachmann (Museo Argentino de Ciencias naturales, Buenos Aires), Dr C. Besuchet (Muséum d'Histoire naturelle, Genève), Dr C. M. F. von Hayek (British Museum of Natural History, London), Dr M. A. Ivie (Montana State University, Bozeman), Dr C. Johnson (The Manchester Museum University, Manchester), feu Dr Z. Kzsab et Dr O. Merkl (Természettudományi Museum, Budapest), Dr J. F. Lawrence (CSIRO, Canberra), Dr A. Smetana (Biosystematics Research Centre, Ottawa), Dr Q. Wheeler (Cornell University, Ithaca), et M. F. Plaumann (Nova Teutonia, Brésil).

### Références

- CHAMPION, G. C., 1897. *Biologia Central-Americana*, III. 1., Insecta, Coleoptera, Elateridae - Dascilidae. 1882-1897.
- CROWSON, R. A., 1955. The natural classification of the families of Coleoptera. — Hampton, Classey Ltd., 187 p.

- PIC, M., 1930. Coléoptères nouveaux de la République Argentine. — *Revta Soc. ent. Argent.*, 3: 55-56.
- VIT, S., 1977. Contribution à la connaissance des Eucinetidae (Coleoptera). — *Revue suisse Zool.*, 84: 917-935.
- VIT, S., 1985. Étude de la morphologie des espèces paléarctiques du genre *Eucinetus* Germar et quelques remarques sur son utilisation taxonomique (Coleoptera: Eucinetidae). — *Revue suisse Zool.*, 92: 421-460.

# First record of the subtropical lightfish *Ichthyococcus ovatus* (Photichthyidae) from the Canadian Atlantic region and its biogeographic significance

Antony S. HAROLD<sup>1</sup>

*Ocean Sciences Centre and  
Department of Biology  
Memorial University of Newfoundland  
St. John's (Newfoundland) A1B 3X9*

Donald S. CLARK

*Department of Biology  
Memorial University of Newfoundland  
St. John's (Newfoundland) A1B 3X9*

## Résumé

Un spécimen d'*Ichthyococcus ovatus* Cocco provenant de la région du Cap Flemish, au large de la côte est de Terre-Neuve, permet d'ajouter cette espèce à la faune ichthyologique de la région atlantique canadienne. Ce spécimen se compare bien aux autres représentants d'*I. ovatus* des océans Atlantique et Indien. La signification biogéographique de cette observation et d'autres mentions de poissons stomiiformes tropicaux ou subtropicaux dans la région est discutée.

## Abstract

One specimen of *Ichthyococcus ovatus* Cocco from the Flemish Cap area off the east coast of Newfoundland adds this species to the ichthyofauna of the Canadian Atlantic region. The specimen compares well with other representatives of *I. ovatus* from the Atlantic and Indian oceans. Biogeographic significance of this and other records of tropical and/or subtropical stomiiform fishes in the region is discussed.

## Introduction

The fish fauna off the Atlantic coast of Canada consists of elements ranging from arctic to temperate and further offshore subtropical character. The latter are mostly associated with the Gulf Stream and its derivatives. Warm-water representatives of the deep-sea order Stomiiformes have been poorly sampled and as a result are not well represented in the Canadian Atlantic fauna (see Scott, 1965; Scott & Scott, 1988; McAllister, 1990). In this paper we report the

occurrence of the lightfish *Ichthyococcus ovatus* (Cocco, 1838), the first record of a species of this genus from the region. The specimen examined was collected near the Flemish Cap, off the eastern slope of the Grand Banks. This capture was made during a sampling program (McKelvie, 1985a, b) designed to elucidate the faunal characteristics of the water masses of the Newfoundland Basin. Although the specimen was listed in a published data report (McKelvie & Haedrich, 1986), *I. ovatus* has not as yet been fully documented as an element of the fish fauna of the region. This paper, therefore, is intended to serve as an addendum to Scott & Scott (1988), a recent compilation of the fish fauna of the Canadian Atlantic region. Meristic and morphometric comparisons between our specimen and published data are provided.

<sup>1</sup> Current address: Division of Fishes, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20560, U.S.A.

### Methods

Methods for determining most meristic and morphometric character values follow Hubbs & Lagler (1958), with exceptions given below. All body lengths are standard length (SL), taken from the snout to the structural base of the central caudal-fin rays. Body depth and orbit diameter are maximum values. Predorsal and preventral lengths are the distance from the snout to the origins of the dorsal and the pelvic fins, respectively. Terminology of photophore clusters follows Ahlstrom *et al.* (1984). The values of meristic and of morphometric characters for the described specimen are given in parentheses. Morphometric characters are expressed as percentages of SL except orbit diameter and snout length which are percentages of head length. The institutional abbreviation ARC represents Atlantic Reference Centre, Huntsman Marine Science Centre, St. Andrew's, New Brunswick, Canada and ROM the Royal Ontario Museum, Queen's Park, Toronto, Ontario, Canada.

### *Ichthyococcus ovatus* (Cocco, 1838)

*Gonostoma ovatus* Cocco, 1838: 169, Pl. 5, Fig. 3.

*Ichthyococcus ovatus*: Grey, 1964: 155; Witzell, 1973: 118-119; Mukhacheva, 1980: 4-7; Krefft, 1983: 301-303; Schaefer *et al.*, 1986: 244.

Brief description (Fig. 1). D 11-12 (11); A 15-17 (15); P 7-8 (7); V 6-7 (7); gill rakers 19-25 (5 + 14 = 19); vertebrae 38-42. Maximum body size about 55 mm SL. Body deep and compressed. Snout rounded. Eyes tubular and dorsally-directed. Lower jaw included. Pre-maxillaries not entering gape. Dorsal and ventral adipose fins present. Yellow-brown body colour, most heavily pigmented dorsally, and with concentrations of melanic pigment associated with fin bases, photophores and scale pockets. Photophores conspicuous and in two main ventrolateral rows: AC 12-14 (12), BR 11-12 (11), IC 46-50 (47), IV 24-26 (8 + 17 = 25), OA 23-27 (14 + 11 = 25), OP 1 + 1 + 1 = 3, ORB 1 + 1 = 2, VAV 9-11 (10). Head length 29.2-34.0 (27.3), orbit diameter 30.4-41.0 (38.6), snout length 21.0-28.8 (23.6), body depth 31.7-38.2 (31.6), caudal-peduncle length 8.0-10.0 (9.7), caudal-peduncle depth 8.1-10.0 (9.2), dorsal-fin length 16.0-20.0 (17.0), anal-fin length 12.3-20.2 (16.1), preanal length 73.4-77.5 (74.9), predorsal length 48.6-55.0 (47.0), pre-ventral length 55.6-61.3 (59.3), distance from dorsal-fin insertion to caudal-fin base 35.0-38.9 (35.1), distance between pelvic- and anal-fin origins 16.0-20.0 (18.7), distance from dorsal-fin insertion to dorsal adipose-fin origin 5.0-11.3 (11.9).

New record: ROM 58427 (1, 36.7 mm SL), 45°04'N, 43°31'W, 387-430 m, 2220-

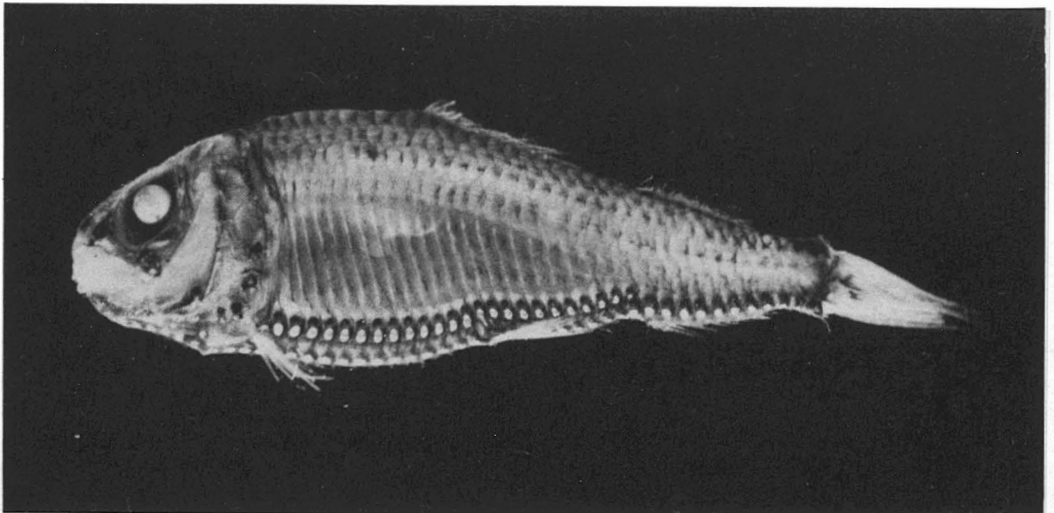


Figure 1. *Ichthyococcus ovatus*, ROM 58427, 36.7 mm.

2240 h., MV *Gadus Atlantica*, Cruise 51, Sta. 976, Engel Midwater Trawl 80, 21 May, 1981.

MV *Gadus Atlantica*, Sta. 976, see McKelvie & Haedrich (1986).

Distribution. *Ichthyococcus ovatus* is a subtropical species of the Atlantic, Pacific and Indian oceans, and the Mediterranean Sea (Mukhacheva, 1980). The range has recently been extended as far north as 45° N latitude in the eastern Atlantic (Badcock, 1984) and in the western North Atlantic to about 38° N latitude. One other relevant collection of *I. ovatus* (not examined) was made in close proximity to MV *Gadus Atlantica*, Sta. 976 (ARC 8707061, 45°36'N, 44°36'W, 1959 h., 3 May, 1979). The occurrence of this species off the Flemish Cap extends its geographic range northwards in the western North Atlantic by about seven degrees of latitude, *i.e.* over 400 nautical miles. The specimen described here (ROM 58427) was collected at about 400 m depth, well within the published bathymetric range of 200-500 m (Badcock, 1984). There is some disagreement in the literature as to whether *I. ovatus* undergoes vertical migration.

Three other warm-water stomiiform species, *Margrethia obtusirostra* Jespersen & Tåning, 1919, *Bonapartia pedaliota* Goode and Bean, 1896 and *Pollichthys maui* (Poll, 1953), were captured in the same tow as *I. ovatus*, extending their known geographic ranges. For a listing of warm-water species from other families taken at

## Discussion

The specimen of *I. ovatus* reported here matches other representatives (*cf.* Grey, 1964; Mukhacheva, 1980; Krefft, 1983) in nearly all aspects. Three morphometric characters, head length, body depth and predorsal length, are slightly lower than the reported ranges and the distance from the dorsal-fin insertion to the dorsal adipose-fin origin is higher. These differences, however, are slight and in any event the published ranges were based on only 15 specimens in total.

Recent revisions recognize three Atlantic representatives of *Ichthyococcus* (Mukhacheva, 1980; Krefft, 1983). The combination of ventral adipose present, SO (symphyseal) photophore absent and low VAV photophore counts (9-11) distinguish *I. ovatus* from the other two species *I. polli* Blache, 1963 and *I. australis* Mukhacheva, 1980. Neither of these latter two are known to occur in the western North Atlantic.

The sample containing the *Ichthyococcus ovatus* specimen was attributed to the "Slope Water" by McKelvie (1984) based upon a cluster analysis of faunal composition. However, the high temperature (14.5°C at 409 m, McKelvie, 1984),

TABLE I

Tropical or subtropical stomiiform fish species previously reported from the Canadian Atlantic region

Infraorder Gonostomata	
Gonostomatidae	Sternoptychidae
<i>Bonapartia pedaliota</i> <sup>1 2</sup>	<i>Argyropelecus affinis</i>
<i>Cyclothone pseudopallida</i> <sup>1</sup>	<i>Polyipnus</i> sp. A <sup>1</sup>
<i>Diplophos taenia</i> <sup>1</sup>	<i>Valenciennellus tripunctulatus</i> <sup>1</sup>
<i>Margrethia obtusirostra</i> <sup>1 2</sup>	
Infraorder Photichthya	
Photichthyidae	Stomiidae
<i>Ichthyococcus ovatus</i> <sup>2</sup>	<i>Astronesthes leucopogon</i> <sup>1</sup>
<i>Pollichthys maui</i> <sup>1 2</sup>	<i>Chauliodus danae</i>
<i>Polymetme corythaeola</i> <sup>1</sup>	<i>Chirostomias pliopterus</i>
<i>Vinciguerria attenuata</i>	<i>Eustomias fissibarbis</i> <sup>1</sup>
<i>V. nimbaria</i> <sup>1</sup>	<i>Melanostomias valdiviae</i> <sup>1</sup>
<i>V. poweriae</i>	

<sup>1</sup> Species known from captures on the continental shelf.

<sup>2</sup> Species collected at MV *Gadus Atlantica* Cr. 51, Sta. 976.

geographical position and presence of other tropical and/or subtropical elements in the sample (Table I) lead us to consider it a representative of the Gulf Stream extension. *Ichthyococcus ovatus*, *Bonapartia pedaliota* and *Pollichthys maui* are thought to typify this water mass and not the Slope Water (Haedrich, 1972).

Scott & Scott (1988) report 16 tropical and/or subtropical stomiiform species from the Canadian Atlantic region (Table I). The presence of some of these warm-water species on or near the shelf is not anomalous but due to variation in the path of the Gulf Stream or advection by warm core rings (see Markle *et al.*, 1980; Wroblewski & Cheney, 1984). Some of the species may exist in the region as expatriates, but *I. ovatus* appears at least initially to be an element of the Gulf Stream fauna.

### Acknowledgments

This research was supported by Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada operating grant 330068 to R. L. Haedrich, Ocean Sciences Centre, Memorial University of Newfoundland. We thank D. E. McAllister, P. Morisset, D. A. Methven, R. L. Haedrich and an anonymous reviewer for their helpful comments on the manuscript and R. Ficken, Department of Biology, Memorial University of Newfoundland, for photographing the specimen. Additional records of *I. ovatus* from the western North Atlantic were provided by L. Van Guelpen (ARC).

### References

- AHLSTROM, E. H., W. J. RICHARDS & S. H. WEITZMAN, 1984. Families Gonostomatidae, Sternoptychidae, and associated stomiiform groups: development and relationships. — Pages 184-198 in H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richards (ed.). *Ontogeny and systematics of fishes. An international symposium dedicated to the memory of Elbert Halvor Ahlstrom*. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. no. 1.
- BADCOCK, J., 1984. Photichthyidae. — Pages 318-324 in P. J. P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (ed.). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. 1. UNESCO, Paris.
- COCCO, A., 1838. Su di alcuni Salmonidi del mare di Messina; lettera al ch. Principe C. L. Bonaparte. — *Nuovi Annali Sci. nat.*, Bologna, 1(2): 161-194.
- GREY, M., 1964. Family Gonostomatidae. — Pages 78-240 in H. B. Bigelow, D. M. Cohen, M. M. Dick, R. H. Gibbs, Jr., M. Grey, J. E. Morrow, Jr., L. P. Schultz & V. Walters (ed.). *Fishes of the western North Atlantic*. Mem. Sears Fdn mar. Res. 1(4), Yale University, New Haven.
- HAEDRICH, R. L., 1972. Midwater fishes from a warm-core eddy. — *Deep Sea Res.*, 19: 903-906.
- HUBBS, C. L. & K. F. LAGLER, 1958. *Fishes of the Great Lakes Region*. — University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, 213 p.
- KREFFT, G., 1983. Taxonomy and distribution of the fish-genus *Ichthyococcus* (Bonaparte, 1841) (Photichthyidae Weitzman, 1974) in the Atlantic ocean. — *Investigación pesq.*, 47: 295-309.
- MARKLE, D. F., W. B. SCOTT & A. C. KOHLER, 1980. New and rare records of Canadian fishes and the influence of hydrography on resident and non-resident Scotian Shelf ichthyofauna. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 37: 49-65.
- MCALLISTER, D. E., 1990. List of fishes of Canada / Liste des poissons du Canada — Musée canadien de la nature, Ottawa, Syllogeus no. 64, 310 p.
- McKELVIE, D. S., 1984. Mesopelagic fishes of the Newfoundland Basin: The discreteness of pelagic faunas. — M.Sc. thesis, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, 95 p.
- McKELVIE, D. S., 1985a. The discreteness of pelagic faunal regions. — *Mar. Biol.*, 88: 125-133.
- McKELVIE, D. S., 1985b. The mesopelagic fish fauna of the Newfoundland Basin. — *Can. J. Zool.*, 63: 2176-2182.
- McKELVIE, D. S. & R. L. HAEDRICH, 1986. Midwater fishes taken in large trawls off Newfoundland and Labrador. — *Can. Data Rep. Fish. aquat. Sci.*, no. 607, p. 29.
- MUKHACHEVA, V. A., 1980. A review of the genus *Ichthyococcus* Bonaparte (Photichthyidae). — *J. Ichthyol.*, 20: 1-14.
- SCHAEFER, S., R. K. JOHNSON & J. BADCOCK, 1986. Photichthyidae. — Pages 243-247 in M. M. Smith & P. C. Heemstra (ed.). *Smith's sea fishes*. MacMillan South Africa, Johannesburg.
- SCOTT, W. B., 1965. A record of the hatchetfish, *Polyipnus asteroides* Schultz, from the Canadian Atlantic region. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 22: 1303-1304.
- SCOTT, W. B. & M. G. SCOTT, 1988. Atlantic Fishes of Canada. — *Can. Bull. Fish. aquat. Sci.*, no. 219, 731 p.
- WITZELL, W. N., 1973. Gonostomatidae. — Pages 114-122 in J. C. Hureau & T. Monod (ed.). *Check-list of the fishes of the North-Eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM)*, Vol. 1. UNESCO, Paris.
- WROBLEWSKI, J. S. & J. CHENEY, 1984. Ichthyoplankton associated with a warm core ring off the Scotian Shelf. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 41: 294-303.



## Nouvelles stations d'*Arnica lanceolata* Nutt. et d'*A. chamissonis* Less. au Québec: notes cytologiques et écologiques<sup>1</sup>

Camille GERVAIS<sup>2</sup>

Service de recherche en phytotechnie de Québec  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Complexe scientifique, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

Miroslav M. GRANDTNER

Laboratoire d'écologie forestière  
Faculté de foresterie et de géomatique  
Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

Dominique DOYON et Louise GUAY

Service de recherche en phytotechnie de Québec  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Complexe scientifique, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

### Résumé

Les auteurs décrivent, du point de vue édaphique et phytosociologique, une station d'*Arnica lanceolata* Nutt. ( $2n = 76$ ), située au nord du Saint-Laurent et discutent de la présence de cette espèce le long des rivières Sainte-Anne et Montmorency près de Québec. D'autre part, des stations d'*Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire, observées dans trois prairies voisines, occasionnellement ensemencées, à Saint-Henri-de-Taillon (comté de Lac-Saint-Jean-Est), sont décrites. Il est probable que la plante y soit introduite de l'Ouest canadien. Le nombre chromosomique que nous avons déterminé ( $2n = ca76$ ) a déjà été signalé pour le ssp. *chamissonis*, mais c'est la première mention d'un comptage tétraploïde pour le ssp. *foliosa*.

### Abstract

The edaphic and phytosociological aspects of a station of *Arnica lanceolata* Nutt. ( $2n = 76$ ), located north of the St-Lawrence River have been studied and the occurrence of this species along the Sainte-Anne and Montmorency rivers (near Québec City) is discussed. Some stands of *Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire, observed in three adjacent occasionally sowed fields, at Saint-Henri-de-Taillon (Lac-Saint-Jean-Est County), are also described. It seems that this species has been introduced from western Canada. The observed chromosome number,  $2n = ca76$ , has already been reported for ssp. *chamissonis* but this is the first mention of a tetraploid count for ssp. *foliosa*.

<sup>1</sup> Contribution n° 383 de la Direction de la recherche et du développement, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

<sup>2</sup> Adresse actuelle: Laboratoire de cytologie environnementale, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

## Introduction

Dans l'édition de 1964 de la *Flore laurentienne* de Marie-Victorin, on mentionne 12 espèces d'*Arnica* pour le Québec, dont une seule, l'*A. mollis* Hook. est décrite et indiquée comme relativement fréquente. Bien que le regroupement et le réarrangement de ces taxons dans le travail plus récent de Scoggan (1978-1979) réduise ce nombre de moitié, il est certain que le dernier mot n'a pas encore été dit sur ce genre difficile. Plusieurs problèmes restent à résoudre au Québec et surtout dans la partie occidentale de l'aire de cette composée en Amérique du Nord. Nous présentons ici des notes sur des extensions d'aire de deux espèces (*A. lanceolata* Nutt. et *A. chamissonis* Less.), sur le cadre phytosociologique et édaphique où nous les avons observées, et sur leur nombre chromosomique. Précisons d'abord qu'à la suite de Wolf (1980) et de Gruezo (1988), nous considérons l'*A. mollis* comme un groupe complexe ouest-américain à vaste répartition géographique et l'*A. lanceolata* comme son vicariant oriental. L'*A. chamissonis*, dont l'aire est encore plus vaste et qui possède des races chromosomiques à  $2n = 38, 57$  et  $76$  chromosomes (tout comme l'*A. mollis*), a été identifié, sur notre matériel, au ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire var. *foliosa*.

La nomenclature scientifique des plantes vasculaires, utilisée dans le présent travail, est celle de Scoggan (1978-1979), sauf pour *A. lanceolata* Nutt., *Achillea lanulosa* Nutt. et *Betula alleghaniensis* Britt. Les mousses sont nommées d'après Ireland *et al.* (1987). Les spécimens témoins ont été déposés à l'herbier du Laboratoire d'écologie forestière (QEF) de l'Université Laval et à l'herbier du Québec (QUE). Les coefficients d'abondance-dominance et de sociabilité suivent Braun-Blanquet (1932). Lorsqu'ils sont placés entre parenthèses, les taxons étaient situés à proximité de la place-échantillon.

## Résultats et discussion

### ARNICA LANCEOLATA NUTT.

D'après Rousseau (1974) et Scoggan (1978-1979), *A. lanceolata* est considéré comme relativement fréquent en Gaspésie, présent sur quelques sommets de la Nouvelle-Angleterre, et très rare ailleurs (stations isolées au Nouveau-Brunswick et au Québec dans les comtés de

Rimouski, Dorchester et Mégantic). L'aire de répartition géographique de cette espèce au Québec a été élargie à la rive nord du Saint-Laurent en 1982 par la découverte d'une colonie près de Sainte-Brigitte-de-Laval sur le bord de la rivière Montmorency, par l'un d'entre nous (D. Doyon). Des individus de cette colonie avaient fait l'objet de comptages chromosomiques ( $2n = 76$ , in Kapoor & Gervais, 1982) mais les caractéristiques écologiques de la station n'avaient pas été étudiées; seule sa localisation, sur la rive nord, était commentée par rapport à la répartition générale de l'espèce, connue à ce moment-là que du côté sud du Saint-Laurent. Provancher (1862) avait signalé l'existence de cette espèce à Saint-Joachim (sur les bords de la rivière Sainte-Anne, près des chutes), mais personne ne semble avoir retrouvé la plante depuis. La station de la rivière Montmorency serait suffisante pour montrer que Provancher (1862:338) ne se trompait probablement pas dans son affirmation, mais une récolte récente vient y ajouter encore plus de poids. Il s'agit d'un spécimen identifié tout d'abord à *Rudbeckia hirta* L., révisé à *Arnica mollis* Hook. par J. Cayouette: Saint-Ferréol-des-Neiges, Centrale hydroélectrique Sept-Chutes, dans le bord des rochers tout près de la rivière, 14/07/80 Renée Caron (QFA). Nous avons essayé, à l'été 1989, de retrouver cette station au cours de deux excursions sur les bords de la rivière et au pied des chutes en question, mais sans succès. Il ne s'agit probablement pas de la colonie mentionnée par Provancher qui devrait se situer plus près de l'embouchure de la rivière. De toute façon, la présence d'*A. lanceolata* sur la rive nord du Saint-Laurent est certaine et indique vraisemblablement l'existence, plus au nord, de colonies réliquales plus importantes d'où l'espèce pourrait se répandre le long des rivières par transport de graines. Il en est peut-être de même pour l'*Hieracium robinsonii* (Zahn) Fern., espèce assez peu fréquente (Lepage, 1960) croissant dans la même station que l'*Arnica* comme on le remarquera dans le relevé de végétation qui suit.

La localisation exacte, les caractéristiques édaphiques et phytosociologiques de la station de la rivière Montmorency sont les suivantes: comté de Montmorency n° 1, Sainte-Brigitte-de-Laval, rivière Montmorency, 1,5 km au sud de la barrière du Séminaire (Abitibi-Price), 47°04'N., 71°10'O., 89.08.02.; D. Doyon, C. Gervais, M. M. Grandtner et C. Béguin 89.08.02.-1 (QUE, QEF).

La station se trouve à 300 m d'altitude, sur une paroi riveraine escarpée, inclinée à 80° et exposée à l'est; le substrat est formé de gneiss charnockitique précambrien recouvert d'une couche fragmentaire d'humus faiblement acide (pH au Hellige-Truog 6,5), rapidement à mal drainé. L'*Arnica* est associé à un groupement pionnier herbacé, bas et discontinu. Sa composition floristique, relevée le 2 août 1989 dans une place-échantillon de 10 m<sup>2</sup>, était la suivante:

Strate arbustive basse (recouvrement <5 %): *Salix cordata* 1.2, *Alnus rugosa* var. *americana* +.2, *Betula alleghaniensis* +.1, *Cornus stolonifera* +.1, *Salix lucida* +.1.

Strate herbacée haute (recouvrement <1 %): *Calamagrostis canadensis* +.2, *Eupatorium purpureum* +.2, *Thalictrum pubescens* +.1.

Strate herbacée basse (recouvrement 50 %): *Arnica lanceolata* 2.3, *Prunella vulgaris* 1.3, *Agrostis tenuis* 1.2, *Aster novi-belgii* 1.2, *Deschampsia flexuosa* 1.2, *Rubus pubescens* 1.2, *Thelypteris phegopteris* 1.2., *Agrostis borealis* +.2, *Hieracium robinsonii* +.2, *Solidago macrophylla* +.2, *Viola adunca* var. *minor* +.2, *Tussilago farfara* (+.2), *Achillea lanulosa* +.1, *Aster puniceus* +.1, *Hieracium vulgatum* +.1, *Prenanthes trifoliolata* +.1, *Solanum dulcamara* +.1, *Taraxacum* sp. +.1, *Trisetum spicatum* +.1.

Strate muscinale (recouvrement 45 %): *Hypnum lindbergii* 2.3, *Brachythecium plumosum* 1.3, *Polytrichum ohioense* 1.2, *Atrichum oerstedianum* +.3, *Bryum* sp. +.3, *Climacium dendroides* +.3, *Philonotis fontana* +.2, *Pogonatum urnigerum* +.2.

*ARNICA CHAMISSONIS* LESS. SSP. *FOLIOSA* (NUTT.)  
MAGUIRE VAR. *FOLIOSA*

Ce taxon fait partie d'un complexe à vaste répartition géographique s'étendant des îles Aléoutiennes au Nouveau-Mexique et atteignant successivement, vers l'est, le Manitoba, l'Ontario et le Québec. La seule station apparemment connue pour le Québec se référerait à des récoltes de Lepage, à la Baie James: Eastmain, Lepage 33441 (QFA), 33158; embouchure de la rivière Jack, Lepage 33 577, sous le nom d'*A. chamissonis* var. *angustifolia* Herder ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire *p. p.* (in Dutilly *et al.*, 1958).

Les nouvelles stations rapportées ici correspondent à trois colonies observées récemment dans des champs des environs de Saint-Henri-de-Taillon au Lac-Saint-Jean: comté de Lac-Saint-Jean-Est, Saint-Henri-de-Taillon, 4 km au nord, 236 Rang 5, ferme de M. Ghislain Lemay,

48°40'N., 71°50'O., 89.07.14.; C. Gervais, M. M. Grandtner et C. Béguin 89.07.14.-1, 89.07.14.-2, 89.07.14.-3 (QUE, QEF).

L'*A. chamissonis* s'y comporte comme une mauvaise herbe rustique et tenace par des rhizomes bien développés. Sur les spécimens récoltés, la plante atteint 80 cm de hauteur et les tiges très feuillées portent 4 à 15 fleurs. Le nombre chromosomique des individus du Lac-Saint-Jean est de  $2n = ca76$  (fig. 1), valence rencontrée également au Québec pour l'*A. lanceolata* (Kapoor & Gervais, 1982; Wolf, 1987) et l'*A. griscomii* Fern. (Gervais, 1979).

Plusieurs comptages chromosomiques ont été réalisés dans l'ouest du Canada et des États-Unis pour les différentes sous-espèces d'*A. chamissonis*. Admettant que le nombre haploïde de base soit  $x = 19$ , des races diploïdes ( $2n = 38$ ), triploïdes ( $2n = 57$ ) et tétraploïdes ( $2n = 76$ ) ont été observées pour le ssp. *chamissonis*, alors que chez le ssp. *incana* (Gray) Hult. on trouve des diploïdes et des triploïdes. Il en est de même pour le ssp. *foliosa* où un comptage diploïde est mentionné pour l'Idaho (Ornduff *et al.*, 1967), les autres dénombrements faisant état de triploïdes (Ornduff *et al.*, 1963, 1967; Downie, 1985; Straley, 1979). Il faut noter que le nombre gamétique  $n = 53-54$  présenté par Ornduff *et al.* (1963) pour le ssp. *foliosa* résulte d'une erreur, ce nombre se rapportant aussi à des triploïdes comme le reconnaîtront plus tard Ornduff *et al.*

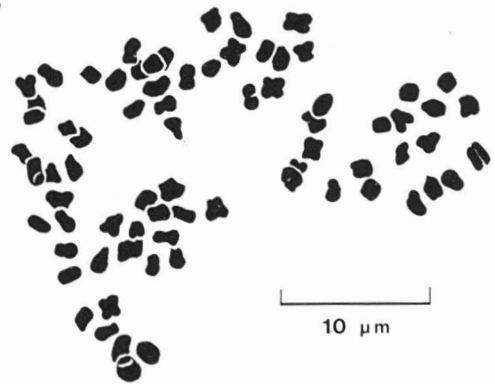


Figure 1. *Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire, métaphase,  $2n = ca76$ , méristème radiculaire. Sur cette figure, 75 chromosomes sont visibles; d'autres comptages n'ont pas été dessinés. Matériel provenant de Saint-Henri-de-Taillon, comté de Lac-Saint-Jean-Est (station 1).

(1967). Il est très possible que tous les individus triploïdes soient le résultat de croisements diploïdes × tétraploïdes. Nos résultats indiquent en tout cas qu'il existe aussi des tétraploïdes chez le ssp. *foliosa* et renforcent l'hypothèse de l'hybridation à travers le complexe *chamissonis*.

À Saint-Henri-de-Taillon, l'*A. chamissonis* a été récolté dans trois stations distantes d'environ 500 m. Elles se trouvent à 135 m d'altitude, sur un terrain plat ou légèrement incliné (2°) vers le sud. Le dépôt meuble est formé d'une argile limoneuse glacio-lacustre. Le sol est un gleysol ou un brunisol à mull, faiblement acide à neutre (pH au Hellige-Truog 6,3 à 7,5), moyennement à mal drainé. La composition floristique des groupements a été relevée le 14 juillet 1989 dans une place-échantillon de 25 m<sup>2</sup>.

Dans la première station, l'*Arnica* appartient à une basse herbaçaie continue, artificielle, pâturée et drainée, dominée par *Agrostis hyemalis*. On le trouve aussi dans une lande à *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, voisine du champ. La composition floristique se présente comme suit:

Strate arbustive basse (recouvrement <1 %): *Rubus idaeus* + .2.

Strate herbacée haute (recouvrement <1 %): *Phleum pratense* + .2.

Strate herbacée basse (recouvrement 95 %): *Agrostis hyemalis* 3.4, *Trifolium repens* 3.3, *Arnica chamissonis* 1.2, *Cerastium vulgatum* 1.2, *Chrysanthemum leucanthemum* 1.2, *Plantago major* 1.2, *Poa pratensis* 1.2, *Prunella vulgaris* 1.2, *Taraxacum officinale* 1.2, *Calamagrostis canadensis* + .2, *Carex crawfordii* + .2, *Juncus tenuis* + .2, *Phleum pratense* + .2, *Ranunculus acris* + .2, *Ranunculus repens* + .2, *Rumex acetosella* + .2, *Stellaria graminea* + .2, *Agropyron repens* + .1, *Cirsium vulgare* + .1, *Lycopus uniflorus* + .1, *Potentilla norvegica* + .1, *Vicia cracca* + .1.

Strate muscinale (recouvrement 50 %): *Amblystegium serpens* 3.4, *Hypnum lindbergii* 2.3, *Climacium dendroides* + .2.

À la deuxième station, l'*Arnica* forme, avec *Phleum pratense*, une haute herbaçaie continue, artificielle et perturbée par nivelage.

Strate arbustive basse (recouvrement <1 %): *Alnus rugosa* var. *americana* + .2, *Rubus idaeus* + .2.

Strate herbacée haute (recouvrement 90 %): *Arnica chamissonis* 3.4, *Phleum pratense* 3.3, *Agropyron repens* 2.2, *Cirsium vulgare* 2.2, *Calamagrostis canadensis* 1.2, *Glyceria grandis* 1.2, *Poa* cf. *palustris* 1.2, *Vicia cracca* 1.2, *Aster puniceus*

+ .2, *Ranunculus acris* + .2, *Scirpus atrocinctus* + .2, *Stellaria graminea* + .2, *Achillea lanulosa* + .1, *Cirsium arvense* + .1, *Solidago rugosa* + .1.

Strate herbacée basse (recouvrement 25 %): *Galeopsis tetrahit* 1.2, *Plantago major* 1.2, *Taraxacum officinale* 1.2, *Trifolium hybridum* 1.2, *Vicia cracca* 1.2, *Achillea lanulosa* + .2, *Carex crawfordii* + .2, *Carex stipata* + .2, *Chrysanthemum leucanthemum* + .2, *Fragaria virginiana* + .2, *Solidago graminifolia* + .2, *Stellaria graminea* + .2, *Polygonum* cf. *scabrum* + .1, *Potentilla norvegica* + .1.

La troisième station est occupée par une haute herbaçaie continue, semi-naturelle, dominée par le *Calamagrostis canadensis*:

Strate arbustive basse (recouvrement 1 %): *Rubus idaeus* + .2, *Salix pyrifolia* + .2.

Strate herbacée haute (recouvrement 80 %): *Calamagrostis canadensis* 3.3, *Agrostis stolonifera* var. *major* 2.3, *Arnica chamissonis* 2.3, *Phleum pratense* 2.3, *Vicia cracca* 2.3, *Achillea lanulosa* 1.2, *Polygonum sagittatum* 1.2, *Solidago graminifolia* 1.2, *Scirpus microcarpus* 1.2, *Trifolium hybridum* 1.2, *Ranunculus acris* 1.1, *Solidago rugosa* 1.1, *Aster puniceus* + .2, *Carex stipata* + .2, *Scirpus atrocinctus* + .2, *Chrysanthemum leucanthemum* + .1, *Glyceria canadensis* + .2.

Strate herbacée basse (recouvrement 25 %): *Lycopus uniflorus* 1.2, *Polygonum sagittatum* 1.2, *Trifolium agrarium* + .3, *Bidens* sp. + .2, *Plantago major* + .2, *Potentilla norvegica* + .2, *Prunella vulgaris* + .2, *Stellaria graminea* + .2, *Trifolium repens* + .2, *Viola septentrionalis* + .2, *Equisetum pratense* + .1, *Euphrasia canadensis* + .1, *Galium trifidum* + .1, *Lotus corniculatus* + .1, *Poa* cf. *palustris* + .1, *Scutellaria lateriflora* + .1, *Sonchus arvensis* + .1.

Strate muscinale (recouvrement <1 %): *Bryum pseudotriquetrum* + .2.

Que penser de la présence de l'*A. chamissonis* dans des prairies en friche ensencées aux 5 ans où, au témoignage du fermier, la plante n'existait pas autrefois? La troisième station, découverte près d'un petit fossé de drainage sur la ferme voisine, pourrait être la source de l'infestation (ou venir elle-même de la station 1), mais cela ne change pas la nature du problème: les trois stations sont rudérales. L'exploration de sites naturels dans le voisinage (affleurements rocheux recouverts d'un peuplement plus ou moins ouvert, bois divers) n'a pas révélé d'autres sources naturelles possibles de la provenance de l'espèce. La meilleure hypothèse reste que la plante a pu être introduite dans des grains d'ali-

mentation ou des semences (de l'ouest du Canada) comme d'autres indices peuvent aussi le laisser croire: la présence de l'*A. chamissonis* à Thunder Bay, où Scoggan (1978-1979) l'a soupçonné d'avoir été introduit, et la découverte récente parmi des spécimens reçus à l'herbier du Québec (QUE), d'individus récoltés en Abitibi dans un lieu public (Sainte-Hélène-de-Mancebourg, comté d'Abitibi-Ouest, terrain de pique-nique municipal, 13 sept. 1985; *D. Tanguay* et *D. Call*).

### Remerciements

Les auteurs remercient Norman Dignard du ministère des Forêts du Québec pour l'identification des mousses, Rosaire Trahan pour le comptage chromosomique de *A. chamissonis*, Claude Roy et Jacques Labrecque pour l'étude des récoltes d'*Aster*, le Dr Robert Ledoux pour l'examen minéralogique du substrat de la station de la rivière Montmorency et Claire Béguin pour son assistance sur le terrain.

### Références

- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. *Plant Sociology*. — McGraw-Hill, New York, 439 p.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE & M. DUMAN, 1958. Contribution à la flore des îles (T.N.O.) et du versant oriental (Qué.) de la baie James. — *Contr. Arct. Inst., Cath. Univ. Am., Washington*, no. 9F, 199 p.
- DOWNIE, S. R., 1985. In A. Löve (ed.). I.O.P.B. chromosome number reports LXXXVIII. — *Taxon*, 34: 547-551.
- GERVAIS, C., 1979. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique, I. — *Naturaliste can.*, 106: 451-461.
- GRUEZO, W. S., 1988. A biosystematic revision of *Arnica* L. Subgenus *Chamissonis* Maguire. — Ph.D. thesis, University of Alberta, Edmonton, 425 p.
- IRELAND, R. R., G. R. BRASSARD, W. B. SCHOFIELD & D. H. VITT, 1987. Checklist of the mosses of Canada II. — *Lindbergia*, 13: 1-62.
- KAPOOR, B. M. & C. GERVAIS, 1982. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique. III. — *Naturaliste can.*, 109: 91-101.
- LEPAGE, E., 1960. *Hieracium canadense* Michx. et ses alliées en Amérique du Nord. — *Naturaliste can.*, 87: 85-107.
- ORNDUFF, R., P. RAVEN, D. KYHOS & A. KRUCKEBERG, 1963. Chromosome numbers in Compositae. III. Senecioneae. — *Am. J. Bot.*, 50: 131-139.
- ORNDUFF, R., T. MOSQUIN, D. W. KYHOS & P. H. RAVEN, 1967. Chromosome numbers in Compositae. IV. Senecioneae. — *Am. J. Bot.*, 54: 205-213.
- PROVANCHER, L., 1862. *Flore canadienne*. — J. Darveau, Québec, 843 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. Distribution des principales espèces vasculaires. — *Travaux et documents du Centre d'études nordiques, Les Presses de l'Université Laval, Québec*, 799 p.
- SCOGGAN, H. J., 1978-1979. The Flora of Canada. — *Natn. Mus. nat. Sci., Ottawa, Publs Bot.* no. 4 parts, 1711 p.
- STRALEY, G. B., 1979. In A. Löve (ed.). I.O.P.B. chromosome number reports LXIII. — *Taxon*, 28: 265-279.
- WOLF, S. J., 1980. Cytogeographical studies in the genus *Arnica* (Compositae: Senecioneae). I — *Am. J. Bot.*, 67: 300-308.
- WOLF, S. J., 1987. Cytotaxonomic studies in the genus *Arnica* (Compositae: Senecioneae). — *Rhodora*, 89: 391-400.



## Revue des livres

ANDREWS, Peter, 1991. **Owls, caves and fossils.** — University of Chicago Press, Chicago, viii + 321 p., 22 × 28,5 cm. Couverture rigide, reliure toile, 39,95 \$US.

L'ouvrage comprend sept chapitres intitulés: *Introduction to small mammal taphonomy, Predators and predation, Modifications of small mammal bones in predator assemblages, Cave formation and taphonomy, The cave deposits at Westbury-Sub-Mendip, The Westbury small mammal faunas, Palaeoecology of the Westbury small mammal faunas.* Un long appendice (37 pages) suit, portant essentiellement sur les habitudes des principaux prédateurs mentionnés dans le texte. En sous-titre, le livre porte l'indication suivante: *Predation, preservation, and accumulation of small mammal bones in caves, with an analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-Sub-Mendip, Somerset, UK.* L'iconographie de l'ouvrage comprend, entre autres choses, une série de microphotographies, la plupart d'excellente qualité. Plusieurs tableaux facilitent la compréhension du texte; les légendes ne sont cependant pas toujours très explicites.

On déduira facilement de ce qui précède que l'ouvrage intéressera avant tout les spécialistes du Pléistocène européen. À défaut d'exemples européens, les contextes africains sont également privilégiés. L'auteur s'attarde particulièrement aux vestiges osseux des petits mammifères, considérant à juste titre que la microfaune constitue le meilleur indice des variations de l'environnement.

L'ensemble des facteurs qui affectent la préservation de la matière osseuse est revu de façon détaillée. Le livre s'appuie au départ sur des descriptions se rapportant à la microfaune européenne actuelle; l'écologie des populations de petits mammifères est subséquentement envisagée. L'analyse des os de petits mammifères provenant de pelotes stercorales d'oiseaux prédateurs nocturnes ou diurnes, ou encore provenant de fèces de mammifères carnassiers est écologiquement importante et significative puisque la prédation constitue une des causes majeures de mortalité chez les petites espèces.

Il convient d'ajouter que, même si le lecteur québécois ne retrouve pas toujours dans ce travail des préoccupations et des exemples quotidiens, l'essence du livre porte sur des notions théoriques. Les concepts développés peuvent facilement être transposés dans des contextes différents. Les trois premiers chapitres, en particulier, comportent des notions dont l'application pourrait être universelle. Signalons que la zoo-archéologie comme la paléontologie québécoise ne s'attardent qu'exceptionnellement à l'analyse des déjections ou pelotes stercorales des prédateurs,

compte tenu du nombre relativement restreint de cavernes dans nos régions.

En conclusion, *Owls, caves and fossils* constitue une référence indispensable pour ceux qui s'intéressent au Pléistocène européen. Pour le lecteur québécois, il constitue une source très intéressante de renseignements théoriques utiles à l'étudiant en paléontologie ou en zoo-archéologie.

Jean PIÉRARD

Département d'anatomie et  
physiologie animales  
Faculté de médecine vétérinaire  
Université de Montréal, C.P. 5000  
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 7C6

BUCKLEY, G. P. (éd.), 1989. **Biological habitat reconstruction.** — Belhaven Press / Pinter Publishers, London, U.K., ix + 363 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, reliure toile, £ 37,50.

Ce volume est l'un des rares traitant de la restauration des habitats naturels et semi-naturels qui ne soient pas le fruit d'un congrès ou d'un symposium sur le sujet. Il s'agit plutôt d'un ouvrage collectif réunissant une série d'articles écrits par des spécialistes pour la plupart issus de la communauté scientifique britannique. G. P. Buckley le considère comme un manuel de référence s'adressant aux professionnels et aux universitaires travaillant dans les domaines du design de l'environnement et de la conservation. Son but est de présenter les hypothèses et les principes écologiques sur lesquels reposent la restauration et la création d'habitats et d'offrir, à l'appui de cette discussion, les résultats d'expériences pratiques.

Divers aspects très pertinents de la restauration des habitats sont touchés: les fondements philosophiques, les principes écologiques, les opportunités pour la restauration des habitats, la création de nouveaux habitats, le transfert d'habitats entiers et l'augmentation de la diversité dans les habitats existants.

En guise de brève introduction, la première section signée par G. P. Buckley, fait d'office une mise en garde sur ce phénomène tout à fait contemporain qu'est celui de tenter la restauration d'habitats ou de communautés entières pour compenser les pertes encourues suite au développement urbain, industriel et agricole. Dans cette aire technologique où nous évoluons, précise-t-il, la pensée même de reconstruire avec exactitude un type de végétation ou un habitat précis est très attrayante et présente un défi écologique irrésistible pour plusieurs. Il y a cependant de sérieux dangers, à

la fois techniques et éthiques, de pousser à l'extrême la restauration et surtout la création d'habitats et les risques sont grands d'abuser de cette avenue pour endosser la destruction de milieux naturels. Ces techniques ne doivent pas servir de substituts à la conservation de milieux naturels existants. Il concède cependant qu'il existe des circonstances, de plus en plus nombreuses, où la dégradation des habitats et la disparition d'espèces ou de communautés rares rendent ces tentatives de restauration et de création parfaitement justifiées. Ses propos vifs, de même que ses commentaires qui précèdent chaque section, donnent le ton à tout l'ouvrage.

La seconde section, consacrée à la philosophie de la restauration des habitats, est d'un grand intérêt puisque rarement s'arrête-t-on à cet aspect, pourtant capital, d'une telle entreprise. Les tendances sont multiples : à un extrême, on trouve l'horticulteur ou l'architecte du paysage dont la préoccupation première est de créer des environnements agréables là où les gens vivent, alors qu'à l'autre extrême, le conservationniste se préoccupe davantage de préserver ou de rehausser le potentiel des habitats existants. Il y a place pour ces deux positions et il est possible d'arriver à des compromis pour concilier les objectifs esthétiques, éducatifs et scientifiques que visent la restauration. Un point de vue des plus intéressants est celui de W. R. Jordan qui considère que le dialogue entre le praticien et le théoricien est fort utile pour tester les hypothèses de recherches en écologie appliquée.

Il ne fait aucun doute que la restauration exige une bonne compréhension des principaux facteurs écologiques qui contrôlent la présence d'habitats spécifiques. La troisième section, consacrée aux principes écologiques, ne prétend pas couvrir toute la complexité de ce sujet, mais elle touche néanmoins les aspects importants que sont les caractéristiques physiques et chimiques du site, le choix des espèces et la connaissance de leurs exigences écologiques, et le phénomène, parfois complètement oublié, des successions végétales.

La quatrième section discute des opportunités pour la restauration des habitats. À priori, le contexte européen peut sembler très différent du nôtre, mais les exemples tirés du milieu urbain sont tout à fait pertinents. Les projets réalisés dans les régions soumises à une exploitation agricole intensive ou dans les plantations forestières soulèvent aussi quelques points intéressants.

Les sections 5 et 6 sont consacrées à la création et au transfert d'habitats entiers. Elles font référence à des expériences pratiques dont les objectifs, les détails logistiques et techniques et les résultats sont en général bien documentés. Les travaux présentés concernent en particulier la création de boisés, de prairies naturelles et de marais d'eau douce. L'emphase est mise sur les caractéristiques particulières du site, sur le choix des communautés végétales «copiées» et sur les implica-

tions à long terme de la gestion et du maintien de ces nouveaux habitats. Par ailleurs, on découvre que le transfert d'habitats entiers d'un site donneur à un site récepteur serait une avenue plus prometteuse que la création de toutes pièces d'un habitat. Cette pratique serait de plus en plus courante dans le cadre d'opérations de récupération de milieux naturels voués à une destruction inévitable. À court terme, les résultats sont plus intéressants, mais ces expériences réalisées sur de petites superficies sont trop récentes pour qu'on puisse évaluer la viabilité à long terme des habitats ainsi transplantés.

La septième section examine d'autres solutions que le concept habituel de restauration qui implique des travaux plus ou moins majeurs sur les sites dégradés. Ces interventions qui pourraient être qualifiées de douces contribuent néanmoins à améliorer la qualité des habitats. À titre d'exemples, on présente divers projets visant l'accroissement de la diversité dans les habitats existants par l'ensemencement ou la transplantation d'espèces végétales, la modification des pratiques agricoles pour favoriser l'utilisation des lisières par la faune, la gestion du couvert végétal des boisés pour augmenter leur capacité de support faunique et, dans le cas des marais, la manipulation des niveaux d'eau pour augmenter les populations de sauvagine.

En conclusion, Buckley dénonce à la fois l'attitude souvent hors contexte des architectes du paysage, davantage préoccupés de l'impact visuel des habitats que de leur authenticité et celle passive des conservationnistes qui veulent éviter à tout prix les altérations aux habitats existants même dégradés et optent en faveur de la recolonisation naturelle ou d'aménagements très superficiels. En fait, les règles à suivre pour la restauration d'un habitat ne devraient être établies que lorsque les objectifs ont été clairement exposés et qu'une position adaptée au contexte du projet a été prise. Souvent les limites d'exécution sont imposées par les connaissances incomplètes dont disposent les praticiens et ces lacunes devraient solliciter l'apport des écologistes.

Cet ouvrage arrive à point : la restauration des habitats a actuellement la faveur des gestionnaires des milieux naturels, mais l'expertise dans ce domaine demeure pauvre. Malgré son titre, on ne peut vraiment considérer ce livre comme un guide de référence complet sur la restauration des habitats. À sa lecture, on réalise bien vite que chaque projet soulève de nouveaux défis ; le cas à cas s'impose. Il a cependant le mérite de faire valoir la pertinence de baser la restauration et la création d'habitats sur de solides fondements écologiques et de promouvoir une étroite collaboration entre les disciplines.

Louise GRATTON

*Consultante en écologie  
275, rue Queen  
Saint-Lambert (Québec)  
J4R 1H6*



CHENEY, Dorothy L. & Robert M. SEYFARTH, 1990. **How monkeys see the world.** — University of Chicago Press, Chicago. x + 377 p., 16 × 23,5 cm. Couverture rigide, reliure toile, 24,95 \$ US.

Toute personne familière avec l'observation du comportement animal sait comme il est facile d'attribuer des intentions et des stratégies conscientes aux animaux. Convaincus que beaucoup d'aspects du comportement animal ne peuvent être expliqués sans faire référence à quelques processus mentaux complexes, Cheney et Seyfarth examinent de près les habiletés communicatives et cognitives des vervets dans leur habitat naturel et les comparent à celles des autres primates non-humains et parfois aussi à celles des oiseaux et d'autres mammifères. Les auteurs n'en demeurent pas moins très critiques et conscients que les différences entre nous et les autres animaux compliquent nos tentatives de comprendre comment ces derniers communiquent et perçoivent le monde.

Ce livre réussit admirablement bien à faire le point sur ce que les singes semblent connaître et comprendre de leur environnement physique et social. Il est d'un intérêt beaucoup plus étendu que ne l'indique son titre, puisqu'il aborde également dans son ensemble la question épineuse de la pensée animale par rapport à la pensée humaine. Une telle exploration des différences et similarités inter-spécifiques au niveau des mécanismes de représentation et de traitement de l'information est de fait susceptible de nous éclairer davantage sur l'évolution de l'esprit humain.

Les deux auteurs adoptent une perspective évolutive en postulant que la sélection naturelle aurait conduit les espèces à différents niveaux de connaissance et de flexibilité de l'intelligence. Leurs données de base proviennent donc d'expérimentations réalisées en milieu naturel, et cette approche se révèle beaucoup plus riche et complète que les études antérieures essentiellement faites en laboratoire, qui ne tenaient pas toujours compte des adaptations des espèces étudiées et qui ignoraient souvent la dimension sociale de l'intelligence des primates.

Deux chapitres sont consacrés à l'exploration des limites de l'intelligence sociale des vervets, et ce par rapport à cinq aspects de leur vie sociale : l'appareillage, la dominance (comprenant les alliances), la réciprocité, l'attraction sexuelle et la défense de groupe. La méthode expérimentale utilisée par ces chercheurs consiste à déduire les connaissances sociales des singes à partir de leurs réactions à des vocalisations connues qui ont été préalablement enregistrées et qui sont jouées dans des contextes inhabituels. Les résultats montrent, entre autres choses, que les singes reconnaissent les cris des individus des groupes voisins, connaissent les relations d'appareillage, d'alliance et de dominance qui existent entre les autres congénères, ajustent leur comportement en fonction de l'aide reçue dans le passé et

enfin classent les types de relations sur la base de représentations abstraites. Ces habiletés sont possibles par l'observation des congénères, mais comme le soulignent les auteurs, on ne peut dire si elles résultent d'inférences ou d'un apprentissage associatif. Les résultats sont entre autres discutés par rapport à la reconnaissance des apparentés chez d'autres espèces animales et par rapport à la théorie de l'altruisme réciproque.

Les vocalisations des vervets sont étudiées au cours des trois chapitres suivants dans le but de mieux comprendre la pensée des singes. On a longtemps cru que les vocalisations ne faisaient que refléter l'état émotif des animaux. Les auteurs nous démontrent que les vocalisations des vervets transmettent aussi des informations spécifiques sur des objets (par exemple les types de prédateurs) et des événements externes à l'émetteur. Les tests utilisant les enregistrements vocaux révèlent également que ces singes comparent les différentes vocalisations sur la base de leurs significations plutôt que sur la base de leurs propriétés acoustiques. Un parallèle est aussi tracé avec le développement du langage chez l'enfant. Enfin, Cheney et Seyfarth tentent de vérifier si les singes sont conscients de leurs habiletés, de leurs connaissances et des relations entre le signe (la vocalisation) et le référent (la chose).

Les singes désirent-ils non pas seulement modifier le comportement des autres mais aussi modifier leur état mental? Par cette question, les auteurs se demandent ensuite si les singes ont une *theory of mind*. Dans un tel cas, un individu reconnaîtrait ses propres connaissances et pourrait attribuer des états mentaux (croyances, connaissances, intentions, émotions, etc.) aux autres individus, ce qui lui permettrait de prédire davantage leurs comportements. Cheney et Seyfarth passent alors en revue tous les comportements et les indices pouvant présager l'attribution d'états mentaux aux congénères. Ils examinent donc les anecdotes de tromperie, c'est-à-dire les cas de signaux donnant de fausses informations et pouvant induire en erreur. Faire un cri dans un contexte inapproprié est-il une tromperie? Pour tromper les autres, est-il nécessaire d'avoir la capacité de leur attribuer des intentions? Les auteurs discutent également dans cette optique les données existantes sur l'imitation et la reconnaissance de soi. Enfin, ils tentent de vérifier si, dans certains contextes, les singes enseignent des choses aux autres et s'ils manifestent parfois de la compassion et de l'empathie. À plusieurs points de vue, il s'avère que les chimpanzés se situent à un niveau d'intentionnalité supérieur à celui des singes.

Les auteurs ont enfin comparé les performances sociales et non-sociales pour déterminer plus précisément les limites de l'intelligence des singes. Ils se demandent si l'intelligence des singes leur est accessible, c'est-à-dire si l'expérience acquise dans un domaine peut être généralisée à d'autres domaines ou

à des circonstances nouvelles, comme c'est le cas chez l'humain. Ils confrontent dans cette optique l'hypothèse selon laquelle les habiletés cognitives des primates résultent de pressions sélectives dans un contexte d'interactions sociales, à celle voulant que des facteurs écologiques telle la recherche de nourriture aient sélectionné l'intelligence des primates. Les cas d'utilisation d'outils et les modèles d'*optimal foraging* y sont donc discutés. Grosso modo, il semble que les singes performant moins bien avec les autres espèces animales et les objets inanimés. Les vervets ne font par exemple pas de relation entre la trace laissée par un python et ce dernier, et ne retiennent généralement pas l'information de l'environnement quand elle n'est pas directement liée à leur survie. Les habiletés des vervets étant relativement restreintes aux contextes sociaux, Cheney et Seyfarth concluent à juste titre que les singes sont de bons primatologues mais de mauvais naturalistes.

Écrit dans un style accessible à tous, ce livre risque fort de passionner les éthologues, les psychologues, les linguistes, les philosophes et tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin au comportement et à l'évolution de l'intelligence.

Daniel PAQUETTE

*École de psychoéducation  
Université de Montréal  
750, boulevard Gouin Est  
Montréal (Québec) H2C 1A6*

HÖLLDOBLER, Bert & Edward O. WILSON, 1990.

**The Ants.** — Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 732 p., 458 figures, 41 tableaux et 24 planches couleurs, 31 × 26 cm. Couverture rigide, reliure toile, 65 \$ US.

La publication de ce magnifique volume constitue un événement en soi tant par la somme des connaissances qu'il synthétise que par sa présentation matérielle. Sa facture se caractérise par une grande taille et un poids de plus de trois kilogrammes, un nombre élevé de pages, un texte dense imprimé sur deux colonnes, 458 figures constituées de dessins, de graphiques et de nombreuses photomicrographies totalisant près de 1000 illustrations, 24 planches couleurs comprenant soit des reproductions de peintures ou des photographies. Les illustrations sont de grande qualité, sauf pour un petit nombre caractérisant les genres; seulement 25 % environ sont inédites. Un glossaire de 10 pages, une bibliographie de 64 pages comprenant plus de 2 600 titres, un index des auteurs et des sujets de 20 pages complètent le texte.

Il s'agit d'une véritable encyclopédie de la biologie générale de l'ensemble de la famille des Fourmis (Formicidés, Hyménoptères). Il faut remonter au volume classique de William M. Wheeler, publié en

1910, pour retrouver une telle synthèse. Quel chemin parcouru depuis dans la connaissance d'un groupe d'animaux qui jouent un rôle majeur, mais encore peu connu ou apprécié en général, dans la dynamique de la plupart des écosystèmes terrestres! Déjà en 1971, Wilson avait présenté une revue synthétique, mais limitée, du monde des fourmis dans son livre *The insect societies*. Depuis, les connaissances sur ces insectes sociaux ont connu un développement explosif sous tous les aspects. Malgré ces progrès, il faut bien constater que les connaissances sur la grande majorité des espèces demeurent encore très fragmentaires et incomplètes à bien des égards.

Le biologiste et le sociobiologiste, de même que toute autre personne intéressée, trouveront dans cet ouvrage monumental divisé en 19 chapitres, une matière vaste et diversifiée touchant l'identification au niveau des sous-familles et des genres, l'anatomie, la physiologie, l'éthologie, l'écologie, la sociologie et l'évolution de ces insectes. Mais la revue de chaque thème abordé n'est pas toujours exhaustive. De plus, plusieurs aspects de l'écologie générale, de la biogéographie et de la systématique apparaissent sous-développés par rapport à la biologie ou ne sont pas traités comme tels. D'ailleurs, le volume aurait pu s'intituler plus précisément «La biologie des fourmis». Néanmoins, on peut dire qu'il résume amplement les connaissances accumulées dans plusieurs milliers de publications (livres et articles) parues depuis un siècle.

Les deux premiers chapitres traitent de l'importance des fourmis dans la biosphère, de leur origine, de leur diversité actuelle et des causes de leur succès écologiques. L'abondance quantitative de leurs populations et de leurs activités s'avèrent impressionnantes et méconnues de la plupart des gens. La radiation adaptative qui allait permettre aux Formicidés de prendre une position dominante dans le monde des insectes prit place au début du Tertiaire, il y a environ 65 millions d'années. Le succès indiscutable des fourmis depuis plus de 50 millions d'années résiderait principalement dans le fait qu'elles constituent le premier groupe de prédateurs eusociaux (formant de véritables colonies) qui vivent et s'approvisionnent en premier lieu dans le sol et dans la végétation en décomposition. Dans ce contexte, la vie arboricole représenterait une adaptation secondaire de groupes minoritaires de fourmis (*Oecophylla*, *Pseudomyrmex*, *Nesomyrmex*, *Macrotermis*, etc.). Deux adaptations particulières ont favorisé l'expansion des fourmis. La première est l'apparition de glandes métapleurales qui sécrètent de l'acide phénylacétique, une substance fongicide et bactéricide; cette substance est d'une grande importance pour les fourmis étant donné que la grande majorité d'entre elles creusent des chambres et des tunnels dans le sol et la matière végétale en décomposition. La deuxième est l'allongement des mandibules et leur adaptation à des tâches générales ou spécialisées: capture des proies, découpage des feuilles, broyage des graines.

La famille compterait présentement 8 800 espèces vivantes réparties en 297 genres et 11 sous-familles, sans compter les éléments fossiles disparus. Les auteurs donnent une nouvelle phylogénie des sous-familles. Ils évaluent que la myrmécofaune mondiale actuelle comprendrait environ 350 genres et quelque 20 000 espèces. La plus grande richesse en espèces appartient aux milieux tropicaux, comme chez la plupart des groupes d'organismes. Ainsi, Wilson a pu collecter sur un seul arbre, en Amazonie péruvienne, 43 espèces différentes appartenant à 26 genres! Beaucoup d'espèces connues et inconnues sont menacées d'extinction par suite des ravages actuels sous ces latitudes.

Le deuxième chapitre offre des tables d'identification non illustrées des genres pour chacune des grandes régions biogéographiques du monde. Tous les genres actuels sont présentés dans les 58 pages suivantes, à l'exception de cinq présentés ailleurs dans l'ouvrage. Une relative uniformisation des dessins des vues latérales des ergates (= ouvrières), parfois de la vue dorsale de la tête ou de tout l'individu, permet de visualiser la grande variété des formes rencontrées chez les Formicidés. Par ailleurs, on peut s'interroger sur l'usage pratique de ces clés d'identification, étalées sur 50 pages d'un bouquin énorme et peu maniable, à côté d'une loupe stéréoscopique!

Les chapitres 3 à 14 traitent des aspects fondamentaux de l'organisation et du fonctionnement des sociétés de fourmis: dynamique de la colonie, polymorphisme, altruisme et polyéthisme, reconnaissance et sélection de parentèle, polygynie, microstructure, diversité et rôle des nombreuses glandes exocrines en particulier comme moyens de communication, d'échanges ou de défense (écologie chimique), homéostasie sociale, stratégies de survie, territorialité, relations entre espèces de fourmis (notamment de prédation et des formes diverses de parasitisme telles que dulotisme et xénobiose), relations symbiotiques avec d'autres espèces d'arthropodes et de plantes, et nombreux cas de commensalisme. Ensuite, les chapitres 15 à 19 brossent des tableaux captivants de fourmis au mode de vie spectaculaire: les terribles légionnaires (*Eciton*, *Dorylus*, etc.), espèces nomades qui ne construisent pas de nid, bien qu'une colonie puisse comprendre des millions d'individus, les champignonnistes (*Attini*) qui, pour se nourrir, cultivent des champignons sur un substrat végétal préparé à cette fin, les granivores (*Pogonomyrmex*, *Messor*, etc.) qui compétitionnent avec succès contre les Vertébrés, les tisserandes (*Oecophylla*) qui façonnent leur nid en reliant des feuilles d'arbre à l'aide de la soie sécrétée par leurs larves. Enfin, le dernier chapitre traite brièvement de la collecte, de la conservation, de l'élevage et de l'observation des fourmis.

Les auteurs, deux sommités dans l'étude du monde fascinant des fourmis, ont réussi dans ce traité non seulement à produire une synthèse essentielle des connaissances acquises pour les rendre plus immédiatement

accessibles, mais encore à réorganiser la myrmécologie sous une forme qui met en évidence ses bases biologiques. Du même coup, ils en font les parangons du monde des insectes comme ils le souhaitaient. Ils fournissent aussi des outils de base pour démarrer des projets de recherche sur une famille d'espèces, toutes sociales, qui représente le sommet de l'évolution chez les animaux invertébrés, comme c'est le cas des Primates pour les Vertébrés.

Sans aucun doute, il s'agit d'une pièce maîtresse qui restera fort probablement longtemps une référence incontournable et un modèle du genre.

André FRANCOEUR

*Université du Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1*

JACKSON, M., B. V. FORD-LLOYD & M. L. PARRY (ed.), 1990. **Climatic change and plant genetic resources**. — Belhaven Press / Pinter Publishers, London, U.K., xii + 190 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, reliure toile, £ 25.

Cet ouvrage est un recueil des communications présentées au Second Atelier International sur les Ressources Phylogénétiques tenu à l'université de Birmingham, les 17 et 18 avril 1989, auquel on a ajouté une introduction générale sur les ressources phylogénétiques et un résumé des discussions et des conclusions de l'atelier. De plus, un chapitre a été inclus sur les effets des changements climatiques dans les régions de la Méditerranée et du Proche-Orient, où plusieurs des espèces les plus importantes au monde, telles le blé, l'orge et plusieurs légumineuses, ont été domestiquées.

Le genre humain doit commencer dès maintenant à planifier pour faire face aux changements climatiques qui surviendront au cours des cinquante prochaines années, apportés par le réchauffement de la planète, parce que des effets majeurs sont à prévoir sur les environnements naturels et l'agriculture. Dans ce contexte, les participants de cet atelier insistent sur l'importance fondamentale que revêtent l'utilisation et la préservation des ressources phylogénétiques dans notre capacité à répondre aux nouveaux stress. Les thèmes développés lors de cet atelier couvrent différents aspects reliés aux changements climatiques et aux ressources phylogénétiques.

La perspective de changements climatiques causés par l'accroissement dans l'atmosphère des niveaux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), principal responsable de l'effet de serre, est devenue depuis quelques années une question environnementale mondiale de première importance. Les évaluations actuelles indiquent que des accroissements probables entre 1,5 et 5,5°C sont à prévoir dans la température moyenne du globe au cours du prochain siècle. Il existe cependant beaucoup d'incertitude concernant le moment et l'ampleur d'un tel

réchauffement. Toutefois, on note que même si ces conditions peuvent avoir un effet important sur la végétation, les modèles de simulation peuvent difficilement prédire avec confiance les changements critiques dans la pluviosité régionale, les sécheresses, l'évapotranspiration et l'humidité du sol. En se basant sur les relations entre le climat et la végétation, les auteurs se risquent timidement à prédire certains changements anticipés sur la productivité et l'utilisation de l'eau par les cultures, la colonisation de nouveaux milieux par les mauvaises herbes et possiblement l'extension dans l'aire d'adaptation de certaines plantes indigènes. Même s'ils signalent qu'aucune prédiction fiable ne peut être faite, parce que la progression de ces changements sera très irrégulière et dépendra d'événements pouvant se produire à l'occasion d'années anormalement chaudes, ils font une mise en garde contre un risque accru d'extinction de certaines espèces rares qui peuvent être affectées défavorablement par le réchauffement du climat.

Deux chapitres du livre sont consacrés aux effets anticipés sur l'agriculture. Les rendements des récoltes dépendront directement des réponses des plantes aux conditions environnementales, et indirectement des activités des ravageurs, maladies et mauvaises herbes qui seront aussi influencés par l'environnement. Dans un premier temps, les auteurs considèrent les zones tempérées de l'hémisphère nord, où la température plutôt que les précipitations jouera un rôle déterminant sur la production agricole. L'allongement de la saison de croissance sera un atout important qui risque cependant d'être contrebalancé par des contraintes d'humidité dues à une plus grande évapotranspiration. En conséquence, les rendements moyens peuvent ne pas différer beaucoup de ceux d'aujourd'hui. On accorde également une attention particulière aux zones arides. On signale que l'éventualité de changements climatiques met en doute la stabilité des cultures dans les milieux arides et tropicaux. Mais, parce qu'il n'y a pas de précédent et que les connaissances actuelles sont très limitées, plusieurs questions demeureront sans réponse jusqu'à ce qu'on ait une meilleure estimation de l'ampleur des changements des principaux facteurs climatiques et une meilleure compréhension des réponses des cultures à ces facteurs.

Plus l'avenir est incertain, plus il est important de planifier pour y faire face. C'est dans cette optique qu'on doit envisager la collection et la conservation des ressources phylogénétiques. Les implications des changements climatiques sur des stratégies de conservation sont bien établies et une série d'activités est présentée. Dans l'éventualité de changements climatiques importants qui risquent de modifier considérablement l'environnement et mettre en péril certaines espèces, il n'existe pas d'autre option que de les conserver *ex situ*, même si en pratique, cela n'est pas toujours applicable. Étant donné qu'il est impossible de prédire avec précision de quelle façon les changements climatiques vont affecter les récoltes, il est irréaliste d'espérer que les

sélectionneurs puissent, à ce moment-ci, envisager des changements dans leurs objectifs de sélection. On signale cependant l'importance de débiter dès maintenant des travaux pour caractériser les germoplasmes et identifier ceux qui seront les mieux adaptés aux conditions climatiques futures. La recherche pour détecter du matériel ayant une plus grande tolérance à la sécheresse, aux températures plus chaudes et à la salinité devrait être intensifiée.

Jusqu'à maintenant, on a accordé très peu de considération à l'importance des ressources phylogénétiques face au réchauffement de la planète. Loin d'y retrouver des solutions toutes faites, le lecteur de cet ouvrage sera davantage sensibilisé aux problèmes potentiels causés par les changements climatiques. Peu de raison motive l'achat personnel d'un tel volume, mais il constitue un très bon ouvrage de référence pour ceux qui s'intéressent à l'un ou l'autre aspect de la question. J'en recommande la lecture.

Réal MICHAUD

*Station de Recherches, Agriculture Canada*  
2560, rue Hochelaga  
Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3

LÜNING, Klaus, 1990. **Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology.**

Translated from German and revised by K. Lüning, and edited by Charles Yarish and Hugh Kirkman. — John Wiley & Sons Inc., xiii + 527 p., 16 × 24 cm. Couverture rigide, relié, 89.95\$US.

En 1985, Klaus Lüning nous proposait *Meeresbotanik: Verbreitung, Ökophysiologie und Nutzung der marinen Makroalgen*, un volume remarquable. Les fortes pressions de la part de nombreux collègues phycologues, dont je fus, ou écologistes marins, moins familiers avec la langue allemande, ne sont certainement pas étrangères à la parution aujourd'hui d'une traduction par ailleurs considérablement augmentée.

Ce travail comprend essentiellement deux parties, l'une portant sur la répartition des algues marines benthiques, l'autre sur leur écophysiologie. Ces deux parties sont toutefois d'importance et d'impact très différents, les aspects biogéographiques, près de 70 % du contenu, justifiant à eux seuls la parution de ce volume.

Après une brève introduction, relativement classique, portant sur la distribution verticale des algues benthiques, de même que sur l'utilisation de la température comme élément permettant de déterminer les limites de distribution des espèces, l'auteur nous plonge immédiatement, pour les 250 pages suivantes, dans l'objet premier de ce travail, soit les aspects écologiques et biogéographiques de ce type de végétation.

Ces aspects sont traités dans quatre grands chapitres, eux-mêmes subdivisés: les régions tempérées

chaudes et froides de l'hémisphère nord, l'Arctique, les régions tropicales, et les régions polaires de l'hémisphère sud. Dans chacun de ces chapitres, beaucoup plus toutefois dans le premier, l'auteur nous informe d'abord sur les événements paléobiogéographiques qui ont conduit à la composition de la végétation actuelle. Ensuite, pour chacune des subdivisions adoptées, les différents facteurs influençant les distributions observées sont invoqués et une foule de renseignements sont fournis, tous plus pertinents les uns que les autres. Le premier chapitre, sur l'hémisphère nord, est nettement plus documenté que les autres, le nombre de chercheurs y ayant œuvré étant nettement plus élevé. Les aspects biogéographiques soulèvent indiscutablement le plus d'intérêt et apportent le plus d'information originale et de qualité.

La deuxième partie, beaucoup plus brève (83 pages) porte sur l'écophysiologie des algues benthiques et se présente en deux volets, soit l'influence des facteurs abiotiques et biotiques chez les algues benthiques. Le premier discute de la lumière, de la température, de la salinité, des sels nutritifs et du mouvement de l'eau. Encore là, il existe un certain déséquilibre puisque le facteur lumière couvre à lui seul la moitié du chapitre. On doit toutefois reconnaître que l'auteur, de par la nature de ses travaux antérieurs, est en très bonne position pour traiter avec compétence de cet aspect. Les facteurs biotiques toutefois sont quelque peu laissés pour compte, puisque seulement une dizaine de pages leur sont consacrées, aussi peu qu'aux stratégies de croissance et à la productivité de ce type de végétation. Les six dernières pages, qui traitent de l'utilisation des algues, auraient pu être retirées sans entacher la valeur du volume.

Ce traité de biogéographie des algues benthiques marines est d'une grande qualité et cette version anglaise sera sûrement très précieuse tant pour les chercheurs que pour les étudiants. Ils y trouveront une analyse de grande valeur et une bibliographie de plus de 2 000 titres. Il faut aussi souligner qu'il ne s'agit pas d'une simple traduction; en effet, beaucoup de documentation a été ajoutée à l'édition originale, particulièrement en paléocéanographie. Plus de 500 nouvelles références bibliographiques ont été exploitées, ce qui démontre que l'auteur ne s'est pas laissé aller à la tâche relativement simple d'une traduction, pour laquelle il fut assisté de Hugh Kirkman et Charles Yarish. C'est d'ailleurs à ce dernier que l'on doit semble-t-il le coup de pouce final qui a convaincu Klaus Lüning à faire publier ce travail. Un volume que toute bibliothèque spécialisée dans le domaine marin, qu'elle soit personnelle ou institutionnelle, se doit d'acquérir.

André CARDINAL

GIROQ

Département de biologie

Université Laval

Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

NORTON, Bryan G., 1990. **Why preserve natural variety?** — Princeton University Press, Princeton, New Jersey, xiii + 281 p., 13,5 × 21,5 cm. Couverture souple, 13,95\$US.

Norton, professeur de philosophie au *Georgian Institute of Technology*, poursuit dans ce livre la réflexion amorcée dans son anthologie *The Preservation of species* (Princeton University Press, 1986), en visant trois buts: analyser les différents arguments pouvant être invoqués pour justifier la préservation des espèces; évaluer la pertinence d'une législation comme le *U.S. Endangered Species Act* de 1973 dans une perspective globale de conservation de la biodiversité; discuter des choix d'intervention à la lumière de cette analyse.

L'auteur propose en premier lieu une classification des valeurs associées à la conservation des espèces selon un modèle trichotomique: les valeurs de demande, les valeurs intrinsèques et les valeurs de transformation. Il démontre que même les arguments scientifiques sont basés sur un jugement de valeur et peuvent donc se rattacher à son modèle. Les quatre parties qui composent le reste de l'ouvrage sont consacrées à une discussion approfondie de chaque catégorie de valeur, ainsi qu'aux choix d'intervention en matière de conservation.

Les valeurs de demande peuvent être subdivisées en valeurs d'usage actuel, d'usage potentiel prévisible (*option*), d'usage potentiel encore non connu (*quasi option*) et existentielles. Parce qu'elles ne se définissent pas en terme d'usage, les dernières ne devraient pas être considérées parmi les valeurs de demande selon l'auteur. Il met en évidence la difficulté, voire l'impossibilité de chiffrer la valeur exacte d'une espèce, d'un écosystème ou d'un site utilisé pour la récréation, particulièrement lorsqu'il s'agit d'usage potentiel. À l'analyse économique coûts-bénéfices, souvent appliquée pour rendre compte de ce type de valeurs, Norton préfère l'approche de «la norme minimale sécuritaire» (*safe minimum standard*) qui accorde une valeur importante à chaque espèce et qui suppose que toute extinction devrait être évitée à moins que le coût social en jeu soit trop important. Cette position se justifie par le fait que la disparition d'une seule espèce peut engendrer une cascade d'extinctions, étant donné l'interdépendance entre les vivants. Pour Norton, il est dangereux d'avancer que toutes les espèces ont un usage potentiel, l'usage étant lui-même une cause de disparition de certaines espèces. Par ailleurs, des sujets fort intéressants sont abordés dans cette partie, tels l'impact des monocultures, de l'aménagement et du morcellement des écosystèmes sur leur capacité de régénération, le lien entre la productivité du milieu et sa diversité, les facteurs qui augmentent la probabilité d'extinction.

L'attribution d'une valeur intrinsèque aux espèces ne peut être envisagée que d'un point de vue non-anthropocentrique et n'est pas quantifiable. Rejetant

dans un premier temps la thèse anthropocentrique de l'assujettissement de la nature à l'homme, Norton examine par la suite les différents arguments avancés pour assigner une valeur intrinsèque aux espèces individuelles et aux écosystèmes. Il conclut qu'il est plus facile d'expliquer que de justifier la reconnaissance de ce type de valeur, et que le développement d'une argumentation cohérente et convaincante soutenant la conservation de la biodiversité sur cette base reste à faire.

Les valeurs de transformation, présentées en troisième partie, font référence au développement de valeurs d'ordre esthétique ou spirituel au contact de la nature, aux dépens d'une vision matérialiste des choses. Les composantes naturelles peuvent être vues comme une partie intégrante de l'héritage culturel d'une société, un argument majeur pour leur conservation. L'auteur rejette la nécessité de faire référence à l'une ou l'autre des deux premières catégories de valeurs (espèces économiques versus non-économiques); les valeurs de transformation suffisent pour justifier la préoccupation du maintien de la biodiversité, permettant en même temps de rapprocher les préservationnistes qui font la promotion d'une exploitation soutenable des ressources naturelles, des conservationnistes qui défendent l'intégrité des milieux naturels.

La discussion sur les choix d'intervention, par son importance, est sans doute la partie qui intéressera davantage le lecteur. Norton y fait état des difficultés que pose l'établissement d'un système de priorisation cohérent pour la conservation des espèces. L'approche espèce par espèce lui paraît aberrante dans un contexte où celles-ci et leurs habitats disparaissent à un rythme accéléré et où les ressources sont insuffisantes pour l'ampleur de la tâche à accomplir. Une concentration des efforts de protection à l'échelle de l'habitat et de l'écosystème est selon lui beaucoup plus appropriée. Elle permet de tenir compte de la biodiversité totale, intéressant concept développé dans la première partie du livre. La biodiversité totale englobe la diversité propre à un écosystème (*within-habitat*) et la diversité inter-habitats (*cross-habitat*) représentée par le degré d'hétérogénéité entre les divers habitats et écosystèmes d'un territoire.

Plusieurs idées développées dans *Why preserve natural variety?* ne sont pas nouvelles, mais elles sont discutées dans un cadre de réflexion cohérent et original qui permet de mieux appréhender la problématique de la conservation de la biodiversité. Le texte est bien structuré, des exemples simples illustrent les concepts et les objections pouvant être soulevées sont discutées. Les références sont nombreuses et un index est présenté à la fin, ce qui facilite la consultation.

Comme le souligne l'auteur, ce livre ne fait pas l'analyse de diverses méthodologies de conservation, et il ouvre la voie à des discussions ultérieures sur les concepts présentés, par exemple, la nature des valeurs

de transformation, leur rôle dans l'argumentation sur la conservation et leur relation avec la catégorie de valeur intrinsèque. Il est évident également que les positions adoptées par Norton sont sujettes à polémique. Cela dit, il s'agit d'une contribution majeure à la réflexion sur la conservation de la biodiversité et je n'hésite pas à recommander ce livre même aux non-spécialistes, ne serait-ce qu'à titre de sensibilisation à un enjeu capital pour notre avenir à tous.

Gildo LAVOIE

*Direction de la conservation et du patrimoine écologique*  
Ministère de l'Environnement  
Sainte-Foy (Québec) G1V 4H2

PIELOU, E. C., 1991. **After the Ice Age. The return of life to glaciated North America.** — University of Chicago Press, Chicago, ix + 366 p., 15,5 × 24 cm. Couverture rigide, reliure toile, 24,95 \$US.

E. C. Pielou, one of Canada's most distinguished plant ecologists, has added this superb, semi-popular book to her list of more formal, advanced, and highly successful texts. Although not a paleoecologist by profession, she has mastered and synthesized a large volume of literature spanning the full range of disciplines in the Quaternary sciences — prehistory, paleontology, geology, and animal and plant paleoecology — into a concise, highly readable and effectively illustrated book that will appeal to a wide range of readers, professional and non-professional alike. With characteristic clarity and commonsense, she has presented the several contentious issues of current interest, heightened by the global warming threat, in an effective style that has so far eluded those professional paleoecologists who have ventured into the semi-popular format.

The text is relatively short, about 300 pages of which almost half carry black and white drawings and maps from the author's pen. The writing is non-technical, crisp and clear. The fourteen chapters are grouped in five parts, the first being an account of some necessary preliminary information on such topics as dating methods, fossil evidence, and problems of interpretation. The remaining four parts follow a chronological plan, from "The Time of Maximum Ice", "The Melting of the Ice", "The Pleistocene/Holocene Transition", to "Our Present Epoch, The Holocene".

Within each part, the major pertinent topics of paleoecological interest are presented and discussed in simple terms, often concluding with brief but penetrating comments and conclusions from the author. The reader is guided through the fascinating and rich story of how the immense continent of North America, after being almost completely covered by ice at the time of the latest glaciation, was reoccupied by plants and animals. In the course of this engrossing exposition, the

reader is introduced to the several "great debates" that have ebbed and flowed through recent literature in Quaternary science. Did the ice-free corridor between the continental and the montane ice masses play a role in the entry of humans to North America? What ecosystems could have supported the large mammal populations of Beringia? Has the reinvading vegetation been in equilibrium with the changing climate throughout the Pleistocene and Holocene? How did the arctic treeline respond to Holocene warming and more recent climatic changes? How do we explain the massive extinctions of mammals that occurred at the termination of the Pleistocene?

Each chapter has its own list of literature sources, signalled in the text by an unobtrusive arabic numeral. An effective index is complemented by alphabetical lists of the Latin and English names of all organisms referred to in the text, as two Appendixes. The excellent writing style and abundant, attractive, simple illustrations, ensure that the book can be read easily by anyone with an interest, professional or otherwise, in the natural history of North America. As one of the professionals who has been involved with some of the questions examined, I found the book wonderfully refreshing, stimulating and admirable.

The book ends with a brief Epilogue, tantalisingly short, as it centres on the notion that "One thing seems certain: the world will eventually resume its orderly development after our species goes extinct". Perhaps Dr. Pielou's next book will develop this theme to help bring about "the much needed change in popular thought" that she refers to on page 101, where she comments briefly on the "mystically satisfying dogma" of many non professional ecologists and activists, that there is a finely tuned balance between ecosystems and their environment. Instead, she points out, that "climatic change is never ending" and disequilibrium between ecosystems and climate is the rule, not the exception.

Inevitably, a professional reviewer of a semi-popular book will find a few points to quibble about! Although the text was completed, apparently, early in 1990, no literature later than 1987 is referred to, and while in general this is not serious, several issues have been significantly clarified by papers that appeared between 1987 and 1990, casting important new light on such "great debates" as the ice-free corridor, and the age of Beringian mammalian fossils and putative artefacts. More serious in my opinion, is the almost complete omission of any reference to the immense body of literature from Québec, and while of course a book of this genre will not in any way have a comprehensive bibliography, some of the interesting questions raised and left as unanswered have in fact been resolved by our colleagues in French-Canada. For example, on page 303 we are left with the impression that treeline responses to late-Holocene climatic change to the east of Hudson's Bay are poorly known and have "not been satisfactorily explained". In fact several important papers by Professor Serge Payette's group at Laval University deal with the question. None of this treeline research, by far the most effective in the northern hemisphere, is referred to, nor the massive and definitive contributions of Professor Pierre Richard of the University of Montréal to the distinctive aspects of Québec paleoecology, 'after the Ice Age'.

However, my predominant impression is very positive. I recommend this book with enthusiasm and admiration, to anyone with an interest in Natural History.

J. C. RITCHIE

*Scaborough College  
1265, Military Trail,  
West Hill (Ontario) M1C 1A4*





## Ouvrages reçus

- BOUCHARD, A., S. HAY, L. BROUILLET, M. JEAN & I. SAUCIER, 1991. **The rare vascular plants of the island of Newfoundland / Les plantes vasculaires rares de l'île de Terre-Neuve.** — Musée canadien de la Nature, Ottawa, Syllogeus n° 65, 145 p., 21,5 × 28 cm. Couverture souple, 7,95\$CAN.
- CALVET, R. (éd.), 1990. **Nitrates-Agriculture-Eau.** — Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Versailles, France, 576 p., 17 × 25 cm. 250 FF.
- CLUTTON-BROCK, T. H., 1991. **The evolution of parental care.** — Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 352 p., 15,5 × 23,5 cm. Couverture souple, 19,95\$US; couverture rigide, 49,50\$US.
- DAY, R. & P. M. CATLING, 1991. **The rare vascular plants of Prince Edward Island.** — Musée canadien de la Nature, Ottawa, Syllogeus n° 67, 65 p., 21,5 × 28 cm. Couverture souple, broché, 4,95\$CAN.
- FLEMMING, N. C. & M. D. MAX (ed.), 1990. **Scientific diving: A general code of practice.** — Presses de l'UNESCO, Paris, 254 p., 21,5 × 28,5 cm. Couverture souple, 125 FF.
- GÉHU, J.-M. (éd.), 1991. **Colloques phytosociologiques XVII. Phytosociologie et paysage.** — J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 519 p., 15 × 23 cm. Couverture rigide, reliure toile, prix non indiqué.
- GODIN, G., 1988. **Tides.** — Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada Baja California, Mexico, 290 p., 18 × 25,5 cm. Couverture souple, 25\$US.
- JEFFERSON, G. T., 1991. **A catalogue of late Quaternary vertebrates from California: Part two, Mammals.** — Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, Technical report no. 7, 129 p., 21,5 × 28 cm. Couverture souple, prix non indiqué.
- KOWALSKI, K. & B. RZEBIK-KOWALSKI, 1991. **Mammals of Algeria.** — Polish Academy of Sciences, Institute of Systematics and Evolution of Animals, Krakow, and Ossolineum Publishing House, Wroclaw, Poland, 370 p., 17 × 24 cm. Couverture souple, relié, prix non indiqué.
- MAISEY, J. G. (ed.), 1991. **Santana fossils. An illustrated atlas.** — American Museum of Natural History, New York, 459 p., 24 × 31,5 cm. Couverture rigide, reliure carton, prix non indiqué.
- McKINNEY, F. K. & J. B. C. JACKSON, 1991. **Bryozoan evolution.** — University of Chicago Press, Chicago, xii + 238 p., 15,5 × 23,5 cm. Couverture souple, 15,95\$US.
- REAL, L. A. & J. H. BROWN, 1991. **Foundations of ecology. Classic papers with commentaries.** — University of Chicago Press, Chicago. xiv + 904 p., 17,5 × 24 cm. Couverture souple, 27,50\$US; couverture rigide, 70\$US.
- ROBBINS, S. D., Jr., 1991. **Wisconsin birdlife. Population & distribution. Past & present.** — University of Wisconsin Press, xvii + 702 p., 22,5 × 29 cm. Couverture rigide, reliure toile, 75\$US.

## Nouveaux périodiques

### GENUS. INTERNATIONAL JOURNAL OF INVERTEBRATE TAXONOMY

Trimestriel publié par la *Polish Taxonomical Society*, destiné aux articles sur la taxonomie des invertébrés. Il contient des révisions taxonomiques de certains groupes, des descriptions de nouveaux taxons, des synthèses zoogéographiques et des articles plus théoriques en taxonomie. Abonnements: 20\$US (individuel), 30\$US (institutions). Adresse: Biologica Silesiae, ul. Partyzantow 19/3, 51-672 Wroclaw, Pologne. Rédacteur: Lech Borowiec, Zoological Institute, Wroclaw University, ul. Sienkiewicza 21, 50-335 Wroclaw, Pologne.

### BULLETIN CANADIEN DE LA BIODIVERSITÉ

Trimestriel, publié par le Centre canadien de biodiversité. Disponible en édition anglaise ou française. Le Bulletin publie des articles touchant la biodiversité, la biosystématique, la diversité génétique, ainsi que les aspects biotechnologiques de la biodiversité. Abonnements: 15\$CAN (individuel), 30\$ (institutions). Adresse: Centre canadien de biodiversité, Musée canadien de la Nature, C.P. 3443, Succursale D, Ottawa (Ontario) K1P 6P4.



- PIÉRARD, J. — *Owls, caves and fossils*  
(P. Andrews, 1991)
- GRATTON, L. — *Biological habitat reconstruction*  
(G. P. Buckley, ed., 1989)
- PAQUETTE, D. — *How monkeys see the world*  
(D. Cheney & R. M. Seyfarth, 1990)
- FRANCOEUR, A. — *The ants*  
(B. Hölldobler & E. O. Wilson, 1990)
- MICHAUD, R. — *Climatic change and plant genetic resources*  
(M. Jackson, B. V. Ford-Lloyd & M. L. Parry, ed., 1990)
- CARDINAL, A. — *Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology*  
(K. Lüning, 1990)
- LAVOIE, G. — *Why preserve natural variety?*  
(B. G. Norton, 1990)
- RITCHIE, J. C. — *After the Ice Age. The return of life to glaciated North America*  
(E. C. Pielou, 1991)

## OUVRAGES REÇUS

143

**Numéros thématiques / Special Issues**

**Les forêts décidues de l'hémisphère nord /**  
*Deciduous forests of the northern hemisphere*  
1977 - vol. 104, n° 1/2, 186 pages, 15 \$.

**L'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent /**  
*Oceanography of the St. Lawrence Estuary*  
1979 - vol. 106, n° 1, 276 pages, 12 \$.

**Recherches sur la baie d'Hudson et la baie James /**  
*Scientific studies of Hudson and James bays*  
1982 - vol. 109, n° 3 & 4, 725 pages, 28 \$ pour les deux volumes.

**Estuaire du Saint-Laurent: processus océanographiques et écologiques.**  
*St. Lawrence Estuary: oceanographic and ecological processes*  
1985 - vol. 112, n° 1, 161 pages, 15 \$.

**Études biologiques du comportement / Biological studies of behavior**  
1986 - vol. 113, n° 3, 69 pages, 15 \$.

**Limnologie fondamentale et effets anthropogéniques**  
**(précipitations acides et réservoirs) /**  
*Basic limnology and anthropogenic effects (acid rain and reservoirs)*  
1987 - vol. 114, n° 3, 189 pages, 18 \$.

**Choix de travaux présentés à la 2<sup>e</sup> Conférence internationale des**  
**entomologistes d'expression française /**  
*Selected papers of the 2nd international conference*  
*of French-speaking entomologists*  
1988 - vol. 115, n° 3/4, 186 pages, 20 \$.

Expédiez votre chèque ou mandat à: / *Send your cheque or money order to:*

(Au Canada, ajoutez la T.P.S. / *In Canada, add G.S.T.*)

Le Naturaliste canadien (Revue d'écologie et de systématique)  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Québec G1K 7P4  
Canada

CAYOUILLE, Jacques

*Taxonomic studies of maritime species of Carex section Phacocystis (Cyperaceae). I. New names for three hybrids*  
61-72

POULIN, M., L. BÉRARD-TERRIAULT, A. CARDINAL  
& P.B. HAMILTON

*Les diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec.*  
9. Bacillariaceae  
73-101

VIT, Stanislav

*Révision des espèces néotropicales du genre Eucinetus Germar (Coleoptera: Eucinetidae)*  
103-122

HAROLD, Antony S. & Donald S. CLARK

*First record of the subtropical lightfish Ichthyococcus ovatus (Photichthyidae) from the Canadian Atlantic region and its biogeographic significance*  
123-126

GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY  
*Nouvelles stations d'Arnica lanceolata Nutt. et d'A. chamissonis Less. au Québec: notes cytologiques et écologiques*  
127-131

(Suite au verso)

(Continued inside back cover)

Centre de documentation du MER

QFO



QER A 004 250

92 02 1 0

Volume 117  
Numéro 2  
1990



# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 117  
Numéro 3  
1990

RUITE BRO  
Salmo trutta Linné



oeil de grandeur modérée, 16 à 18% de l  
neur de la tête chez les adultes; m  
long que le diamètre de l'oeil  
longue terminale, grande, jus  
vers l'arrière chez  
même chez



# NAT

Université Laval Québec

# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

## RÉDACTEUR

PIERRE MORISSET

## RÉDACTEURS ADJOINTS

CYRILLE BARRETTE

PIERRE BELLEFLEUR

EDWIN BOURGET

CONRAD CLOUTIER

GILLES LEROUX

## ADJOINTE

LUCE DUMONT

## COMITÉ DE RÉDACTION

DENIS BARABÉ, *Jardin botanique de la ville de Montréal*

BERNARD BERNIER, *Département des sciences forestières, Université Laval*

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

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

JEAN-MARC DESCHÊNES, *Centre de recherches phytotechniques, Agriculture Canada, Lennoxville*

ROBERT GAUTHIER, *Herbier Louis-Marie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval*

PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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 (Revue d'écologie et de systématique) est placé sous la responsabilité des doyens de trois facultés de l'Université Laval: Faculté des sciences et de génie, Faculté de foresterie et de géomatique et Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Il est publié grâce à des subventions du Fonds F.C.A.R. du Québec pour l'aide et le soutien à la recherche et du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Toute demande concernant les droits de reproduction doit être soumise à: L'Administrateur, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4. Téléphone (418)-656-3188, télécopieur (418)-656-2346.

Toute correspondance touchant les abonnements doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec, G1K 7P4. L'abonnement annuel est de \$ 19 (personnel), \$ 21 (personnel, hors Canada) et \$ 38 (collectif, multi-user). Les étudiants peuvent profiter d'un tarif réduit. Les prix des numéros antérieurs sont disponibles sur demande. Les abonnés canadiens doivent ajouter la T.P.S.

ISSN 0028-0798

Répertorié dans Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Asher's  
Guide to Botanical Periodicals, Point de repère  
et Canadian Periodical Index.

Courrier de deuxième classe — Enregistrement n° 1768

Dépôt légal — Deuxième trimestre 1992. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa



LE NATURALISTE CANADIEN est imprimé sur du papier recyclé

## Additions aux Agaricales du Québec

Y. LAMOUREUX et P. NEUMANN

Département de sciences biologiques  
Université de Montréal  
Case postale 6128, succursale A  
Montréal (Québec) H3C 3J7

### Résumé

À partir de récoltes récentes effectuées dans la région de Montréal, 13 espèces d'Agaricales (Basidiomycètes) sont ajoutées à la flore mycologique du Québec: *Amanita magnivelaris* Peck, *Coprinus angulatus* Peck, *Psathyrella subamara* A. H. Smith, *Cortinarius incognitus* Ammirati & Smith, *Leptonia rosea* Longyear var. *marginata* Largent, *Hygrophorus perplexus* Smith & Hesler, *Pholiota prolixa* Smith & Hesler, *Pholiota subsulphurea* Smith & Hesler, *Psilocybe semilanceata* (Fr.) Kum., *Tricholoma acre* Peck, *Tricholomopsis sulfureoides* (Peck) Singer var. *sulfureoides* A. H. Smith, *Pluteus pallidus* Homola et *P. thomsonii* (Berk. & Br.) Dennis. Pour chacune de ces espèces, les auteurs présentent une description et une photographie, et discutent des confusions possibles avec les espèces apparentées.

### Abstract

Thirteen species of Agaricales (Basidiomycetes) are added to the mycological flora of Québec following recent collections in the Montréal region, namely: *Amanita magnivelaris* Peck, *Coprinus angulatus* Peck, *Psathyrella subamara* A. H. Smith, *Cortinarius incognitus* Ammirati & Smith, *Leptonia rosea* Longyear var. *marginata* Largent, *Hygrophorus perplexus* Smith & Hesler, *Pholiota prolixa* Smith & Hesler, *Pholiota subsulphurea* Smith & Hesler, *Psilocybe semilanceata* (Fr.) Kum., *Tricholoma acre* Peck, *Tricholomopsis sulfureoides* (Peck) Singer var. *sulfureoides* A. H. Smith, *Pluteus pallidus* Homola and *P. thomsonii* (Berk. & Br.) Dennis. For each of these taxa, a description and a photograph are presented, and possible confusions with similar species are outlined.

### Introduction

Pomerleau (1980) décrit plus de 1400 espèces de champignons supérieurs dans sa «Flore des Champignons au Québec». La parution de ce livre a permis une évaluation de la composition de la flore mycologique des différents types d'habitats du Québec. Inspirés par cet ouvrage, les mycologues, tant amateurs que professionnels, ont porté une attention particulière aux espèces rares ou encore non répertoriées au Québec. Ainsi, après consultation des données relatives aux récoltes réalisées au Québec et déposées à l'Herbier national de mycologie du Canada, et à partir de récoltes personnelles, McNeil (1983)

ajoute quelque 150 espèces à la flore mycologique du Québec. Faisant suite en partie à ce travail, Pomerleau (1984) décrit plus de 220 espèces dans son «Supplément à la Flore des Champignons au Québec». Depuis cette date, la présence de quelques autres espèces a été signalée au Québec (Bérubé & Dessureault, 1988, 1989; Huhtinen, 1987; Hutchison *et al.*, 1988; Redhead, 1984, 1985, 1988, 1989a, 1989b; Redhead & Cauchon, 1989; Redhead *et al.*, 1987; Villeneuve *et al.*, 1989).

L'objectif de cet article est de faire état de la présence de quelques espèces de macromycètes non incluses dans les ouvrages de Pomerleau

(1980, 1984) ou dont la présence au Québec n'était pas certaine jusqu'à ce jour.

### Présentation des espèces

Les espèces sont présentées par ordre alphabétique des familles, des genres et des espèces. Pour chacune d'elles, nous présentons une description des caractères macroscopiques faite à partir de spécimens frais et une photographie. L'observation des caractères microscopiques a été faite dans le réactif de Melzer ou dans le KOH 5 %, sur le matériel frais ou après dessiccation. Nous indiquons à la suite de la description les collections étudiées, incluant le nom des localités où l'espèce a été récoltée, la date de récolte de la collection, l'habitat et son numéro d'herbier. Nous résumons ensuite les caractères distinctifs de l'espèce et présentons une discussion sur les risques de confusion avec les espèces apparentées.

Les symboles LAM et CMM qui suivent les numéros des collections signifient que celles-ci ont été déposées respectivement dans l'herbier de Y. Lamoureux ou dans celui du Cercle des mycologues de Montréal. Un ou plusieurs spécimens de chaque espèce présentée ont été déposés à l'Herbier national de mycologie du Canada (Centre de recherches biosystématiques, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario). La collection dont un échantillon a été déposé à l'Herbier national est suivie du symbole DAOM (Department Agriculture Ottawa Mycology) et de son numéro d'herbier. Toutes les collections ont été déterminées par Y. Lamoureux et l'identification des spécimens déposés à l'Herbier national a été confirmée par S. A. Redhead du Centre de recherches biosystématiques (Agriculture Canada, Ottawa).

### AMANITACÉES

*Amanita magnivelaris* Peck, Ann. Rep. N.Y. State Mus., 50: 96. 1898.  
(Fig. 1).

*Pileus* de 100-130 mm de diamètre; convexe, puis s'étalant avec l'âge, avec un gros mamelon bas et obtus à maturité, à marge régulière et non striée; viscidule, glabre et lisse, sans restes du voile universel; blanc au début, au centre jaunissant un peu avec l'âge. *Chair* blanche; à odeur faible devenant un peu nauséuse à la fin, à saveur nulle. *Lamelles* libres; serrées; de largeur moyenne; blanches; concolores et finement flo-

conneuses à l'arête; à nombreuses lamellules, graduellement atténuées, parfois tronquées près du stipe. *Stipe* de 119-166 mm de longueur et de 12-23 mm de largeur à l'apex; assez égal, parfois un peu évasé dans le haut, s'élargissant lentement vers le bas, terminé par un bulbe marginé, obconique-arrondi; sec, un peu floconneux-fibrilleux, presque méchuleux dans la partie supérieure; blanc, jaunissant un peu avec l'âge ou au froissement. *Anneau* supérieur; ample; pendant; striolé sur le dessus; blanc à crème, jaunissant un peu à la marge avec l'âge. *Voile universel* membraneux; formant une coupe irrégulière à la base du stipe, libre dans la partie supérieure et soudée au bulbe dans la partie inférieure. *Sporée* blanche.

*Basidiospores* 8-12 × 5,5-8 µm, elliptiques, lisses, hyalines, amyloïdes. *Basides* 35-40 × 11-15 µm. *Cellules stériles* à l'arête des lamelles, 25-35 × 11-17 µm, vésiculeuses. *Hyphe*s non bouclées.

*Réaction macrochimique*: KOH 10 %, jaune doré sur tous les tissus.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. St-Joseph-du-Lac, 87-07-23, sous *Tsuga*, *Fagus* et *Betula*, *Lamoureux* 335 (LAM), (DAOM 211920). Longueuil, 90-07-19, sous *Quercus* et *Acer*, *Lamoureux* 1011 (CMM); et 90-08-15, au même endroit, *Lamoureux* 1117 (CMM).

*A. magnivelaris* fait partie du groupe d'*A. verna* (Bull. per Fr.) Roques dont les espèces sont caractérisées par des basidiomes entièrement blancs, une volve membraneuse, un anneau persistant sur le stipe et des basidiospores ellipsoïdes. Il se différencie d'*A. verna*, une espèce cosmopolite répertoriée sur la côte est des États-Unis, par sa réaction jaune doré à la potasse (Singer, 1946). Selon Jenkins (1986), le groupe d'*A. verna* comprend plusieurs espèces nord-américaines très semblables macroscopiquement et microscopiquement, dont *A. pseudoverna* Murrill, *A. verniformis* Murrill, *A. parviformis* Murrill, *A. gwyniana* Coker, *A. elliptosperma* Atkinson, *A. ocreata* Peck et *A. magnivelaris*. Parmi ces espèces, la réaction des tissus au KOH n'est connue que pour *A. verna* (-), *A. ocreata* (+) et *A. magnivelaris* (+). *A. ocreata*, signalé en Californie (Ammirati *et al.*, 1986), diffère d'*A. verna* par son pileus ocré et ses basidiospores moins allongées. Singer (1946) mentionne que *A. magnivelaris* est plutôt commun dans l'est des États-Unis, du nord de la Floride jusqu'en



Nouvelle-Angleterre, où il croît de juin à septembre. Nos collections constituent la première mention de cette espèce au Canada. Des récoltes des autres espèces du groupe, sur lesquelles la réaction des tissus au KOH pourrait être testée,

sont indispensables afin de clarifier la synonymie des autres taxons et de permettre une évaluation plus adéquate de la distribution de chacune des espèces du groupe.

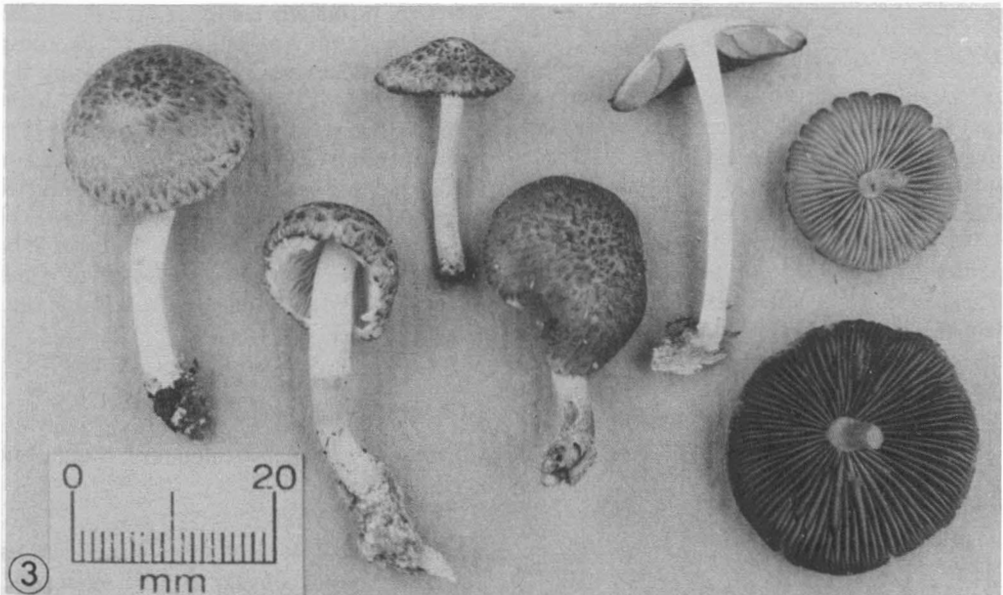
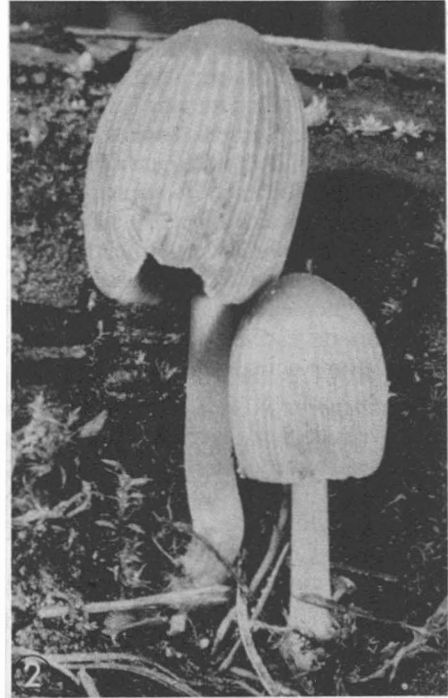
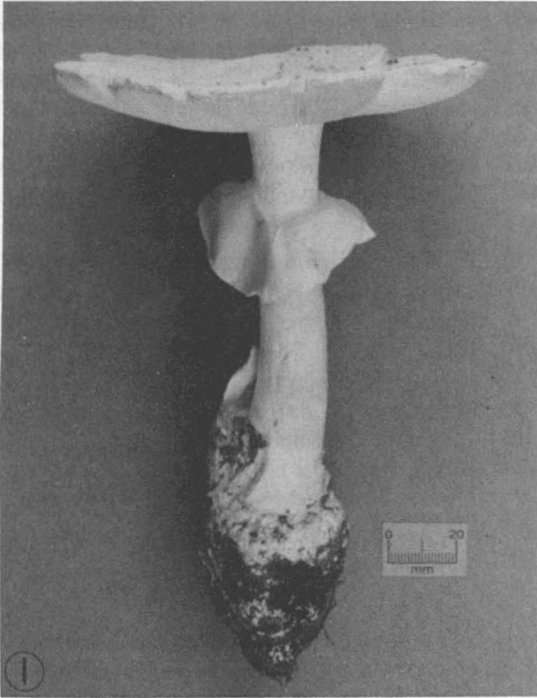


Figure 1. *Amanita magnivelaris* (Lamoureux 1011). — Figure 2. *Coprinus angulatus* (Lamoureux 269). — Figure 3. *Psathyrella subamara* (Lamoureux 572).

## COPRINACÉES

*Coprinus angulatus* Peck, Ann. Rep. N.Y. State Mus., 26: 60. 1874.  
(Fig. 2).

*Pileus* de 12-17 mm de diamètre et de 16-23 mm de hauteur; ovoïde, puis s'étalant avec l'âge, à marge profondément sillonnée jusqu'à environ  $\frac{3}{4}$  du rayon; sec, nu et lisse; brun assez foncé au début, pâlisant vers l'ocre avec l'âge. *Chair* très mince et fragile; concolore au chapeau ou plus pâle; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* libres; serrées; de largeur moyenne; crème, noircissant avec l'âge; restant crème à l'arête jusqu'à la liquéfaction. *Stipe* de 29-45 mm de longueur et de 2-3 mm de largeur à l'apex; assez égal, s'élargissant vaguement vers le bas; sec, finement floconneux-pubescent; crème. *Voile universel* absent. *Sporée* noire.

*Basidiospores* 8-11  $\times$  7-9  $\mu\text{m}$ , en forme de trapèze vues de face, ovoïdes-allongées vues de côté, lisses, brun foncé dans le KOH. *Basides* 22-35  $\times$  8-10  $\mu\text{m}$ . *Pleurocystides* 75-92  $\times$  25-58  $\mu\text{m}$ , cylindriques et amincies vers le haut ou ventruées. *Cheilocystides* fusiformes à ventruées, plus courtes. *Pilocystides* 55-95  $\times$  12-18  $\mu\text{m}$ , fusiformes-allongées, à paroi souvent épaissie dans la partie inférieure. *Hyphe*s bouclées.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Mirabel, 87-05-17, sur une charbonnière, *Lamoureux* 269 (LAM), (DAOM 211910).

*C. angulatus* est bien caractérisé par son habitat sur le bois brûlé et par la forme de ses basidiospores. *C. silvaticus* Peck, une espèce assez semblable macroscopiquement, croît sur le sol et possède des basidiospores en amande. Smith (1948) donne une description microscopique détaillée de la collection-type. Lange & Smith (1953) placent *C. boudieri* Quélet dans la synonymie de *C. angulatus*. Ce coprin est cosmopolite mais semble peu commun. Notre collection constitue la première mention de cette espèce au Canada, mais on devrait la retrouver un peu plus souvent dans son habitat typique.

*Psathyrella subamara* A. H. Smith, Mem. New York Bot. Gard., 24: 46. 1972.  
(Fig. 3).

*Pileus* de 13-26 mm de diamètre; convexe-conique, puis convexe et finalement étalé, à marge un peu incurvée au début, non striée, par-

fois fendillée à la fin; hygrophane; couvert de méchules brun foncé; café au lait à l'humidité, crème au sec. *Chair* mince (1 mm ou moins à mi-rayon) et fragile; blanchâtre; à odeur faible, à saveur un peu amère-acidulée. *Lamelles* adnaxées; assez serrées; un peu ventruées (3-5 mm de largeur pour 0,5-1 mm de chair); crème grisâtre au début, brunissant avec l'âge; entières et concolores à l'arête. *Stipe* de 22-35 mm de longueur et de 2-4 mm de largeur à l'apex; égal ou un peu courbé; creux; blanc; lisse dans le haut, couvert de petites méchules brunes à la base. *Voile partiel* blanchâtre; évanescent; laissant quelques débris à la marge du chapeau dans le jeune âge. *Sporée* brun violacé.

*Basidiospores* 7-9  $\times$  4-5  $\mu\text{m}$ , ellipsoïdes, tronquées à la base, à pore germinatif visible, lisses, brun foncé dans le KOH. *Basides* 15-20  $\times$  6-9  $\mu\text{m}$ . *Pleurocystides* 36-40  $\times$  12-14  $\mu\text{m}$ , utrifformes. *Cheilocystides* de deux types: 1- semblables aux pleurocystides, 2- globuleuses. *Pileipellis* formé de cellules vésiculeuses. *Hyphe*s bouclées.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Saraguay, 89-07-13, sur un tronc pourri de feuillu, *Lamoureux* 572 (LAM), (DAOM 211904).

*P. subamara* se distingue par son pileus ocre couvert de petites méchules brun noirâtre, sa saveur amarescente et ses basidiospores tronquées à la base. Il peut être confondu avec *P. lepidotoïdes* A. H. Smith, à saveur douce et à basidiospores plus grandes; ce dernier n'a cependant été récolté que dans l'ouest des États-Unis (Idaho), (Smith, 1972). Notre collection constitue la première mention de cette espèce au Canada. Smith (1972) indique seulement cinq collections effectuées au Michigan. *P. subamara* est assez commun au Bois-de-Saraguay où il croît sur le bois pourri de juin à septembre; nous l'avons régulièrement observé à plusieurs endroits sur le site de 1983 à 1990.

## CORTINARIACÉES

*Cortinarius incognitus* Ammirati & Smith, Mich. Bot., 11: 18. 1972.  
(Fig. 4).

*Pileus* de 14-46 mm de diamètre; convexe-campanulé, puis convexe et finalement étalé, à marge un peu incurvée au début, parfois ondulée à la fin, non striée; humide mais ni visqueux ni hygrophane, couvert de fibrilles innées; olive

brunâtre à brun orangé, plus pâle vers la marge. *Chair* ferme; environ 3 mm d'épaisseur à mi-rayon; hygrophane; olive à l'humidité, jaunâtre au sec; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnées à émarginées; serrées; minces; larges (atteignant 6,5 mm de largeur); jaune olive au début, puis jaune brunâtre avec l'âge; entières et concolores à l'arête. *Stipe* de 40-80 mm de longueur et de 4-10 mm de largeur à l'apex; égal ou un peu courbé vers le bas; farci-creux; jaune olive, parfois orangé à la base; sec, couvert de fibrilles brun orangé surtout dans la partie inférieure. *Cortine* jaune olive. *Sporée* brun rouille.

*Basidiospores* 7-9 × 4-4,5 µm, ovales à elliptiques, bassement verruqueuses, brun pâle dans le KOH. *Basides* 25-30 × 7-9 µm. *Hyphes* bouclées.

*Réaction macrochimique*: KOH 10 %, brun-rouge sur la surface du chapeau.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Lachute, 89-09-24, au sol dans une plantation de *Pinus* et de *Picea*, Lamoureux 852 (CMM), (DAOM 211920).

*C. incognitus* fait partie du groupe de *C. cinnamoneus* (Fr.) Fr. qui comprend plusieurs espèces assez semblables macroscopiquement. Il se distingue des espèces proches par sa colora-

tion, ses basidiospores de 7-9 × 4-4,5 µm et son pileus devenant brun-rouge à la potasse. Ammirati & Smith (1972) mentionnent qu'il peut être confondu sur le terrain avec *C. huronensis* Ammirati & Smith, mais que les deux espèces sont facilement différenciables par la taille des spores. Selon Ammirati (1988), *Dermocybe crocea* (Schff. ex Fr.) Moser (= *Cortinarius croceus*) d'Europe est très semblable et il s'agit peut-être de la même espèce. Au Québec, *C. incognitus* a certainement été confondu avec des espèces du même groupe. Ammirati (1988) mentionne que cette espèce est très commune et largement répandue, sans toutefois préciser sa distribution exacte.

#### ENTOLOMATACÉES

*Leptonia rosea* Longyear var. *marginata* Largent, Northwest Sci., 48: 61. 1974. (Fig. 5).

*Pileus* de 11-22 mm de diamètre; convexe, puis convexe-ombiliqué, s'étalant avec l'âge, à marge translucide-striée; hygrophane; couvert de minuscules méchules blanchâtres plus denses vers le centre; rose-rouge à l'humidité, vineux sur fond crème au sec. *Chair* mince et fragile; blanchâtre, à odeur et saveur faibles. *Lamelles*



Figure 4. *Cortinarius incognitus* (Lamoureux 852).

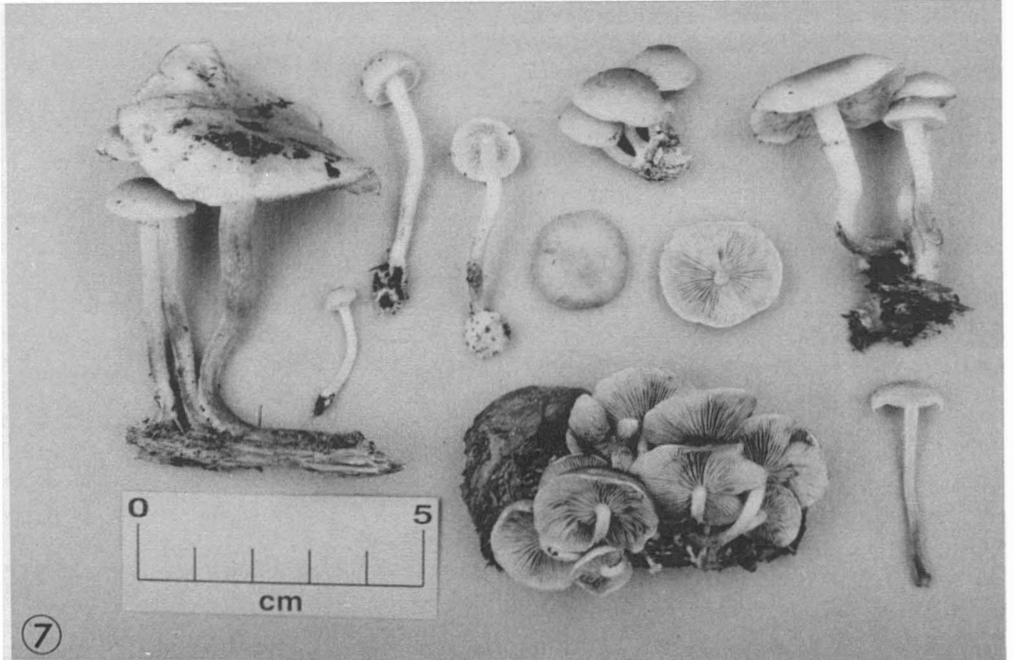
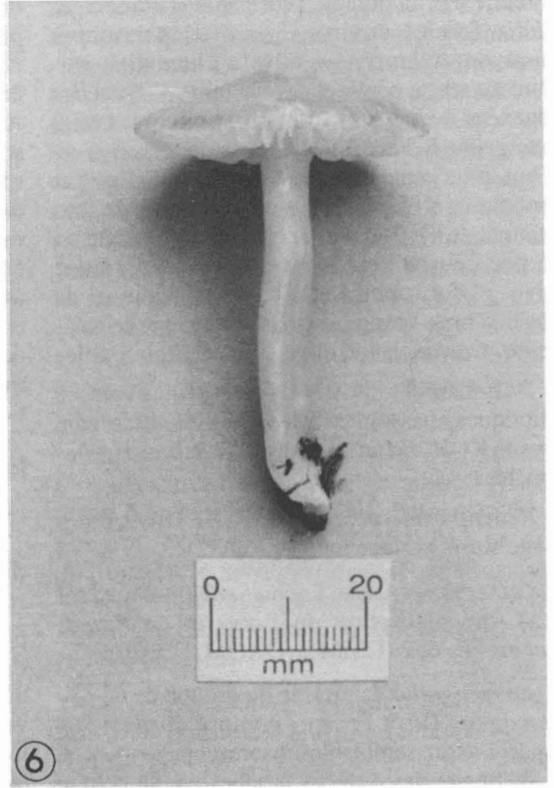
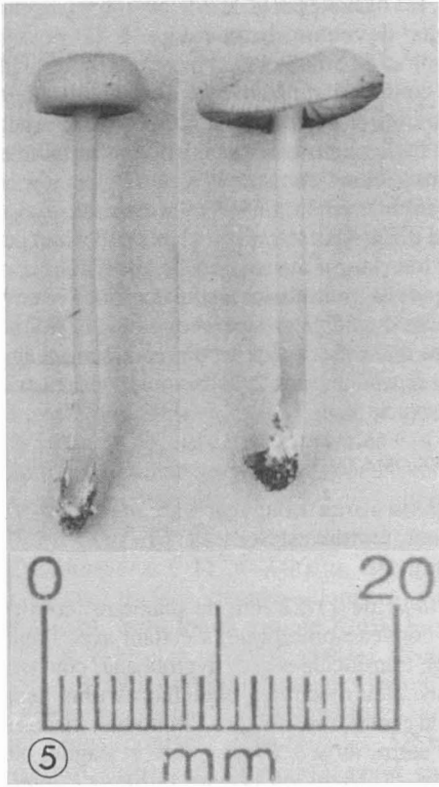


Figure 5. *Leptonia rosea* var. *marginata* (Lamoureux 525). — Figure 6. *Hygrophorus perplexus* (Lamoureux 1041). — Figure 7. *Pholiota prolixa* (Lamoureux 740).

adnées-uncinées; un peu espacées; de largeur moyenne; blanches au début, rosées à maturité; serrulées et vivement colorées de rose-rouge à l'arête. *Stipe* de 23-42 mm de longueur et de 2-3 mm de largeur à l'apex; égal; creux; sec, pruveux dans la partie supérieure, glabre vers la base; concolore au chapeau par temps humide, devenant rose pourpre par temps sec; couvert de mycélium blanc à la base. *Sporée* rose.

*Basidiospores* 9-14 × 7-8 µm, anguleuses-allongées (5-6 gones), hyalines. *Basides* 36-40 × 9-12 µm. *Pleurocystides* nulles. *Cheilocystides* 36-43 × 7-12 µm, abondantes, cylindriques ou un peu fusiformes-flexueuses, à contenu rougeâtre. *Hyphe*s non bouclées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Laval, 86-08-12, sur le sol en terrain humide, à proximité d'un tronc pourri de feuillu, *Lamoureux* 525 (LAM), (DAOM 211921); et 90-08-01, au même endroit, *Lamoureux* 1069 (CMM).

*L. rosea* var. *marginata* est bien caractérisé par sa coloration rougeâtre et ses lamelles bordées de rouge à l'arête. Il n'existe dans la littérature aucune autre espèce présentant des couleurs semblables. Largent (1974) cite six collections aux États-Unis dont cinq effectuées dans l'ouest (Californie et Washington) et une au Michigan. Nos collections constituent la première mention de cette espèce à l'est des Grands-Lacs.

#### HYGROPHORACÉES

*Hygrophorus perplexus* Smith & Hesler, *Sydowia*, 8: 328. 1954.  
(Fig. 6).

*Pileus* de 25-39 mm de diamètre; campanulé, puis étalé avec un mamelon obtus, à marge un peu irrégulière à maturité, translucide-striée jusqu'à mi-rayon; glutineux, glabre; hygrophane; orange brunâtre à l'humidité, ocré rosâtre au sec. *Chair* mince et fragile; concolore au chapeau; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnexées-uncinées; un peu espacées; épaisses; assez larges; jaune-orange terne; plus pâles et érodées par endroit à l'arête. *Stipe* de 40-55 mm de longueur et de 3-7 mm de largeur à l'apex; égal ou épaissi vers la base, parfois comprimé avec un sillon central; creux; glutineux, glabre; orange terne, plus pâle à la base. *Sporée* blanche.

*Basidiospores* 6,5-8 × 4-5 µm, ellipsoïdes, lisses, hyalines. *Basides* 40-45 × 7-10 µm. *Cystides* nulles. *Hyphe*s bouclées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. St-Joseph-du-Lac, 87-06-14, au sol sous *Tsuga*, *Fagus* et *Betula*, *Lamoureux* 187 (LAM), (DAOM 211914); et 90-07-26, au même endroit, au sol sous *Fagus*, *Lamoureux* 1041 (CMM). Repentigny, 90-08-22, au sol sous *Tsuga* et *Betula*, *Lamoureux* 1173 (CMM).

*H. perplexus* est caractérisé par sa coloration orangée par temps humide, son pileus et son stipe glutineux, et ses lamelles adnexées-uncinées. Selon Hesler & Smith (1963), la couleur du pileus varie de brun foncé à brun vineux dans le jeune âge, et de orange tan à tan rosâtre à maturité. Sa stature rappelle fortement *H. psittacinus* (Fr.) Fr. et il pourrait être confondu avec ce dernier par temps sec alors que leur coloration est semblable. Toutefois, par temps humide, *H. psittacinus* se distingue facilement par la coloration verte du pileus et du stipe. Hesler & Smith (1963) mentionnent que la marge du pileus de *H. perplexus* est parfois teintée d'olive mais qu'ils n'ont jamais vu une telle coloration sur le stipe. *H. laetus* (Fr.) Fr., une espèce commune de coloration semblable, possède des lamelles décurrentes à maturité. *H. perplexus* est semblable à *H. sciophanus* (Fr.) Karst., d'Europe; il est possible que ces deux taxons désignent la même espèce. En attendant une étude plus poussée, il est préférable d'utiliser le taxon nord-américain pour désigner l'espèce récoltée au Québec. Hesler & Smith (1963) mentionnent que *H. perplexus* est commun dans la région des Grands-Lacs. Il est probablement assez répandu au sud du Québec où on a dû le confondre avec *H. psittacinus*.

#### STROPHARIACÉES

*Pholiota prolixa* Smith & Hesler, *The North American species of Pholiota*, p. 166. 1968.  
(Fig. 7).

*Pileus* de 8-44 mm de diamètre; convexe, puis étalé, à marge irrégulière à maturité, non striée; visqueux, glabre; jaune ocré dans le jeune âge, devenant brunâtre au centre et crème jaunâtre au pourtour avec l'âge. *Chair* assez ferme; mince (environ 1 mm d'épaisseur à mi-rayon); hygrophane; jaune ocré à l'humidité, blanchâtre au sec, brun rougeâtre dans la partie inférieure du stipe; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnées; serrées; étroites; crème grisâtre pâle, puis jaunâtres et finalement gris-brun; entières et concolores à l'arête. *Stipe* de 18-48 mm de longueur et de 2-6 mm de largeur; égal, courbé vers la base; sec,

glabre dans le haut et un peu fibrilleux dans le bas; jaunâtre, brunissant fortement vers la base, celle-ci souvent recouverte de poils rouille. *Voile partiel* fibrilleux-visqueux, évanescent. *Sporée* brun rougeâtre.

*Basidiospores* 6,5-8 × 4-4,5 µm, elliptiques, lisses, à pore germinatif visible, jaune brunâtre dans le KOH. *Basides* 17-25 × 4-7 µm. *Pleurocystides* 30-40 × 8-13 µm, ventruées, jaunes ou avec un corps réfringent dans le KOH. *Cheilocystides* 26-40 × 4-5 µm, atteignant parfois 9 µm de largeur dans la partie basale, cylindriques-flexueuses, parfois subcapitées. *Hyphes* du pileipellis incrustées, bouclées.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Saraguay, 89-09-05, cespiteux sur troncs et souches pourris de feuillus, dans une mare asséchée, *Lamoureux* 740 (CMM), (DAOM 211914).

*P. prolixa* se caractérise par son pileus jaune ocré, visqueux, glabre, ses lamelles serrées et étroites, et son stipe jaune brunâtre à base parfois recouverte de poils rouille. Au Québec, *P. prolixa* a peut-être été confondu avec *P. squalida* Peck, une espèce qui diffère par ses lamelles larges et ses longues pleurocystides fusiformes-ventruées. Smith & Hesler (1968) mentionnent que *P. prolixa* a été trouvé aux États-Unis (Ohio et Michigan) où il croît communément en fin d'été et en automne. Notre collection constitue la première mention de cette espèce au Canada. Nous l'avons aperçu à plusieurs endroits au Bois-de-Saraguay où il croît communément vers la fin du mois d'août et en septembre sur le bois mort dans les mares en voie d'assèchement. *P. prolixa* a été observé régulièrement à Saraguay de 1983 à 1989.

*Pholiota subsulphurea* Smith & Hesler, The North American species of *Pholiota*, p. 51. 1968.  
(Fig. 8).

*Pileus* de 12-31 mm de diamètre; convexe, puis étalé, subbombonné, à marge un peu incurvée au début, non striée; sec, squamuleux au centre et subfibrilleux ailleurs; rouille, orange brunâtre ou jaune soufre. *Chair* plutôt mince; jaunâtre, avec une ligne hygrophane au-dessus des lamelles, tachée de rouille par endroit, surtout dans le stipe; à odeur faible, à saveur amère. *Lamelles* adnées; serrées; plutôt larges (4 mm de largeur pour 2 mm d'épaisseur de chair); jaune assez vif au

début, devenant rouille avec l'âge, avec des taches plus foncées par endroit. *Stipe* de 15-35 mm de longueur et de 2-4 mm de largeur; égal ou un peu aminci dans la partie médiane; égal ou un peu aminci dans la partie médiane; farci; jaune vif; couvert de squamules ou de fibrilles rouille jusqu'à la zone annuliforme, glabre à l'apex. *Voile partiel* fibrilleux; jaune vif; évanescent. *Sporée* brun rouille.

*Basidiospores* 6,5-8 × 4-4,5 µm, elliptiques, lisses, jaune brunâtre dans le KOH. *Basides* 20-22 × 5-6 µm. *Pleurocystides* nulles. *Cheilocystides* 35-40 × 7-9 µm, cylindriques-flexueuses, capitées, jaunes dans le KOH. *Caulocystides* capitées, à tête de 7-13,5 µm de largeur.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Saraguay, 86-06-15, sur un tronc pourri de feuillu, *Lamoureux* 46 (LAM), Laval, 89-09-18, dans le même habitat, *Lamoureux* 809 (CMM), (DAOM 211912).

*P. subsulphurea* est caractérisé par son pileus de petite taille, sec, jaune vif à orangé, couvert de fines écailles rouille, ses lamelles jaunes dans le jeune âge et son stipe jaune à brun rouille qui porte une zone annuliforme résultant du voile partiel fugace. Sa saveur très amère le distingue de *P. curvipes* (Fr.) Quél., une espèce assez semblable à saveur douce. *P. multifolia* (Peck) Smith & Hesler, également à saveur amère, se différencie de *P. subsulphurea* par sa taille plus grande et ses lamelles très serrées. *P. subsulphurea* semble très proche de *P. tuberculosa* (Schaeff. ex Fr.) Kum., une espèce européenne. Nous préférons utiliser le taxon nord-américain pour ranger les récoltes provenant du Québec, en attendant une étude plus poussée sur ce groupe d'espèces. Smith & Hesler (1968) mentionnent quelques collections réalisées au Michigan et en Californie. Nos collections constituent la première mention de cette espèce au Canada.

*Psilocybe semilanceata* (Fr.) Kum., Führ. Pilzk., p. 71. 1871.  
(Fig. 9).

*Pileus* de 8-17 mm de diamètre et de 9-16 mm de hauteur; conique à campanulé, souvent papillé, à marge un peu incurvée, striée; glabre, viscidule; hygrophane; brun grisâtre à l'humidité et ocré au sec, souvent olive à la marge. *Chair* mince; concolore au chapeau, brunâtre dans le stipe; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnexées; un peu espacées; étroites; brun grisâtre, puis brun-violet foncé; blanchâtres à

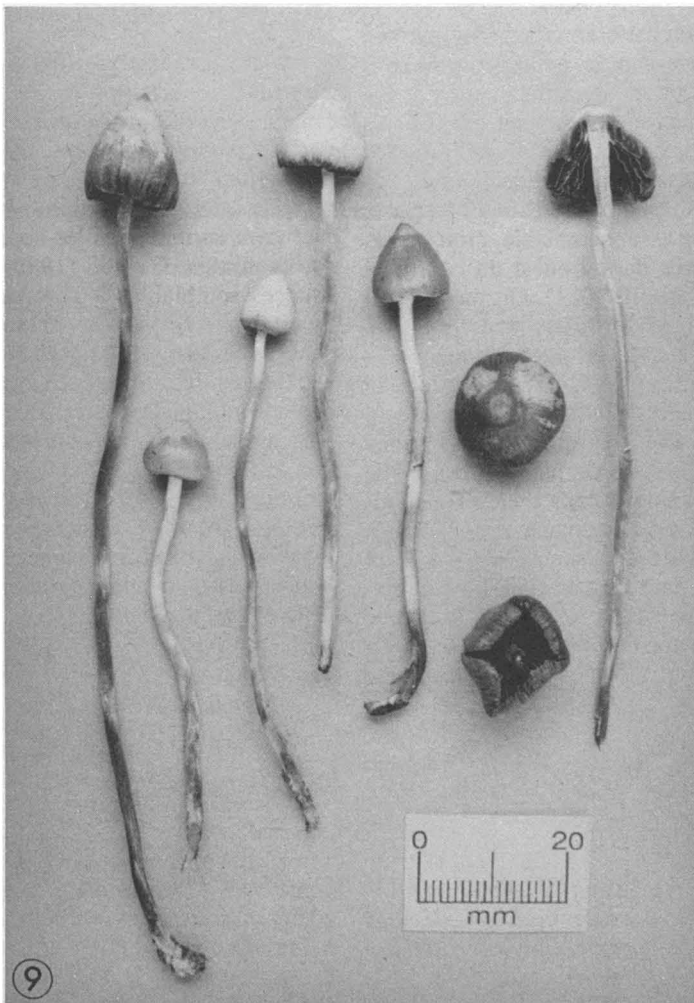
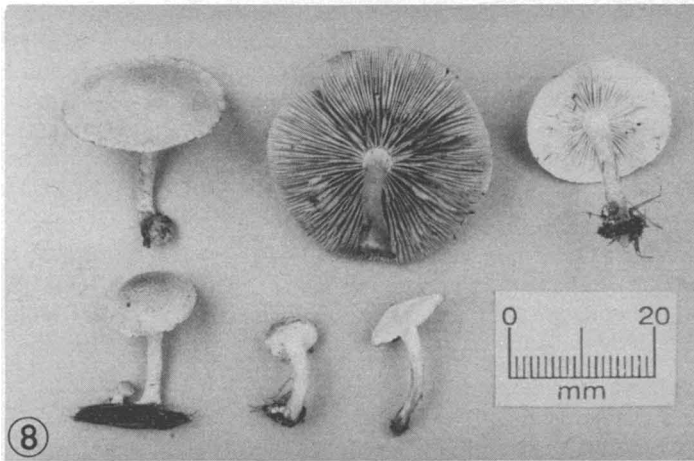


Figure 8. — *Pholiota subsulphurea* (Lamoureux 809). — Figure 9. *Psilocybe semilanceata* (Lamoureux 867).

l'arête. *Stipe* de 63-115 mm de longueur et de 1,5-3 mm de largeur à l'apex; égal, un peu flexueux; creux; glabre à l'apex, fibrilleux vers la base; jaunâtre dans la partie supérieure, brun rougeâtre ailleurs, devenant bleu-vert au froissement. *Voile partiel* très réduit, évanescent. *Sporée* violet-brun foncé.

*Basidiospores* 11-15 × 5-8 µm, ellipsoïdes, lisses, brunâtres dans le KOH, à pore germinatif visible. *Pleurocystides* nulles. *Cheilocystides* 20-30 × 5-7 µm, abondantes, botuliformes avec un col allongé. *Hyphes* bouclées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Richmond, 83-10-16, dans l'herbe haute d'un pâturage, *Lamoureux 31* (LAM); et 89-10-01, au même endroit, *Lamoureux 867* (CMM), (DAOM 211906).

*P. semilanceata* est bien caractérisé par son petit pileus conique-papillé, à marge incurvée et souvent teintée d'olive, son stipe bleuissant à la base au froissement et son habitat sur les sols fumés. Son habitat typique et ses caractères macroscopiques permettent de l'identifier à coup sûr sur le terrain. *P. pelliculosa* (Smith) Singer & Smith, une espèce assez semblable, croît sur les débris de conifères dans l'ouest du continent nord-américain (Lincoff, 1981). Guzman (1983) mentionne que *P. semilanceata* est une des espèces hallucinogènes les plus communes en Europe et en Amérique du Nord. Redhead (1989a) indique sa distribution en Amérique du Nord: *P. semilanceata* croît dans les régions côtières, du nord de la Californie jusqu'au sud de la Colombie-Britannique dans l'ouest du continent, et dans l'est du Nouveau-Brunswick, à Terre-Neuve, à l'Île du Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse, dans l'est du Canada. Nos collections témoignent d'une extension d'aire de cette espèce d'environ 600 km vers l'intérieur du pays.

#### TRICHOLOMATACÉES

*Tricholoma acre* Peck, Bull. Torrey Bot. Club, 24: 139. 1897.  
(Fig. 10).

*Pileus* de 50-76 mm de diamètre; hémisphérique-convexe à conique-tronqué, puis convexe, à marge incurvée au début; sec, à fibrilles innées, squamuleux par endroits; gris foncé au centre, gris pâle vers la marge. *Chair* ferme; épaisse; blanchâtre à grisâtre; à odeur faible, à saveur âcre après mastication. *Lamelles*

émarginées; serrées; assez larges; grisâtres, avec de petites taches noirâtres; à arête entière, concolore, parfois marginée de noir vers le pourtour du chapeau. *Stipe* de 35-55 mm de longueur et de 16-22 mm de largeur; égal ou aminci vers la base; farci; lisse ou un peu fibrilleux; grisâtre, se tachant parfois de brun pâle à la base au contact. *Sporée* blanche.

*Basidiospores* 6,5-8,5 × 4,5-5,5 µm, ellipsoïdes, lisses, hyalines. *Basides* 30-40 × 7-9 µm. *Pleurocystides* nulles. *Cheilocystides* 25-37 × 7-10 µm, en massue. *Hyphes* non bouclées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Laval, 86-09-26, au sol sous *Quercus* et *Fagus*, *Lamoureux 243* (LAM); et 89-09-22, au même endroit, *Lamoureux 829* (CMM), (DAOM 211902).

*T. acre* est caractérisé par son pileus convexe, gris foncé, à fibrilles innées, son stipe et ses lamelles gris pâle, et sa saveur âcre. Il est proche de *Tricholoma virgatum* (Fr.) Kum., une espèce très commune qui possède un pileus conique au début et un mamelon pointu à maturité. Ce dernier croît surtout sous les conifères et dans les forêts mixtes. Ovrebo (1989) décrit plusieurs espèces semblables à *T. acre*: *T. atrodiscum* Ovrebo et *T. argenteum* Ovrebo, qui croissent sous les conifères, et *T. pullum* Ovrebo, qui croît sous les feuillus, une espèce robuste au pileus vergeté et aux lamelles rosées dans le jeune âge. *T. acre* est semblable à *T. bresadolianum* Cléménçon, d'Europe, au stipe couvert d'écailles fuligineuses (Bon, 1984). Ovrebo (1989) mentionnent quelques récoltes effectuées aux États-Unis (Massachusetts, Michigan et Mississippi). Nos collections constituent la première mention de cette espèce au Canada.

*Tricholomopsis sulfureoides* (Peck) Singer var. *sulfureoides* A. H. Smith, Brittonia, 12: 62. 1960.  
(Fig. 11).

*Pileus* de 37-58 mm de diamètre; convexe, puis étalé, parfois un peu déprimé, à marge incurvée au début, non striée; hygrophane; bigarré, jaune ocré à l'humidité, crème jaunâtre au sec; glabre ou couvert de fibrilles innées par endroits, à fines squamules brunes surtout concentrées sur le disque et plus évidentes avec l'âge ou par temps sec. *Chair* mince; concolore au chapeau; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnexées; serrées; assez larges (6 mm de largeur pour 2 mm



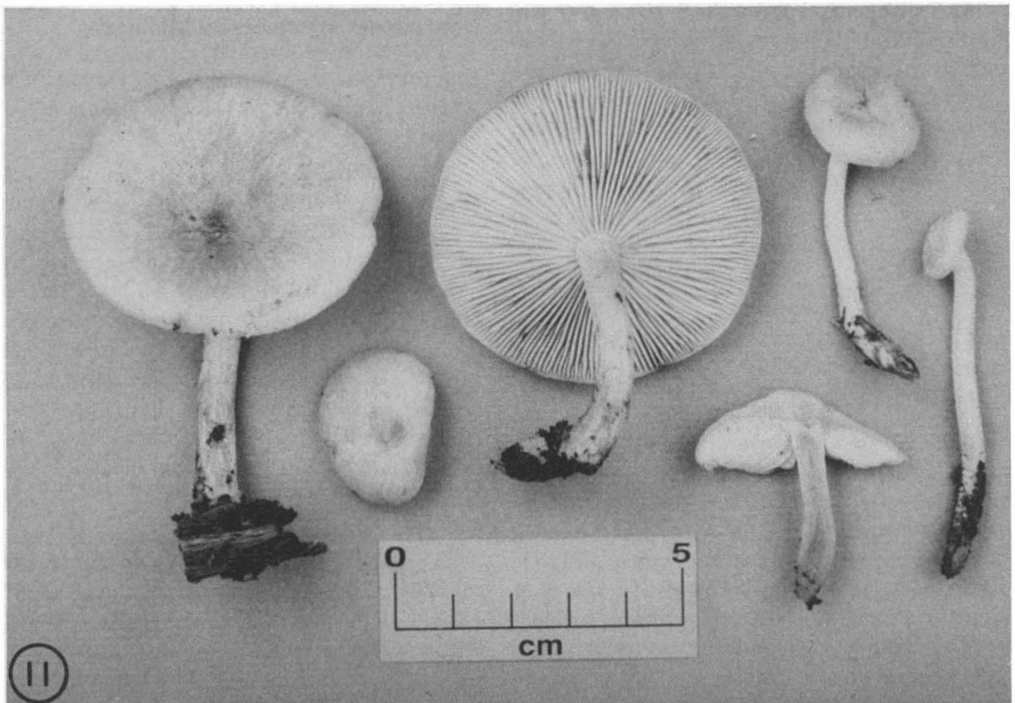
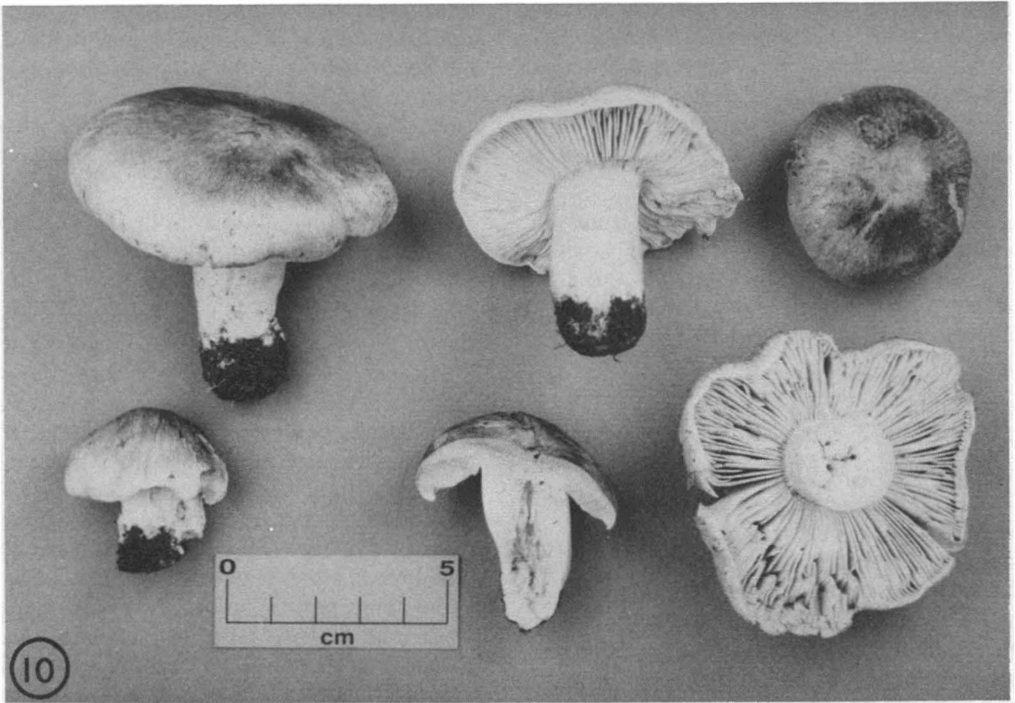


Figure 10. *Tricholoma acre* (Lamoureux 829). — Figure 11. *Tricholomopsis sulfureoides* var. *sulfureoides* (Lamoureux 824).

d'épaisseur de chair); jaune pâle; à arête concolore, entière ou finement érodée. *Stipe* de 31-57 mm de longueur et de 3-8 mm de largeur; égal ou un peu élargi vers la base, parfois un peu excentrique; farci-creux; sec, subfibrilleux; jaunâtre, taché de brunâtre vers le bas. *Voile partiel* évanescent. *Sporée* blanche.

*Basidiospores* 5,5-7 × 4,5-5,5 µm, ellipsoïdes, lisses, hyalines. *Basides* 23-32 × 5-7 µm. *Pleurocystides* 31-45 × 6-9 µm, fusiformes. *Cheilocystides* 35-68 × 12-18 µm, vésiculeuses ou en massue. *Hyphe*s bouclées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Laval, 88-09-22, sur un tronc pourri de *Tsuga*, Lamoureux 377 (CMM), (DAOM 211915); et 89-10-22, au même endroit, Lamoureux 824 (CMM).

*T. sulfureoides* est caractérisé par son pileus bigarré, jaune ocré par temps humide, ses lamelles et son stipe jaune pâle, son voile partiel fugace et ses petites spores. *T. sulfureoides* fait partie d'un groupe d'espèces lignicoles semblables dont *T. bella* A. H. Smith et *T. thompsoniana* (Murril) A. H. Smith, au voile partiel absent même dans le jeune âge, *T. subdecorosa* (Murril) A. H. Smith et *T. glaucipes* A. H. Smith, à chair olivacé grisâtre, et *T. fulvescens* A. H. Smith, aux spores de 8-10 × 6-7 µm (Smith, 1960). Bigelow & Barr (1969) mentionnent aussi *T. sulphurea* (Peck) Bigelow, aux hyphe de pileipellis incrustées et aux spores de 6-8 × 4,5-5,5 µm, et *T. ornata* (Fr.) Singer, d'Europe, aux spores elliptiques-cylindriques, de 5,5-8 × 3,3-4 µm. Smith (1960) mentionne que *T. sulfureoides* croît dans l'état de New York, au Michigan et en Ontario.

#### VOLVARIACÉES

*Pluteus pallidus* Homola, Mycologia, 64: 1232. 1972.  
(Fig. 12).

*Pileus* de 18-22 mm de diamètre; convexe, puis étalé, mamelonné, à marge un peu ondulée, translucide-striée sur environ ¼ du rayon; hygrophane; ridé-rugueux radialement; café au lait à l'humidité, crème au sec. *Chair* mince; fragile; hygrophane; concolore au chapeau; à odeur et saveur un peu fétides. *Lamelles* libres; serrées; larges et ventruées (4 mm de largeur pour 1 mm d'épaisseur de chair); rosâtres; entières et concolores à l'arête. *Stipe* de 20-25 mm de longueur et de 1,5-2,5 mm de largeur; égal; glabre; crème. *Sporée* rose brunâtre.

*Basidiospores* 6-7,5 × 5,5-6,5 µm, subglobuleuses, lisses, hyalines. *Basides* 30-34 × 7-8 µm. *Pleurocystides* et *cheilocystides* semblables, 35-60 × 8-18 µm, fusiformes à ventruées. *Pileipellis* composé de cellules rondes, hyalines, de 25-38 µm de diamètre. *Hyphe*s non bouclées.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Laval, 89-09-04, sur bois pourri de feuillu, Lamoureux 722 (CMM), (DAOM 211909).

*P. pallidus* est caractérisé par son pileus ocre rosâtre, ridé, et son pileipellis composé de cellules rondes et hyalines. Il peut être confondu avec *P. chrysophaeus* (Fr.) Quélet, aux cellules du pileipellis contenant un pigment brun, et *P. avellaneus* Murril, au pileipellis filamenteux, tous deux trouvés au Québec. Homola (1972) mentionne qu'on peut confondre *P. pallidus* avec *P. roseocandidus* Atkinson, au pileipellis composé de deux à trois couches de cellules plutôt que d'une seule pour *P. pallidus*; *P. hololeucus* Singer, au pileus blanc, et *P. semibulbosus* (Lasch apud Fr.) Gillet, d'Europe, au stipe bulbeux et strigieux à la base, sont aussi assez semblables. Notre collection constitue la première mention de cette espèce au Canada. Homola (1972) indique trois récoltes pour l'Amérique du Nord, toutes effectuées au Michigan.

*Pluteus thomsonii* (Berk. & Br.) Dennis, Trans. Brit. Mycol. Soc., 31: 204. 1948.  
(Fig. 13).

*Pileus* de 20-30 mm de diamètre; étalé-déprimé, avec un mamelon bas et obtus, à marge un peu ondulée, striée sur environ ¼ du rayon; glabre, fortement veiné-réticulé sur le disque; hygrophane; gris-brun foncé à l'humidité, gris-brun pâle au sec. *Chair* mince; concolore au chapeau ou plus pâle; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* libres; un peu espacées; larges et ventruées (5 mm de largeur pour 1 mm d'épaisseur de chair); rose pâle; entières et concolores à l'arête. *Stipe* de 28-40 mm de longueur et de 2-4 mm de largeur; égal; creux; un peu strié et tordu; gris argenté pâle. *Sporée* rose.

*Basidiospores* 6-8 × 5,5-7 µm, subglobuleuses à subellipsoïdes, lisses, hyalines. *Basides* 28-33 × 7-9 µm. *Pleurocystides* 40-50 × 8-9 µm, fusiformes. *Cheilocystides* 45-60 × 7-17 µm, fusiformes, se terminant parfois par un col mince et très allongé. *Caulocystides* semblables aux cheilocystides. *Pileipellis* composé d'éléments fusiformes. *Hyphe*s non bouclées.

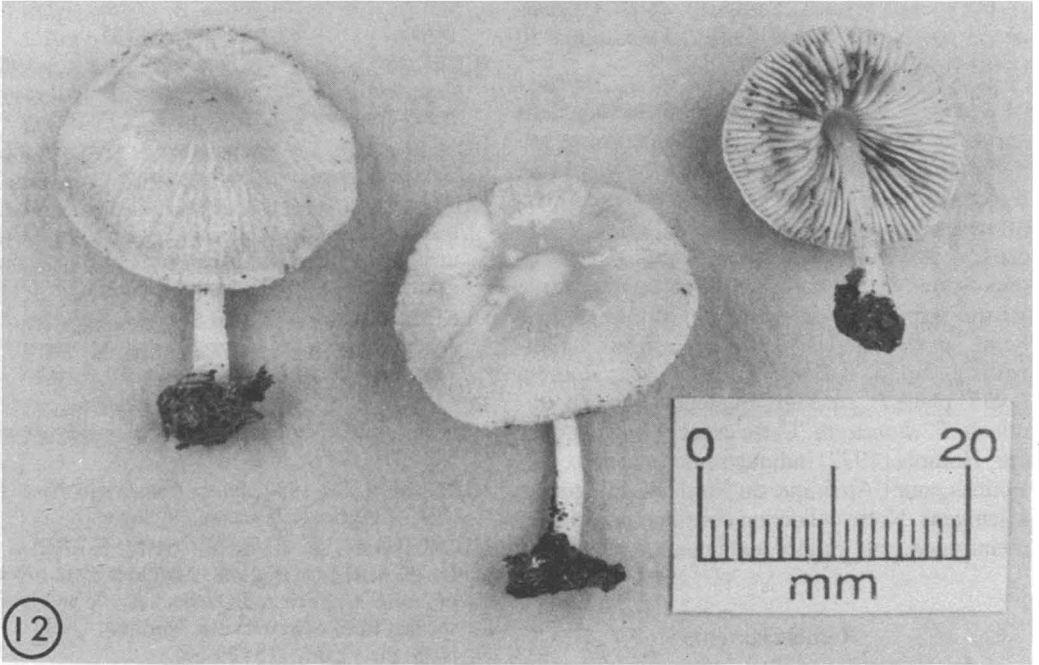


Figure 12. *Pluteus pallidus* (Lamoureux 722).

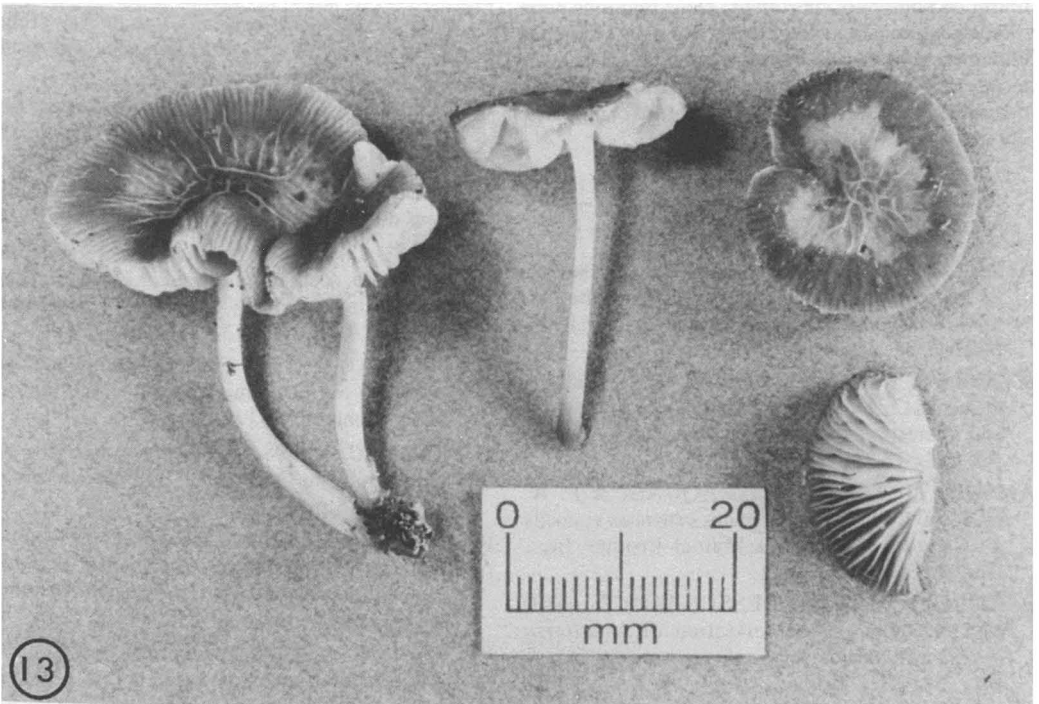


Figure 13. *Pluteus thomsonii* (Lamoureux 50).

COLLECTION ÉTUDIÉE. Saraguay, 88-07-15, dans des copeaux de bois de feuillu, *Lamoureux 50* (CMM), (DAOM 211905).

*P. thomsonii* est bien caractérisé par son pileus gris-brun fortement veiné-réticulé au centre, son pileipellis formé par une couche hyméniforme d'éléments fusiformes et ses cheilocystides se terminant parfois en un long col allongé. Cette espèce, qui possède des caractères microscopiques bien distincts, peut être confondue sur le terrain avec *P. phleboporus* (Dittmar ex Fr.) Kum., également au pileus veiné, mais au pileipellis composé d'éléments globuleux. Homola (1972) place *P. cinereus* Quélet dans la synonymie de *P. thomsonii*. Cette espèce est cosmopolite; Homola (1972) indique seulement deux collections pour l'Amérique du Nord (Washington et Michigan). Notre collection constitue la première mention de cette espèce au Canada.

### Remerciements

Nous remercions sincèrement S. A. Redhead pour la confirmation de l'identité des spécimens d'herbier. Nous remercions également Raymond Archambault et Matthieu Sicard, ainsi que les nombreux membres du Cercle des mycologues de Montréal Inc., de nous avoir fourni de nombreux spécimens. Nous réitérons notre reconnaissance à Matthieu Sicard pour nous avoir prêté la photographie de *Coprinus angulatus*. De plus, la récolte de plusieurs spécimens a été facilitée par l'aide financière du Jardin botanique de Montréal et du Cercle des mycologues de Montréal Inc.

### Références

- AMMIRATI, J. F., 1988. *Dermocybe* (or *Cortinarius*, Subgenus *Dermocybe*). Some species of the sections *Dermocybe*, *Holoxanthae*, and *Malicoriae*. — *McIlvainea*, 8: 49-59.
- AMMIRATI, J. F. & A. H. SMITH, 1972. Studies in the genus *Cortinarius*, II: Section *Dermocybe*. New and interesting species from Michigan. — *Mich. Bot.*, 11: 13-25.
- AMMIRATI, J. F., J. A. TRAQUAIR & P. A. HORGAN, 1986. Champignons vénéneux et nocifs du Canada. — Éditions Marcel Broquet Inc., Ottawa, 394 p.
- BÉRUBÉ, J. A. & M. DESSUREAULT, 1988. Morphological characterization of *Armillaria ostoyae* and *Armillaria sinapina* sp. nov. — *Can. J. Bot.*, 66: 2027-2034.
- BÉRUBÉ, J. A. & M. DESSUREAULT, 1989. Morphological studies of the *Armillaria mellea* complex: two new species, *A. gemina* and *A. calvescens*. — *Mycologia*, 81: 216-225.
- BIGELOW, H. E. & M. E. BARR, 1969. Contribution to the fungus flora of northeastern North America. — *Rhodora*, 71: 177-203.
- BON, M., 1984. Les Tricholomes de France et d'Europe occidentale. — Lechevalier, Paris, 324 p.
- GUZMAN, G., 1983. The genus *Psilocybe*. A systematic revision of the known species including the history, distribution and chemistry of the hallucinogenic species. — *Beih. Nova Hedwigia*, 74: 1-439.
- HESLER, L. R. & A. H. SMITH, 1963. North American species of *Hygrophorus*. — University of Tennessee Press, Knoxville, 416 p.
- HOMOLA, R. L., 1972. Section *Celluloderma* of the genus *Pluteus* in North America. — *Mycologia*, 64: 1211-1247.
- HUHTINEN, S., 1987. Fungi Canadensis No. 316-319. — Agriculture Canada, Ottawa.
- HUTCHISON, L. J., R. C. SUMMERBELL & D. W. MALLOCH, 1988. Additions to the mycota of North America and Québec: Arctic and boreal species from Schefferville, Northern Québec. — *Naturaliste can.*, 115: 39-56.
- JENKINS, D. T., 1986. *Amanita* of North America. — Mad River Press, Eureka, 198 p.
- LANGE, M. & A. H. SMITH, 1953. The *Coprinus ephemerus* group. — *Mycologia*, 45: 747-780.
- LARGENT, D. L., 1974. Studies in the rhodophylloid fungi V: *Leptonia* subgenus *Paludocybe* section *Albidicaules* and section *Roseicaules* and related taxa. — *NW. Sci.*, 48: 57-65.
- LINCOFF, G. H., 1981. The Audubon Society field guide to North American mushrooms. — Alfred A. Knopf, New York, 926 p.
- MCNEIL, R., 1983. Additions à la flore des champignons du Québec. — *Naturaliste can.*, 110: 55-66.
- OVREBO, C. L., 1989. *Tricholoma*, subgenus *Tricholoma*, section *Albidogrisea*: North American species found principally in the Great Lakes region. — *Can. J. Bot.*, 67: 3134-3152.
- POMERLEAU, R., 1980. Flore des champignons au Québec et régions limitrophes. — Éditions La Presse, Montréal, 653 p.
- POMERLEAU, R., 1984. Supplément à la flore des champignons au Québec. — Éditions La Presse, Montréal, 88 p.
- REDHEAD, S. A., 1984. Mycological observations, 4-12: on *Kuehneromyces*, *Stropharia*, *Mycena*, *Geopetalum Omphalopsis*, *Phaeomarasmium*, *Naucoria* and *Prunulus*. — *Sydowia*, 37: 246-270.
- REDHEAD, S. A., 1985. Fungi Canadensis No. 294. — Agriculture Canada, Ottawa.
- REDHEAD, S. A., 1988. Notes on the genus *Xeromphalina* (Agaricales, Xerulaceae) in Canada:

- Biogeography, nomenclature, taxonomy. — Can. J. Bot., 66: 479-507.
- REDHEAD, S. A., 1989a. A biogeographical overview of the Canada mushroom flora. — Can. J. Bot., 67: 3003-3062.
- REDHEAD, S. A., 1989b. The presence of *Crinipellis maxima* (Tricholomataceae) in Canada. — Mem. N. Y. bot. Gdn, 49: 187-191.
- REDHEAD, S. A. & R. CAUCHON, 1989. A new *Simocybe* from Canada — Sydowia, 41: 292-295.
- REDHEAD, S. A., J. GINNS & R. A. SHOEMAKER, 1987. The *Xerula* (*Collybia Oudemansiella*) *radicata* complex in Canada. — Mycotaxon, 30: 357-405.
- SINGER, R., 1946. Type studies on agarics-II. — Lloydia, 9: 114-131.
- SMITH, A. H., 1948. Studies in the dark-spored agarics. — Mycologia, 40: 669-707.
- SMITH, A. H., 1960. *Tricholomopsis* (Agaricales) in the Western Hemisphere. — Brittonia, 12: 41-70.
- SMITH, A. H., 1972. The North American species of *Psathyrella*. — Mem. N. Y. bot. Gdn, 24: 1-663.
- SMITH, A. H. & R. L. HESLER, 1968. The North American species of *Pholiota*. — Hafner Publ. Co., New York, 402 p.
- VILLENEUVE, N., M. M. GRANDTNER & J. A. FORTIN, 1989. Frequency and diversity of ectomycorrhizal and saprophytic macrofungi in the Laurentide Mountains of Québec. — Can. J. Bot., 67: 2616-2629.



## Spiders (Araneae) on the cliffs of the Forillon National Park, Québec

Seppo KOPONEN

Zoological Museum, University of Turku  
SF-20500 Turku, Finland

and

Centre d'études nordiques, Université Laval  
Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4

### Résumé

Trente-neuf espèces d'araignées ont été récoltées dans sept séries de pièges-fosses placés au pied de trois falaises (où croissent des plantes d'affinité arctique) dans le parc national Forillon (Gaspésie, Québec). Plusieurs espèces (sub)arctiques-alpines ont été récoltées, v.g. les linyphiidés *Lepthyphantes alpinus*, *L. turbatrix*, *Oreonetides vaginatus* et *Zornella cultrigera*. La plupart des espèces subarctiques se rencontraient dans seulement une des trois falaises étudiées. Des espèces méridionales, plusieurs représentées par un grand nombre d'individus, ont aussi été récoltées dans les falaises du parc Forillon. Les espèces les plus abondantes étaient *Wadotes calcaratus*, *Callobius bennetti*, *Pardosa lapidicina*, *Cryphoeca montana* et *Pardosa mackenziana*. Les espèces suivantes ont été capturées dans toutes les falaises étudiées: *Wadotes calcaratus*, *Cryphoeca montana*, *Zelotes fratris*, *Neon nelli* et *Callobius bennetti*; elles se rencontraient dans au moins quatre des sept séries de pièges.

### Abstract

Thirty-nine species of spiders were collected by pitfall traps at the foot of three cliffs (known to harbour arctic plants) in the Forillon National Park, Gaspé Peninsula, Québec. Several (sub) arctic-alpine spiders were found, e.g., the linyphiids *Lepthyphantes alpinus*, *L. turbatrix*, *Oreonetides vaginatus*, and *Zornella cultrigera*. Most subarctic species occurred at the foot of only one of the three cliffs studied. Also, species with a southern range were trapped on the Forillon cliffs, many of them in numbers. The most abundant species were *Wadotes calcaratus*, *Callobius bennetti*, *Pardosa lapidicina*, *Cryphoeca montana*, and *Pardosa mackenziana*. Species caught on every studied cliff were *Wadotes calcaratus*, *Cryphoeca montana*, *Zelotes fratris*, *Neon nelli* and *Callobius bennetti*; all were found in at least four of the total seven trap series.

### Introduction

The cliffs of the Forillon National Park (ca. 48°50'N, 64°15'W) have a special vegetation: several arctic-alpine or Cordilleran plants grow there, far from their main distribution areas in the Arctic or the Rocky Mountains (Morisset, 1971). Climatic and topographical conditions are extreme on open, unstabilized cliffs. Arctic-alpine plants grow mostly on faces and at the foot of the cliffs and at the top of talus slopes (Morisset, 1979; Morisset *et al.*, 1983). The purpose of the present paper is to deal with the spider fauna living at the foot of these special cliffs (just

below the vertical cliffs and on the uppermost part of talus slopes) and to see if arctic-alpine spider species occur beside the arctic plants.

### Study areas, material and methods

Three study sites were selected: I, cliffs at Mont Saint-Alban; II, cliffs near road no. 132 by Les Crêtes Trail; and III, cliffs north of Lac au Renard (Figure 1). The collection method was pitfall trapping. Eight traps, forming 2-3 series, were placed at each site. The traps were plastic cups (diameter 6.5 cm) with an aluminium cover

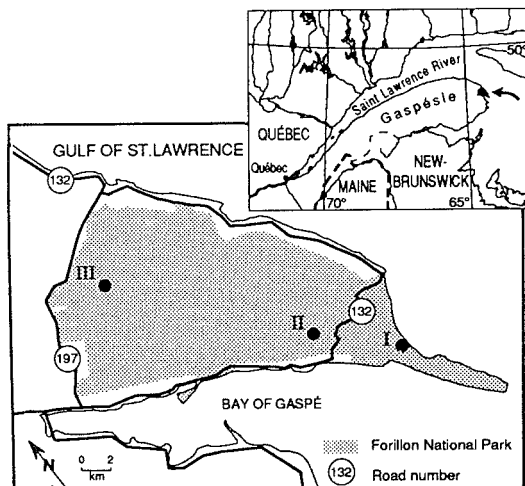


Figure 1. Location of the Forillon National Park and the study areas (I-III).

to protect the traps against rainfall, moving gravel and litter. The preservation liquid was ethylene glycol. The distance between traps was 2-3 m. The study period was from June 27 to September 8, 1990.

I. The cliffs on the northeast side of Mont Saint-Alban are open and exposed (sunny and dry), and about 600 m from the seashore. Trap series 1 and 2 were on calcareous ledges covered with frost-shattered rock fragments: series 1 (2 traps) at the foot of the high vertical cliff and series 2 (4 traps) at the uppermost part of the talus slope. *Dryas drummondii* Richards. formed a sparse cover, and some woody species [*Thuja occidentalis* L., *Abies balsamea* (L.) Miller, *Populus balsamifera* L., *Cornus stolonifera* Michx.] grew nearby. Also worth mentioning are *Arnica lonchophylla* Greene ssp. *chionopappa* (Fern.) Maguire and *Cypripedium calceolus* L. Series 3 (2 traps) was placed at the upper part of the stabilized talus slope of limestone fragments, near tree-size *Thuja occidentalis* and some saplings of *Abies balsamea* and *Corylus cornuta* Marsh. The altitude of the site was about 150 m above sea level.

II. The cliffs near Les Crêtes Trail are facing NE at a distance of about 5 km from the Gulf of St. Lawrence and about 2 km north of the Bay of Gaspé. The calcareous cliff is low (about 10 m) with moss cover. The site, just below the cliff, was shaded by trees and clearly moister than site

TABLE I

Species found on the cliffs in the Forillon National Park; number of specimens in trap series, frequency (series/sites) and the total number of specimens

Species	Sites and series							Frequency	Total
	I		II		III				
	1	2	3	1	2	1	2		
<b>Amaurobiidae</b>									
<i>Callobius bennetti</i> (Blackwall)	2	—	—	—	7	9	5	4/3	23
<i>Coras montanus</i> (Emerton)	—	1	—	—	—	—	—	1/1	1
<i>Wadotes calcaratus</i> (Keyserling)	2	16	1	16	4	6	17	7/3	62
<b>Gnaphosidae</b>									
<i>Gnaphosa muscorum</i> (L. Koch)	1	—	—	—	—	—	—	1/1	1
<i>Zelotes fratris</i> Chamberlin	2	1	1	—	1	5	—	5/3	10
<b>Clubionidae</b>									
<i>Clubiona canadensis</i> Emerton	—	—	—	2	1	1	—	3/2	4
<b>Liocranidae</b>									
<i>Agroeca ornata</i> Banks	1	5	—	—	—	—	—	2/1	6
<b>Thomisidae</b>									
<i>Ozyptila</i> sp.	—	—	—	2	1	1	—	3/2	4
<b>Salticidae</b>									
<i>Neon nelli</i> Peckham & Peckham	—	2	—	1	1	3	—	4/3	7



TABLE I (continued)

Species	Sites and series						Frequency	Total	
	I		II		III				
	1	2	3	1	2	1	2		
Lycosidae									
<i>Pardosa lapidicina</i> Emerton	7	8	7	—	—	—	—	3/1	22
<i>P. mackenziana</i> (Keyserling)	—	—	—	3	7	6	—	3/2	16
<i>Trochosa terricola</i> Thorell	—	—	—	—	1	—	—	1/1	1
Agelenidae									
<i>Cicurina brevis</i> (Emerton)	—	—	—	1	2	—	—	2/1	3
<i>Cryphoeca montana</i> Emerton	1	—	1	3	2	1	8	6/3	16
Hahniidae									
<i>Neoantistea magna</i> (Keyserling)	—	—	—	1	—	2	—	2/2	3
Theridiidae									
<i>Robertus riparius</i> (Keyserling)	2	—	—	—	—	—	—	1/1	2
<i>Theridion sexpunctatum</i> Emerton	—	—	1	1	—	—	—	2/2	2
Mimetidae									
<i>Ero</i> sp.	—	—	—	1	—	—	—	1/1	1
Linyphiidae: Linyphiinae									
<i>Bathyphantes pallidus</i> (Banks)	—	—	—	1	—	—	2	2/2	3
<i>Lepthyphantes alpinus</i> (Emerton)	—	—	—	—	—	—	1	1/1	1
<i>L. intricatus</i> (Emerton)	1	—	—	—	—	3	6	3/2	10
<i>L. zebra</i> (Emerton)	—	10	4	—	—	—	—	2/1	14
<i>L. turbatrix</i> (O. P.-Cambridge)	—	—	—	—	—	1	—	1/1	1
<i>Meioneta?</i> sp.*	—	—	—	—	—	—	2	1/1	2
<i>Microneta viaria</i> (Blackwall)	—	—	—	—	—	—	1	1/1	1
<i>Oreonetides vaginatus</i> (Thorell)	—	—	—	—	—	—	1	1/1	1
<i>Porrhomma terrestris</i> (Emerton)	1	—	—	—	—	—	—	1/1	1
Linyphiidae: Erigoninae									
<i>Ceraticelus laetabilis</i> (O. P.-Cambridge)	—	—	—	1	1	—	—	2/1	2
<i>Diplocentria bidentata</i> (Emerton)	—	—	—	—	—	—	1	1/1	1
<i>Gonatium crassipalpus</i> Bryant	—	—	—	2	—	—	—	1/1	2
<i>Islandiana flaveola</i> (Banks)	—	—	—	—	—	1	—	1/1	1
<i>Metopobactrus prominulus</i> (O. P.-Cambridge)	—	—	—	—	—	1	—	1/1	1
<i>Sisicottus montanus</i> (Emerton)	—	—	—	—	—	1	1	2/1	2
<i>Tapinocyba minuta</i> **	—	—	—	1	—	—	—	1/1	1
<i>Tunagyna debilis</i> (Banks)	—	—	—	—	—	2	—	1/1	2
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> O. P.-Cambridge	—	—	—	1	—	1	—	2/2	2
<i>W. castanea</i> (Emerton)	—	—	—	—	1	—	1	2/2	2
<i>W. exigua</i> Millidge	—	—	—	4	—	2	—	2/2	6
<i>Zornella cultrigera</i> (L. Koch)	—	—	—	1	—	—	1	2/2	2
Total									242

\* Probably an undescribed species.

\*\* *T. minuta* sensu Crosby & Bishop (1933: figs 49-53), which is probably not identical with *Lophocarenum minutum* Emerton (see Kaston, 1981: figs 499, 500, 524).

I. It was colonized by *Thuja occidentalis*, *Abies balsamea* and *Betula papyrifera* Marsh. Series 1 (4 traps) was more shaded, especially by *Thuja*; the main herbaceous plants were *Solidago hispida* Muhl., *Linnaea borealis* L., *Campanula rotundi-*

*folia* L., *Asplenium viride* Hudson and *Carex eburnea* Boott. Series 2 (4 traps) was a more open, although shaded site, *Linnaea borealis* being the dominant herbaceous species; *Asplenium* and *Solidago* also occurred, as well as

*Carex eburnea* and *C. concinna* Br. The altitude of the site was about 300 m.

III. The cliffs near Lac au Renard are in the westernmost part of the Forillon Park, about 7 km from the northern and 9 km from the southern shore. Of the studied sites, it is the most arctic, based on its vegetation (Morisset, 1979). Series 1 (4 traps) was situated at the foot of a vertical high cliff. The site was rather open and mesic; plants included *Asplenium viride*, *Anemone parviflora* Michx., *Saxifraga aizoon* Jacq., *S. oppositifolia* L., *Primula laurentiana* Fern. *Salix vestita* Pursh and some small tree saplings (see series 2). Series 2 (4 traps) was shaded by trees [*Picea glauca* (Moench) Voss, *Abies balsamea*, *Thuja occidentalis* and *Betula papyrifera*]. The site was partly covered by moss (*Dicranum*, *Hylocomium*), and *Asplenium viride*; *Solidago hispida*, *Anemone parviflora*, *Campanula rotundifolia* and *Salix vestita* were the main herbaceous and shrub species. The approximate altitude of the site was 250 m.

All studied cliffs were facing towards the north or the northeast. About 240 identifiable spider specimens were collected.

### Results and discussion

The number of species found was as follows: 14 species at cliff I, 21 at cliff II and 25 at cliff III. The total number of species was 39, of which 21 belonged to the family Linyphiidae (*s.lat.*) (Table I). The most abundant species at site I were *Pardosa lapidicina* (22 individuals), *Wadotes calcaratus* (19), *Lepthyphantes zebra* (14), *Agroeca ornata* (6) and *Zelotes fratris* (4). Site II was dominated by *Wadotes calcaratus* (20), *Pardosa mackenziana* (10), *Callobius bennetti* (7), *Cryphoeca montana* (5) and *Walckenaeria exigua* (4). The most abundant species at site III were *Wadotes calcaratus* (23), *Callobius bennetti* (14), *Cryphoeca montana* (9), *Lepthyphantes intricatus* (9), *Pardosa mackenziana* (6) and *Zelotes fratris* (5).

The most frequently trapped species, which were caught on every studied site, were *Wadotes calcaratus* (7/7 trap series), *Cryphoeca montana* (6), *Zelotes fratris* (5), *Neon nelli* (4) and *Callobius bennetti* (4) (Table I). *Pardosa mackenziana*, *Clubiona canadensis*, *Ozyptila* sp. and *Lepthyphantes intricatus* were all found in three trap series.

Twenty-three of the 39 species caught were found only at one site (cliff) (Table I). Some of them were abundant, such as *Pardosa lapidicina* and *Lepthyphantes zebra* at site I, but most of these species were represented by a few individuals only.

The following species have a northern range in eastern Canada: *Lepthyphantes alpinus*, *L. turbatric*, *Oreonetides vaginatus*, *Zornella cultrigera*, and probably *Sisicottus montanus*. All of these belong to the family Linyphiidae. These spiders are subarctic-alpine species, known south of (sub)arctic areas on mountains, e.g., in Newfoundland, Gaspé Peninsula, Charlevoix Highlands and New Hampshire (cf. Emerton, 1914; Hackman, 1954; Koponen, 1987). Proportion of the five northern, subarctic-alpine spiders was 12.8 % of all the species found, and as high as 20.0 % at site III. Also, *Pardosa mackenziana*, *Diplocentria bidentata* and *Metopobactrus prominulus* have a northern general distribution. All of these eight northern species were caught at site III, two at site II and none at site I.

The spider fauna of site I was clearly more southern. At all sites several thermophilous species with a southern range were found, and many of them were trapped in numbers. For example, *Coras montanus*, *Wadotes calcaratus*, *Pardosa lapidicina*, *Cicurina brevis* and *Cryphoeca montana* have been collected frequently in the northeastern United States and eastern Canada; most species have been collected in Newfoundland, but they seem to be at the northern limit of their continental range on the Forillon cliffs. Cliffs are known to harbour southern spider species, e.g., in Finnish Lapland (Lindqvist, 1964).

No real arctic-alpine species was found on the Forillon cliffs. This contrasts with the situation of the high mountains of the North Appalachians (e.g., Mont Albert and Mount Washington) where some true arctic-alpine spiders have been found (Koponen, 1987). The spider fauna of Forillon's cliffs, especially at site III, resembled that of low alpine summits and of the treeline area in the Charlevoix mountains (47°40'N, about 900 m.; see Koponen, 1987). A marked number of northern species were found at site III and some also at site II. Generally, the spider fauna corresponded with the vegetation, and cliffs with many arctic-alpine plant species were also inhabited by northern spider species.

A special habitat for further studies could be the space between stones deep in the talus slopes. Ruzicka (1990) showed that a special spider fauna, including relict species, occurs in stony slopes in Central Europe.

### Acknowledgments

I wish to thank the staff of the Forillon National Park for logistical help; this work was done under the permission no. Forillon 90006 by Parks Canada. Professor Pierre Morisset helped in planning the study. He as well as Ms Heli Hurme and Mr Martin Dubé participated in the field work. Mr Étienne Girard made the map. Support from the Centre d'études nordiques (Université Laval) is gratefully acknowledged.

### References

- CROSBY, C. R. & S. C. BISHOP, 1933. American spiders: Erigoneae, males with cephalic pits. — *Ann. ent. Soc. Am.*, 26: 105-182.
- EMERTON, J. H., 1914. Geographical distribution of spiders in New England. — *Appalachia*, 13(2): 143-159.
- HACKMAN, W., 1954. The spiders of Newfoundland. — *Acta zool. fenn.*, 79: 1-99.
- KASTON, B. J., 1981. Spiders of Connecticut (Revised edition). — *Bull. Conn. St. geol. nat. Hist. Surv.*, 70: 1-1020.
- KOPONEN, S., 1987. Communities of ground-living spiders in six habitats on a mountain in Quebec, Canada. — *Holarct. Ecol.*, 10: 278-285.
- LINDQVIST, O. V., 1964. The spider fauna of the cliffs in eastern Finnish Lapland. — *Rep. Kevo Subarctic Res. Stn*, 1: 288-291.
- MORISSET, P., 1971. Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence. — *Naturaliste can.*, 98: 167-177.
- MORISSET, P., 1979. Localisation et abondance des plantes vasculaires arctiques-alpines et rares des falaises du Parc National Forillon. — *Parcs Canada, Québec (Rapport final — contrat 77-274)*.
- MORISSET, P., J. BÉDARD & G. LEFEBVRE, 1983. The rare plants of Forillon National Park. — *Parcs Canada, Québec*, 52 p.
- RUZICKA, V., 1990. The spiders of stony debris. — *Acta zool. fenn.*, 190: 333-337.



# Répartition biogéographique des algues marines benthiques sur les côtes du Québec<sup>1</sup>

André CARDINAL

*GIROQ*

*Département de biologie, Université Laval  
Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4*

## Résumé

On trouvera dans ce travail la répartition de 240 taxons d'algues marines benthiques selon neuf zones pour l'ensemble du territoire maritime du Québec. Des comparaisons sont faites entre ces différentes zones, de même qu'entre la flore du Québec et celle de Terre-Neuve, de l'ensemble des côtes de l'est du Canada et de l'Atlantique nord. De plus, la bibliographie présente tous les travaux qui ont été publiés sur les algues marines benthiques des côtes du Québec.

## Abstract

This paper deals with the distribution of 240 taxa of marine benthic algae in nine zones for the whole maritime coast of Québec. Comparisons are made between those different zones as well as between the Québec flora and the floras of Newfoundland, Eastern Canada and the North Atlantic Ocean. Moreover, one can find in the bibliography all the literature published on the marine benthic algae of Québec coasts.

## Introduction

Nous possédons aujourd'hui beaucoup d'information publiées sur la composition de la flore des algues marines benthiques de l'est du Canada, à la suite de relevés bibliographiques, d'inventaires et de mises à jour, entre autres celles de Cardinal (1968), South & Cardinal (1973) et South (1984). Forts de cette information, South & Tittley faisaient paraître, en 1986, un travail sur la répartition des algues benthiques sur les deux rives de l'Atlantique nord, soit depuis les Açores jusqu'au Spitsberg à l'est, et de la Virginie jusqu'à l'Arctique canadien à l'ouest. Toutefois, on ne peut trouver aujourd'hui de travail où sont colligées les nombreuses informations caractérisant plus particulièrement l'ensemble des côtes québécoises; c'est ce à quoi nous voulons pallier ici. Ces informations ont été puisées dans plus d'une cinquantaine de documents parus depuis le milieu du siècle dernier et dont la liste complète apparaît dans les références et l'annexe I.

Les plus anciennes informations que nous avons pu retracer sont puisées dans une publication de Kemp (1860), qui souligne la présence d'une cinquantaine de taxons dans l'estuaire du Saint-Laurent, puis dans les rapports de Saint-Cyr (1886a, 1886b, 1887) où l'on retrouve l'énumération d'une dizaine d'espèces récoltées dans la même région. Par la suite, Schmitt (1904) complète une monographie de l'île d'Anticosti, où sont signalées une vingtaine d'espèces d'algues benthiques.

Ensuite, paraissent un travail de Prat (1933) décrivant les zones de végétation au voisinage de Trois-Pistoles (estuaire maritime du Saint-Laurent) et un d'Adams (1938) mentionnant la présence de 33 taxons sur les côtes de l'île d'Anticosti. Gauvreau (1956) publie une compilation de ses travaux antérieurs, essentiellement son mémoire de maîtrise (Gauvreau, 1939) et y présente des informations sur la répartition de quelque 140 taxons sur les rives du Québec.

Ce n'est toutefois qu'à compter de 1960 que s'intensifient les recherches sur les algues marines benthiques dans l'est du Canada, en particulier

<sup>1</sup> Contribution au programme du GIROQ (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec)

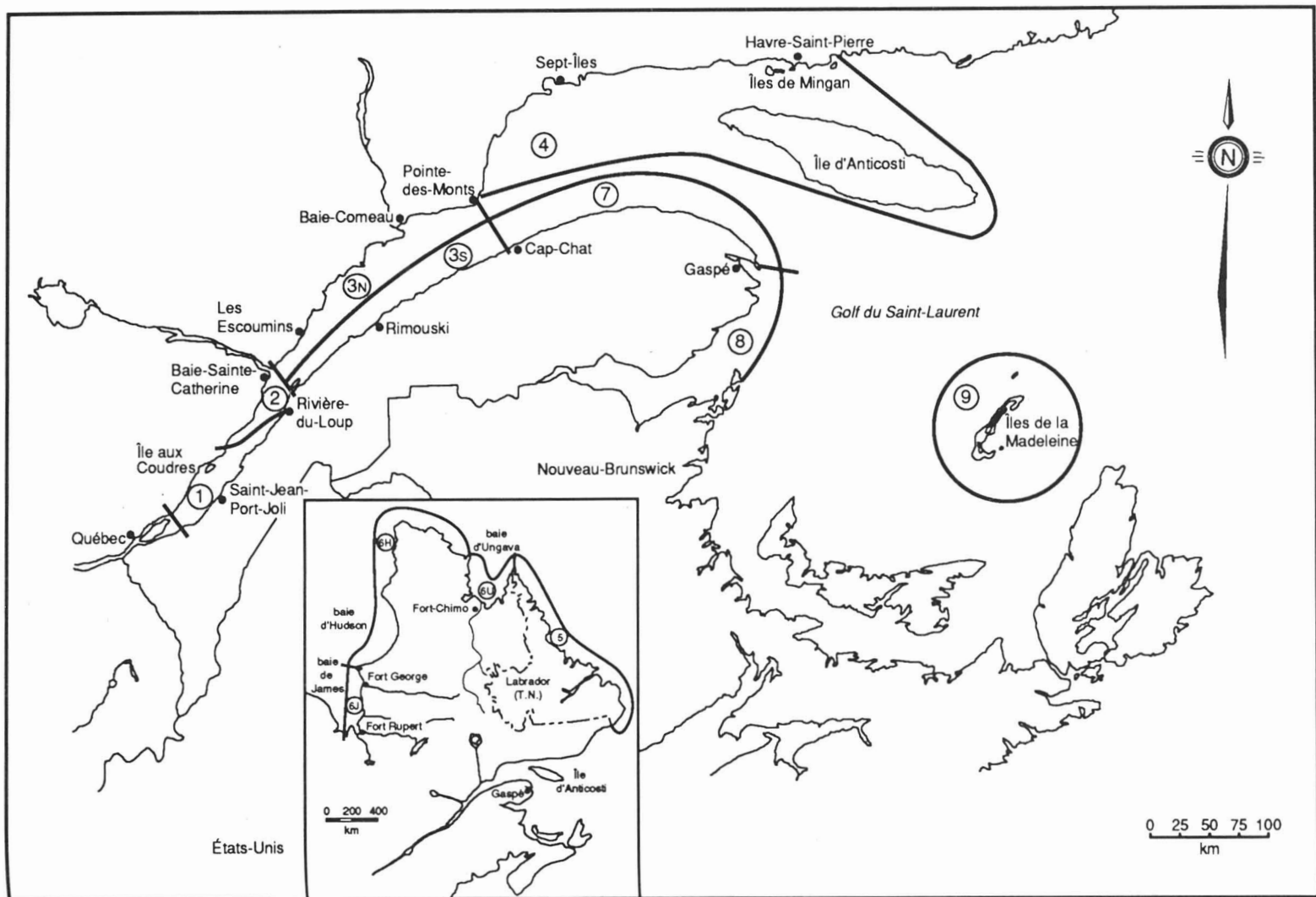


Figure 1. Ensemble du territoire maritime du Québec et limites des neuf zones décrites dans le texte. En cartouche, les côtes du Nouveau-Québec et du Labrador.

sur les aspects floristiques jusque-là peu approfondis. C'est en effet à cette époque qu'arrivent simultanément une dizaine de chercheurs, spécialistes des algues marines, à Terre-Neuve, dans les Provinces maritimes et au Québec. Une quarantaine de travaux pertinents aux côtes québécoises sont parus depuis ce moment, augmentant ainsi considérablement nos connaissances sur la répartition des algues benthiques dans l'est du Canada.

### Régions inventoriées

Dans le présent travail, nous avons divisé le milieu maritime québécois en neuf zones (fig. 1); nous nous sommes inspirés pour cette division des travaux de Dionne (1963), Brunel (1970) et de Ghanimé *et al.* (1990). Afin d'éviter une discontinuité importante, nous avons inclus la côte du Labrador (Terre-Neuve) pour laquelle nous disposons de nombreuses données. Pour chacune de ces zones, nous indiquons ci-dessous les principales sources d'information.

- 1: Partie amont de l'estuaire moyen du Saint-Laurent (Cardinal & Villalard, 1971; Gauthier *et al.*, 1980)
- 2: Partie aval de l'estuaire moyen du Saint-Laurent (Cardinal & Villalard, 1971; Gauthier *et al.*, 1980)
- 3 N & S: Estuaire maritime du Saint-Laurent, rives nord (N) et sud (S) (Cardinal & Villalard, 1971)
- 4: Côte nord du golfe du Saint-Laurent (Cardinal & Villalard, 1971; Cardinal, 1980)
- 5: Labrador (Wilce, 1959; South, 1976; Hooper & Whittick, 1984)
- 6 J,H&U: Nouveau-Québec: Baie de James (J) (Breton-Provencher & Cardinal, 1978), Baie d'Hudson (H) (Breton-Provencher & Cardinal, 1978; Keats *et al.*, 1989) et baie d'Ungava (U) (Wilce, 1959; Lee, 1980)
- 7: Côte nord gaspésienne (Carrière, 1978; Dunbar *et al.*, 1980; Lee & Sutherland, 1972)
- 8: Baie des Chaleurs et baie de Gaspé (Cardinal, 1967 a, b, c)
- 9: Îles-de-la-Madeleine (De Sève *et al.*, 1979)

Il est à noter que la zone située entre Havre-Saint-Pierre et la frontière du Labrador, sur la côte nord du golfe du Saint-Laurent, n'est pas

incluse, faute d'information. La nomenclature et la taxonomie utilisées s'appuient en presque totalité sur le récent travail de South & Tittley (1986).

### Résultats et discussion

La compilation des informations contenues dans ces travaux a permis de relever la présence de 240 taxons dans la région à l'étude (Annexe II). De ce nombre, 14 taxons n'ont été observés que sur la côte du Labrador (Terre-Neuve) et 9 sur la rive sud de la baie des Chaleurs (Nouveau-Brunswick). Nous tenons toutefois à maintenir ces mentions puisqu'il s'agit là de régions immédiatement contiguës aux côtes québécoises (Nouveau-Brunswick) ou, plus encore, qui y forment une enclave (Labrador).

Les données qui apparaissent dans le tableau I illustrent jusqu'à un certain point les efforts de recherche consentis dans les différentes zones. Ainsi, il n'est pas étonnant que l'on ait signalé dans les zones de la baie des Chaleurs (n° 8), du Labrador (n° 5) et du Moyen-Nord québécois (n° 6) le plus grand nombre de taxons, les chercheurs y ayant concentré le plus gros de leurs efforts. Par ailleurs, le faible nombre de taxons dans la partie amont de l'estuaire du Saint-Laurent (Estuaire moyen, n° 1, n° 2) est plutôt attribuable à la diminution de la salinité qu'à un manque d'information. Les zones de la côte nord du Golfe (n° 4), de la partie nord de la péninsule de Gaspé (n° 7) de même que des Îles-de-la-Madeleine (n° 9) n'ont été visitées que très sporadiquement. L'île d'Anticosti entre autres (comprise dans la zone n° 4) a été fort négligée et recèle vraisemblablement une composition floristique particulière puisque l'on y a récolté (Adams, 1938) des espèces caractéristiques des eaux plus chaudes, telles la Rhodophyte *Dumontia contorta* ou la Phéophyte *Leathesia difformis*, espèces non observées dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, la baie de Gaspé ou la rive nord de la baie des Chaleurs.

Les 240 taxons signalés sur les côtes québécoises représentent 70 % du total observé sur les côtes de l'est du Canada (tableau I). Par ailleurs, ce nombre se rapproche beaucoup de celui fourni par South (1983) pour Terre-Neuve (254) où, depuis plusieurs années, les phycologues ont accordé beaucoup d'importance aux aspects floristiques. Cependant, force est d'observer que ce nombre, comparé à l'ensemble des taxons retrouvés sur les deux côtes de l'Atlantique (1170)

TABLEAU I

Nombre total de taxons et indice R&C/P selon les grands phylums sur les côtes du Québec (a), de Terre-Neuve (b), de l'est du Canada (c) et de l'ensemble des côtes de l'Atlantique Nord (d)

	Chlorophytes	Phéophytes	Rhodophytes	Total	R&C/P
a)	72	83	85	240	1,89
b)	64	90	100	254	1,82
c)	90	128	128	346	1,70
d)	253	324	539	1170	2,44

dénote bien une très faible diversité attribuable aux eaux québécoises nettement plus froides. En effet, moins du tiers de cette flore peut être qualifié d'amphi-atlantique, la grande majorité des taxons étant confinée aux rives orientales. Parmi les espèces amphi-atlantiques, les Phéophytes dominant nettement, alors que les Rhodophytes sont les plus importantes dans le contingent européen (South, 1987).

Nous n'entendons pas ici faire une étude biogéographique approfondie pour la région à l'étude, South (1983, 1987) et Lüning (1990) entre autres s'étant chargé de ce travail pour l'est du Canada et l'Atlantique nord. Il est toutefois intéressant de comparer la composition floristique des ensembles de l'est du Canada selon l'indice développé par Cheney (1977): Rhodophytes + Chlorophytes / Phéophytes (R&C/P) (tableaux I et II). Nous constatons que cet indice, généralement utilisé pour comparer des flores entre grandes régions biogéographiques, permet ici de mettre en évidence des distinctions à une échelle beaucoup plus réduite. Selon cet indice, le nombre de Chlorophytes et de Rhodophytes augmente considérablement depuis le nord jusqu'aux tropiques, les valeurs inférieures à 3 caractérisant

une flore arctique ou tempérée-froide, alors que les valeurs pouvant atteindre 6 caractérisent le milieu tropical. Force est de constater que cet indice ne dépasse pas 2,0 sur les côtes du Québec et de l'est du Canada, sauf dans les eaux saumâtres de l'estuaire moyen du Saint-Laurent [n° 1 (2,21) et n° 2 (2,14)]; l'écart de ces dernières valeurs ne repose pas surtout sur la température ambiante, mais plutôt sur la salinité réduite qui favorise la présence d'algues vertes plus tolérantes tels les genres *Enteromorpha* et *Cladophora*, ce qui contribue à faire augmenter l'indice de Cheney. Ainsi, pour tout le Québec, cet indice (1,89) est comparable à celui calculé pour les côtes de l'est du Canada (1,70), et de Terre-Neuve (1,82); il s'éloigne par contre très sensiblement, et pour cause, de celui calculé pour l'ensemble des algues de l'Atlantique nord (2,44).

Sur les côtes du Québec même, cet indice varie aussi sensiblement. Il passe de 1,38 sur les côtes du Nouveau-Québec (n° 6) à 1,81 et 1,83 respectivement dans la baie des Chaleurs – baie de Gaspé (n° 8) et aux Îles-de-la-Madeleine (n° 9). Des valeurs intermédiaires sont trouvées sur les côtes du Labrador (1,61, n° 5) et la côte

TABLEAU II

Répartition du nombre de taxons des trois grands phylums d'algues marines benthiques et indice R&C/P selon les zones du Québec

Zones:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Chlorophytes	18	19	40	19	36	31	16	52	22
Phéophytes	19	22	40	34	57	52	27	63	37
Rhodophytes	24	28	40	27	56	41	24	63	45
Total	61	69	120	80	149	124	67	178	104
Indice R&C/P	2,21	2,14	2,00	1,35	1,61	1,38	1,48	1,83	1,81



nord de la Gaspésie (1,48, n° 7); les basses valeurs dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent sont plutôt attribuables à de faibles salinités.

La présence ou l'absence d'un certain nombre d'espèces contribuent à faire varier les valeurs de cet indice, alors qu'elles atteignent, selon les cas, leurs limites de répartition nord ou sud sur nos côtes. En nous en tenant toutefois aux seules espèces macroscopiques, on peut ainsi mentionner certaines Phéophytes (*Giffordia intermedia*, *Feldmannia paradoxa*, *Halonema subsimplex*, *Halothrix lumbricalis* et *Stilophora rhizodes*) ou Rhodophytes (*Gloiosiphonia capillaris*, *Gracilaria tikvahiae* et *Gymnogongrus crenulatus*) qui ne sont présentes que dans la baie des Chaleurs et (ou) les Îles-de-la-Madeleine, atteignant là leurs limites nord de distribution au Québec. C'est également le cas pour *Pneophyllum lejolisii* et *Acinetospora crinita*, bien que leur présence ait été signalée au Groenland, de même que pour *Polysiphonia nigra*, *Stictyosiphon griffithsianus* et *Callithamnion tetragonum* récoltées à Terre-Neuve. Pour leur part, *Spongonema tomentosum* (Phéophyte) et *Chondrus crispus* (Rhodophyte) ne dépassent pas, au nord, la côte nord de la péninsule gaspésienne, mais ont également été observées à Terre-Neuve. De la même façon, on peut mentionner les Phéophytes *Papenfussiella callitricha* et *Laminaria solidungula* de même que la Rhodophyte *Kallymenia schmitzii* qui n'ont pas été retrouvées au sud de la côte nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, atteignant là leur limite sud de répartition.

En somme, la flore marine benthique des côtes québécoises est bien représentative des eaux froides, arctiques, sub-arctiques et tempérées froides comme l'indique l'indice de Cheney. Avec une représentation de 69 % (240/346) de l'ensemble des algues retrouvées dans l'est du Canada, on peut affirmer que la phase d'inventaire est fort avancée. En effet, si l'on considère que les grands efforts consacrés aux aspects floristiques par les nombreux chercheurs à Terre-Neuve ont permis de retracer 254 taxons (73 % de la flore de l'est du Canada), seule une attention portée sur des espèces de très petite taille permettrait d'augmenter sensiblement ce nombre au Québec.

### Remerciements

Ce travail a pu être complété grâce à l'appui financier du Conseil des recherches en sciences naturelles et

en génie du Canada, de même que du Fonds pour la formation des chercheurs et l'aide à la recherche du Québec. Nous adressons également nos remerciements à la Direction de la conservation et du patrimoine écologique du ministère de l'Environnement du Québec, qui a financé une grande partie de la phase finale cette recherche et en a autorisé la publication. Enfin, nous sommes reconnaissants à Carolyn J. Bird et G. Robin South pour leurs commentaires sur ce travail.

### Références

- ADAMS, J., 1938. Some marine algae from Anticosti Island and the Gaspé Peninsula. — Can.Fld-Nat., 52: 10-11.
- BRETON-PROVENCHER, M. & A. CARDINAL, 1978. Les algues marines benthiques des baies de James et d'Hudson: état actuel des connaissances et nouvelles données sur les parties méridionales de ces régions. — Naturaliste can., 105: 277-284.
- BRUNEL, P., 1970. Les grandes divisions du Saint-Laurent: 3<sup>e</sup> commentaire. — Rev. Géogr. Montréal, 24: 291-294.
- CARDINAL, A., 1967a. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé. I. Phéophycées. — Naturaliste can., 94: 233-271.
- CARDINAL, A., 1967b. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé. II. Chlorophycées. — Naturaliste can., 94: 447-469.
- CARDINAL, A., 1967c. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé. III. Rhodophycées. — Naturaliste can., 94: 735-760.
- CARDINAL, A., 1968. Répertoire des algues marines benthiques de l'est du Canada. — Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec, Stn biol. mar., Cah. Inf. n° 48, 213 p.
- CARDINAL, A., 1980. La végétation marine benthique littorale des îles de l'archipel de Mingan. — Rapport à la Direction des réserves écologiques et des sites naturels, ministère de l'Environnement du Québec, 66 p., 78 ill.
- CARDINAL, A. & M. VILLALARD, 1971. Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec). — Naturaliste can., 98: 887-904.
- CARRIÈRE, J. B., 1978. Océanographie de la péninsule de Forillon. — Rapport au ministère des Affaires indiennes et du nord canadien, Div. parcs nat. & lieux hist.
- CHENEY, D. P., 1977. R&C/P. A new and improved ratio for comparing seaweed floras. — J. Phycol., 13, suppl.: 12.

- DE SÈVE, M., A. CARDINAL & M. E. GOLDSTEIN, 1979. Les algues marines benthiques des Îles-de-la-Madeleine (Québec). — *Proc. Nova Scotian Inst. Sci.*, 29: 223-233.
- DIONNE, J. C., 1963. Vers une définition plus adéquate de l'estuaire du Saint-Laurent. — *Z. Geomorph.*, 7: 36-44.
- DUNBAR, M. J., D. C. MacLELLAN, A. FILION & D. MOORE, 1980. The biogeographic structure of the Gulf of St. Lawrence. — *Marine Sciences Center, McGill University, Montréal.*
- GAUTHIER, B., A. CARDINAL & J. H. HIMMELMAN, 1980. Limites amont de distribution des algues marines benthiques dans l'estuaire du Saint-Laurent (Québec), et additions de quelques espèces à la flore de cette région. — *Naturaliste can.*, 107: 195-197.
- GAUVREAU, M., 1939. Les algues marines du Québec. — *Mémoire de M.Sc., Université de Montréal*, 212 p.
- GAUVREAU, M., 1956. Les algues marines du Québec. — *Jardin botanique de Montréal*, 147 p.
- GHANIMÉ, L., J. L. DESGRANGES, S. LORANGER & COLLABORATEURS, 1990. Les régions biogéographiques du Saint-Laurent. — *Rapp. tech. Lavalin Envir. Inc. pour Environnement Canada et Pêches et Océans Canada*, pagination multiple plus annexes.
- HOOPER, R. G. & A. WHITTICK, 1984. The benthic marine algae of the Kaipokok Bay, Makkovik Bay and Big River Bay region of the central Labrador Coast. — *Naturaliste can.*, 111: 131-138.
- KEATS, D. W., J. M. GREEN & R. G. HOOPER, 1989. Arctic algal communities in the region of the Nuvuk Islands, northeastern Hudson Bay, Canada. — *Naturaliste can.*, 116: 53-59.
- KEMP, A. F., 1860. A classified list of marine algae from the Lower St. Lawrence, with an introduction for amateur collectors. — *Can. Nat. & Geol.*, 5: 30-42.
- LEE, R. K. S., 1980. A catalogue of the marine algae of the Canadian Arctic. — *Natn. Mus. nat. Sci., Ottawa, Publ. Bot.* n° 9, p. 1-82.
- LEE, R. K. S. & A. L. SUTHERLAND, 1972. Benthic marine algal survey of Kouchibouguac and Forillon national parks. — *Rapp. Div. parcs nat. Canada*, 20 p.
- LÜNING, K., 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology. — *John Wiley & Sons, New York*, 527 p.
- PRAT, H., 1933. Les zones de végétation et les faciès des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent, au voisinage de Trois-Pistoles. — *Naturaliste can.*, 60: 93-136.
- SAINT-CYR, D. N., 1886a. Liste des plantes recueillies par M. Saint-Cyr sur la Côte Nord et les îles du golfe Saint-Laurent, durant les étés 1882 et 1885. — *Documents de la Session, Québec*, n° 37, p. 83.
- SAINT-CYR, D. N., 1886b. Catalogue des plantes de la collection botanique du musée de l'Instruction publique. — *Documents de la Session, Québec*, n° 37, p. 152-158.
- SAINT-CYR, D. N., 1887. Catalogue des plantes de la collection du musée de l'Instruction publique récoltées par D. N. Saint-Cyr, jusqu'en mille huit cent quatre-vingt-cinq, ou acquises par échange ou par achat. — *Documents de la Session, Québec*, n° 17B, p. 174-179.
- SCHMITT, J., 1904. Monographie de l'île d'Anticosti. — *Thèse de doctorat à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris*, 370 p., 42 figs, 1 carte.
- SOUTH, G. R., 1976. Checklist of marine algae from Newfoundland, Labrador and Miquelon. First revision. — *Mar. Sci. Res. Lab., Memorial University, Tech. Rep. no. 19*, p. 1-36.
- SOUTH, G. R., 1983. Benthic marine algae. — Pages 385-420 *in* G. R. South (ed.). *Biogeography and ecology of the island of Newfoundland*. W. Junk Publ., The Hague.
- SOUTH, G. R., 1984. A checklist of marine algae of eastern Canada. Second revision. — *Can. J. Bot.*, 62: 680-704.
- SOUTH, G. R., 1987. Biogeography of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean. An overview. — *Helgol. Meeresunters.*, 41: 273-282.
- SOUTH, G. R., & A. CARDINAL, 1973. Contribution to the flora of marine algae of Eastern Canada. I. Introduction, historical review and key to the genera. — *Naturaliste can.*, 100: 605-630.
- SOUTH, G. R. & I. TITTLE, 1986. A checklist and distributional index of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean. — *Huntsman Marine Laboratory & British Museum (Natural History), St Andrews & London*, 76 p.
- WILCE, R. T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and Northwest Newfoundland. — *Bull. natn Mus. Can.*, n° 158, p. 1-103.

## Annexe I

Références non citées dans le texte, mais complétant l'information bibliographique existante sur les algues marines benthiques du Québec

- ADEY, W. H., 1966. Distribution of saxicolous crustose corallines in the Northwestern North Atlantic. — *J. Phycol.*, 2: 49-54.
- ANONYME, 1990. Faune et flore benthiques littorales, réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan. — Procéan, Rapp. au Service canadien des parcs, Environnement Canada, 148 p. plus annexes.
- BELL, H. P. & C. MacFARLANE, 1933. Marine algae from Hudson Bay. — *Contr. Can. Biol. Fish.*, 8: 65-69.
- BELL, H. P. & C. MacFARLANE, 1938. Some marine algae from Labrador, Hudson Bay and Arctic Canada. — *Can. Fld-Nat.*, 52: 9-10.
- BRETON-PROVENCHER, M., & A. CARDINAL, 1978. Le macrophytobenthos du détroit de Manitousuk (baie d'Hudson) (étés 1976, 1977). — GIROQ, Rapport à l'Hydro-Québec (projet Grande-Baleine, Études océanographiques dans la baie d'Hudson; Mandat d'avant-projet préliminaire Hydro-Québec/OGB 76-1), 29 p.
- CARDINAL, A., 1965. Liste préliminaire des algues benthiques de la baie des Chaleurs. — Rapp. ann. 1964, Stn biol. mar. Grande-Rivière, Québec, p. 41-51.
- CARDINAL, A., 1966. Additions à la liste des algues benthiques de la baie des Chaleurs. — Rapp. ann. 1965, Stn biol. mar. Grande-Rivière, Québec, p. 35-43.
- CARDINAL, A., 1967. Liste préliminaire des algues marines des Îles-de-la-Madeleine. — Rapp. ann. 1966, Stn biol. mar. Grande-Rivière, Québec, p. 29-33.
- CARDINAL, A., 1968. Sur quelques algues marines nouvelles pour le golfe du Saint-Laurent. — *Naturaliste can.*, 95: 951-956.
- CARDINAL, A., 1990. Les algues marines benthiques macroscopiques. — Pages 1-22 in A. Cardinal, F. Lutzoni & L. Fortin. État des connaissances sur les algues marines benthiques macroscopiques, les lichens et les bryophytes du couloir du Saint-Laurent. Rapp. Dir. conserv. patrimoine écol., ministère de l'Environnement, Québec, 61 p.
- CARDINAL, A., & M. BRETON-PROVENCHER, 1978. Cartographie des ressources biologiques littorales de l'estuaire du Saint-Laurent. — Comité d'études sur le Saint-Laurent, Services de protection de l'environnement du Québec, 149 p., 58 figs.
- CARDINAL, A., J. CABIOC'H & L. GENDRON, 1978. Les corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonémiales) des côtes du Québec. I. *Clathromorphum*. — *Cah. Biol. mar.*, 19: 175-187.
- CARDINAL, A., J. CABIOC'H & L. GENDRON, 1979. Les corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonémiales) des côtes du Québec. II. *Lithothamnium*. — *Cah. Biol. mar.*, 20: 171-179.
- CARDINAL, A. & L. LEGENDRE, 1977. Relevés sommaires du phytobenthos à la baie de Rupert à l'été 1976. Étude sur la baie de Rupert. — Mandat SEBJ/NBR-E-3; Complexe NBR, 26 p.
- CEDERCREUTZ, C., 1944. Fresh-water algae from Labrador. — *Mém. Soc. Fauna Flora fenn.*, 19 (1942-1943): 216-222.
- FARLOW, W. G., 1886. Notes on arctic algae: based principally on collections made at Ungava Bay by Mr. L. M. Turner. — *Proc. Am. Acad. Arts Sci.*, 31, n.s., 13: 469-477.
- GARDNER, G., 1937. Liste annotée des espèces de Ptéridophytes, de Phanérogames et d'algues marines récoltées sur la côte du Labrador, à la baie d'Hudson et dans le Manitoba nord, en 1930 et 1933. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 84: 19-51, 9 pl.
- GAUTHIER, B., 1977. Recherches des limites biologiques du Saint-Laurent (phytogéographie du littoral). — Thèse de Ph.D., Université Laval, Québec, 233 p.
- HIMMELMAN, J. H., 1991. Diving observations of subtidal communities in the Northern Gulf of St. Lawrence. — Pages 319-332 in J. C. Therriault (ed.). Le golfe du Saint-Laurent: petit océan ou grand estuaire? *Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat.*, 113: 359 p.
- HOWE, M. A., 1927. Report on a collection of marine algae made in Hudson Bay. — *Rep. Can. Arctic Exped.*, 1913-1918, 4, Botany part B: 18-30.
- SETCHELL, W. A. & F. S. COLLINS, 1908. Some algae from Hudson Bay. — *Rhodora*, 10: 114-116.
- SOUTH, G. R. & A. CARDINAL, 1970. A checklist of marine algae of Eastern Canada. — *Can. J. Bot.*, 48: 2077-2095.
- SOUTH, G. R. & R. G. HOOPER, 1972. Additions to the benthic marine flora of insular Newfoundland, II, with remarks on some species new for southern Labrador. — *Naturaliste can.*, 99: 263-270.
- VILLALARD, M., 1966. Les ulvacées tubuleuses et filamenteuses de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Province de Québec). — *Mémoire de M.Sc.*, Université de Montréal, 59 p., 34 pl.
- VILLALARD, M., 1967. Les ulvacées tubuleuses et filamenteuses de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). — *Naturaliste can.*, 94: 359-366.

## Annexe II

Répartition des algues marines benthiques au Québec et au Labrador, selon les huit zones maritimes telles qu'elles apparaissent à la figure 1

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CHLOROPHYTA									
CHAETOPHORALES									
Chaetophoraceae									
<i>Uronema curvata</i> Printz.									x
ULOTRICHALES									
Ulotrichaceae									
<i>Eugomontia sacculata</i> Kornm.					x				
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. in Le Jol.	x	x	NS		x	UH	x	x	
<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.			S				x	x	
<i>Ulothrix laetevirens</i> (Kütz.) F. Collins			S						
<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille						U			
CTENOCLADALES									
Ctenocladaceae									
<i>Pseudoclonium fucicola</i> (Rosenv.) R. Neils.					x				
<i>Pseudoclonium submarinum</i> Wille			S		x	H		x	
Ulvellaceae									
<i>Acrochaete repens</i> N. Pringsh. (incl. <i>A. parasitica</i> Oltm.)					x				
<i>Acrochaete viridis</i> (Reinke) R. Neils. ( <i>Entocladia viridis</i> Reinke)				x	x	H		x	
<i>Acrochaete wittrockii</i> (Wille) R. Neils. ( <i>Entocladia wittrockii</i> Wille)			S		x			x	x
<i>Arthrochaete penetrans</i> Rosenv.						U			
<i>Bolbocoleon piliferum</i> Pringsh.					x	H		NB	x
<i>Epicladia flustrae</i> Reinke [ <i>Entocladia flustrae</i> (Reinke) Batters.]		x							
<i>Epicladia perforans</i> (Huber) R. Neils. [ <i>Entocladia perforans</i> (Huber) Levring]		x							
<i>Ochlochaete hystrix</i> Thwait. ex Harv. var. <i>ferox</i> (Hub.) Neils.			NS		x			x	x
<i>Phaeophila dendroides</i> (P. & H. Crouan) Batt.								x	
<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Hoeh. ex March.		x	NS		x	UH			
<i>Pseudopringsheimia confluens</i> (Rosenv.) Wille			S		x	H		x	
TRENTEPOHLIALES									
Chroolepidaceae									
<i>Pilinia endophytica</i> F. Collins			S						
<i>Tellamia contorta</i> Batt.	x								
ULVALES									
Percursariaceae									
<i>Percursaria percurva</i> (C. Ag.) Bory		x	NS		x	UH		x	x
Ulvaceae									
<i>Capsosiphon fulvescens</i> (C. Ag.) Setch. & N. Gardn.		x	NS	x	x			x	
<i>Capsosiphon groenlandicum</i> (J. Ag.) Vinograd. [ <i>Enteromorpha groenlandica</i> (J. Ag.) Setch. & N. Gardn.]	x	x	NS	x		H	x	x	

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Enteromorpha ahlneriana</i> Blid.	x		S			H		x	
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Grev.	x					JH		x	
<i>Enteromorpha compressa</i> (L.) Grev.	x		NS		x	UH		x	x
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulf. ex Roth) J. Ag. ssp. <i>flexuosa</i>	x		S	x					x
<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>biflagellata</i> (Blid.) Blid.								x	x
<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i> (Dillwyn) Blid.			NS	x		UJ		x	
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Enteromorpha kyllinii</i> Blid.			S					x	
<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J. Ag.		x	S		x	H		x	x
<i>Enteromorpha pilifera</i> Kütz.		x	S	x				x	x
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O. F. Müll.) J. Ag. ssp. <i>prolifera</i>	x	x	NS	x	x	JH			
<i>Enteromorpha prolifera</i> ssp. <i>gullmariensis</i> Blid.			S					x	
<i>Enteromorpha prolifera</i> ssp. <i>radiata</i> J. Ag.								NB	
<i>Enteromorpha ramulosa</i> (Sm.) Hook [incl. <i>E. crinita</i> (Roth) C. Ag.]						H			
<i>Enteromorpha stipitata</i> P. Dang.								x	
<i>Enteromorpha torta</i> (Mert. in Juerg.) Reinb.			NS					NB	x
<i>Ulva lactuca</i> L.	x		NS		x	JH	x	x	x
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.			S			U		x	
<i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral [incl. <i>Monostroma fuscum</i> (Postels & Rupr.) Wittr.]	x	x	NS	x	x	UH	x	x	x
Monostromaceae									
<i>Blidingia marginata</i> (J. Ag.) P. Dang. (incl. <i>Enteromorpha micrococca</i> Kütz.)			N		x	UH			
<i>Blidingia minima</i> (Naeg. ex Kütz.) Kylin var. <i>minima</i>					x	H	x	x	
<i>Blidingia minima</i> var. <i>ramifera</i> Bliding								x	
<i>Gomontia polyrhiza</i> (Lagerh.) Born. & Flah.			S		x	U		x	
<i>Kornmannia leptoderma</i> (Kjellm.) Blid.	x							x	
<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittr.	x	x	NS		x	H		x	
<i>Monostroma oxyspermum</i> Kütz.		x	N	x			x	x	
<i>Monostroma pulchrum</i> Farlow							x		
<i>Monostroma undulatum</i> Wittr.		x	S		x			x	
PRASIOLALES									
Prasiolaceae									
<i>Prasiola stipitata</i> Suhr in Jessen	x			x	x			x	
<i>Prasiola crispa</i> (Lightf.) Kütz.			S		x				
<i>Rosenvingiella polyrhiza</i> (Rosenv.) Silva					x				
ACROSIPHONIALES									
Codiolaceae									
<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	x	x	NS	x	x		x	x	
<i>Urospora wormskjoldii</i> (Mert. in Hornem.) Rosenv. [incl. <i>U. collabens</i> (C. Ag.) Holm. & Batt.]		x	S		x	H	x	x	
Acrosiphoniaceae									
<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) Hoek [incl. <i>S. lanosa</i> (Roth) Kütz. & <i>Chlorochytrium inclusum</i> Kjellm.]			S	x	x	UH	x	x	
<i>Spongomorpha arcta</i> (Dillw.) Kütz.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Spongomorpha spinescens</i> Kütz.					x				

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CLADOPHORALES									
Cladophoraceae									
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillw.) Kütz.								NB	
<i>Chaetomorpha cannabina</i> (Aresch.) Kjellm.				x			x	x	x
<i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kütz.) Börg.				x	x			x	x
<i>Chaetomorpha linum</i> (O. F. Müll.) Kütz.					x		x	x	x
<i>Chaetomorpha melagonium</i> (F. Weber & Mohr) Kütz.	x	x	S		x	UH		x	x
<i>Chaetomorpha picquotiana</i> Mont. ex Kütz. (incl. <i>C. atrovirens</i> Tayl.)								x	
<i>Cladophora albida</i> (Huds.) Kütz.			N					NB	x
<i>Cladophora liniformis</i> Kütz. [incl. <i>C. expansa</i> (Mert.) Kütz.]								x	
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz. [incl. <i>C. flexuosa</i> (Dyllw.) Harv. & <i>C. gracilis</i> (Griff.) Kütz.]			S	x		U		x	x
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Kütz. ex Harv.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
BRYOPSIDALES									
Bryopsidaceae									
<i>Derbesia marina</i> (Lyngb.) Solier				x					
Ostreobiaceae									
<i>Ostreobium quekettii</i> Born. & Flah.					x				
PHAEOPHYTA									
ECTOCARPALES									
Ectocarpaceae									
<i>Acinetospora crinita</i> (Carm. ex Harv. in Hook.) Kornm.								NB	
<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harv.			S		x	UH	x	x	x
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.		x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Endodictyon infestans</i> Gran			NS					x	
<i>Feldmannia paradoxa</i> (Mont.) Hamel									x
<i>Giffordia intermedia</i> (Rosenv.) Lund								x	x
<i>Giffordia ovata</i> (Kjellm.) Kylin					x	U	x	x	x
<i>Gononema aecidioides</i> (Rosenv.) Peders. [ <i>Entonema aecidioides</i> (Rosenv.) Kjellm.]			S		x	U			
<i>Gononema alariae</i> Peders. ( <i>Entonema alariae</i> Jaasund ined.)					x			x	
<i>Herponema desmarestiae</i> (Gran) Card.								x	
<i>Laminariocolax tomentosoides</i> (Farlow) Kylin			NS		x	H		x	
<i>Mikrosiphar porphyrae</i> Kuck.			S						
<i>Pilayella littoralis</i> (L.) Kjellm.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Spongonema tomentosum</i> (Huds.) Kütz.							x	x	
<i>Streblonema fasciculatum</i> Thur. in Le Jol.					x				
<i>Streblonema stilophorae</i> (P. & H. Crouan) Hamel						U			
Ralfsiaceae									
<i>Lithoderma fatiscens</i> Aresch.					x	H			
<i>Petroderma maculiforme</i> (Wollny) Kuck.					x				
<i>Pseudolithoderma extensum</i> (P. & H. Crouan) S. Lund			S		x				
<i>Pseudolithoderma subextensum</i> (Waern) Lund					x	UH			
<i>Ralfsia fungiformis</i> (Gunn.) Setch. & Gardn.						U		x	
<i>Ralfsia verrucosa</i> (Aresch.) J. Ag.	x	x	NS	x	x	UJH			
<i>Sorapion kjellmanii</i> (Wille) Rosenv.			S		x	U		x	x
					x	U			

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sorocarpaceae									
<i>Hummia onusta</i> (Kütz.) Fiore [ <i>Farlowiella onusta</i> (Kütz.) Kornm. in Kuck., <i>Stictyosiphon onustus</i> (Kütz.) South & Hooper; incl. <i>Stictyosiphon subsimplex</i> Holden]						H		NB	x
Myrionemataceae									
<i>Microspongium globosum</i> Reinke					x			x	
<i>Myrionema corunnae</i> Sauv.								x	
<i>Myrionema magnusii</i> (Sauv.) Lois. ( <i>Ascocyclus magnusii</i> Sauv.)								x	x
<i>Myrionema strangulans</i> Grev.			N			J		x	
Elachistaceae									
<i>Elachista fucicola</i> (Velle) Aresch. (incl. <i>E. lubrica</i> Rupr.)		x	NS	x	x	JH	x	x	
<i>Halothrix lumbricalis</i> (Kütz.) Reinke									x
<i>Leptonematella fasciculata</i> (Reinke) Silva		x	S		x	H		x	x
CHORDARIALES									
Leathesiaceae									
<i>Leathesia difformis</i> (L.) Aresch.				x				NB	
Spermatochneaceae									
<i>Stilophora rhizodes</i> (Turner) J. Ag.								NB	
Chordariaceae									
<i>Chordaria flagelliformis</i> (O. F. Müll.) C. Ag.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Cladosiphon zosterae</i> (J. Ag.) Kylin			S		x	J		x	x
<i>Eudesme virescens</i> (Carm. ex Harvey in Hook) J. Ag.				x	x	UH		x	x
<i>Halonema subsimplex</i> Jaasund								NB	
<i>Papenfussiella callitricha</i> (Rosenv.) Kylin				x	x				
<i>Sphaerotrichia divaricata</i> (C. Ag.) Kylin				x	x	H		NB	
TILOPTERIDALES									
Tilopteridaceae									
<i>Haplospora globosa</i> Kjellm.					x	H			x
SPHACELARIALES									
Sphacelariaceae									
<i>Sphacelaria arctica</i> Harv. (incl. <i>S. racemosa</i> Grev.)				x	x	UH		x	
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Ag.						JH	x	NB	
<i>Sphacelaria plumigera</i> Holmes								x	
<i>Sphacelaria plumosa</i> Lyngb. [ <i>Chaetopteris plumosa</i> (Lyngb.) Kütz.]					x	UJH		x	x
<i>Sphacelaria radicans</i> (Dillw.) C. Ag.					x	H		x	
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kütz. (incl. <i>S. furcigera</i> Kütz.)								x	x
Stypocaulaceae									
<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauv.					x	H		NB	

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DESMARESTIALES									
Desmarestiaceae									
<i>Desmarestia aculeata</i> (L.) Lamour.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Desmarestia viridis</i> (O. F. Müll.) Lamour.	x			x	x	UH		x	x
DICTYOSIPHONALES									
Myriotrichiaceae									
<i>Myriotrichia clavaeformis</i> Harv.								x	
Striariaceae									
<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carm. ex Harv. in Hook.) Kjellm.		x		x	x	U			x
<i>Stictyosiphon griffithsianus</i> (Le Jol.) Holmes & Batt.								x	
<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Rupr.) Reinke					x	UJH			x
Delamareaceae									
<i>Delamarea attenuata</i> (Kjellm.) Rosenv.					x				
Punctariaceae									
<i>Asperococcus fistulosus</i> (Huds.) Hook. [ <i>A. echinatus</i> (Mert.) Grev.]				x		J	x	x	
<i>Desmotrichum undulatum</i> (J. Ag.) Reinke						J		x	x
<i>Litosiphon pusillus</i> (Carm. ex Hook.) Harv. (incl. <i>Streblonema oligosporum</i> Strömf.)	x		S		x			x	
<i>Melanosiphon intestinalis</i> (Saund.) Wynne					x				
<i>Punctaria latifolia</i> Grev. [incl. <i>Punctaria plantaginea</i> (Roth) Grev.]			S	x	x		x	x	x
Pogotrichaceae									
<i>Pogotrichum filiforme</i> Reinke [ <i>Litosiphon filiformis</i> (Reinke) Batt.]			NS		x	UH		x	
Dictyosiphonaceae									
<i>Coilodesme bulligera</i> Strömf.	x		NS	x	x	H H			
<i>Dictyosiphon chordaria</i> Aresch.									
<i>Dictyosiphon eckmanii</i> Aresch.			S					x	
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev.		x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Dictyosiphon macounii</i> Farlow			S	x	x		x		
Scytosiphonaceae									
<i>Petalonia fascia</i> (O. F. Müll.) Kuntze (incl. <i>Ralfsia bornetii</i> Kuck.)		x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Petalonia zosterifolia</i> (Reinke) Kuntze				x	x			x	
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link [incl. <i>Ralfsia clavata</i> (Harv. in Hook.) P. & H. Crouan]	x	x	NS	x	x	UH	x	x	
LAMINARIALES									
Chordaceae									
<i>Chorda filum</i> (L.) Stackh.		x	NS	x	x	UJH		x	x
<i>Chorda tomentosa</i> Lyngb.			S		x	UH	x	x	x
Laminariaceae									
<i>Agarum cribrosum</i> (Mert.) Bory			NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Laminaria digitata</i> (Huds.) Lamour. (incl. <i>L. nigripes</i> J. Ag.)	x	x	NS	x	x	H	x	x	x
<i>Laminaria longicuris</i> Pyl.	x	x	NS	x	x	UH	x	x	x
<i>Laminaria saccharina</i> (L.) Lamour.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x



Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Laminaria solidungula</i> J. Ag.					x	UH			
<i>Saccorhiza dermatodea</i> (Pyl.) J. Ag.	x	x	NS	x	x	UH	x	x	x
Alariaceae									
<i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	
[incl. <i>A. membranacea</i> J. Ag. & <i>A. pylaii</i> (Bory) Grev.]									
FUCALES									
Fucaceae									
<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	x	x	NS	x	x	U	x	x	x
<i>Fucus distichus</i> L. ssp. <i>distichus</i>	x	x	NS	x	x			x	
<i>Fucus distichus</i> ssp. <i>edentatus</i> (Bach. Pyl.) Powell	x	x	NS	x	x	JH	x	x	x
<i>Fucus distichus</i> ssp. <i>evanescens</i> (C. Ag.) Powell	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Fucus spiralis</i> L.	x		S	x	x		x	x	x
<i>Fucus vesiculosus</i> L.	x	x	NS	x	x	U	x	x	x
RHODOPHYTA									
BANGIOPHYCIDEAE									
PORPHYRIDIALES									
Goniotrichaceae									
<i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Ag.) Basson								x	
[incl. <i>Asterocytis ramosa</i> (Thwait. in Harv.) Gobi ex Schmitz]									
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) Drew					x			x	x
[ <i>Goniotricum alsidii</i> (Zanard.) Howe]									
BANGIALES									
Erythropeltidaceae									
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenv.						H			
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) C. Ag.			S			J		x	x
<i>Porphyropsis coccinea</i> (J. Ag. ex Aresch.) Rosenv.								x	x
Bangiaceae									
<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Ag.			NS	x	x		x	x	
[ <i>B. fuscopurpurea</i> (Dyllw.) Lyngb.]									
<i>Porphyra leucosticta</i> Thur. in Le Jolis								x	
<i>Porphyra linearis</i> Grev.		x	S		x			x	
<i>Porphyra miniata</i> (C. Ag.) C. Ag.		x	NS	x	x	UH	x	x	x
<i>Porphyra umbilicalis</i> (L.) C. Ag.	x	x	S	x	x		x	x	
NEMALIALES									
Acrochaetiaceae									
<i>Audouinella alariae</i> (H. Jonss.) Woelk.					x				
<i>Audouinella attenuata</i> (Rosenv.) Garbary								x	
<i>Audouinella daviesii</i> (Dillw.) Woelk.								x	x
[ <i>Acrochaetium daviesii</i> (Dillw.) Naeg.]									
<i>Audouinella humilis</i> (Rosenv.) Garb.								NB	
(incl. <i>Acrochaetium radiatum</i> Jao)									
<i>Audouinella membranacea</i> (Magnus) Papenf.					x	H			
<i>Audouinella microscopica</i> (Näg. in Kütz.) Woelk.					x				
<i>Audouinella secundata</i> (Lyngb.) Dixon in Parke & Dixon						H			x

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Audouinella purpurea</i> (Lightf.) Woelk. [ <i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightf.) Rosenv.]	x	x	NS		x	U		x	
<i>Audouinella virgatula</i> (Harv.) Dixon								x	
Bonnemaisoniaceae									
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot [incl. <i>Trailliella intricata</i> (J. Ag.) Batt.]					x			NB	x
PALMARIALES									
Palmariaceae									
<i>Devaleraea ramentacea</i> (L.) Guiry [ <i>Halosaccion ramentaceum</i> (L.) J. Ag.]	x	x	NS	x	x	UH	x	x	x
<i>Halosacciocolax kjellmanii</i> S. Lund					x	H			
<i>Palmaria palmata</i> (L.) Kuntze [ <i>Rhodymenia palmata</i> (L.) Grev.]	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
Rhodophysemataceae									
<i>Meiodiscus spetsbergensis</i> (Kjellm.) Saund. & McLachl. [ <i>Rhodochorton/Audouinella spetsbergensis</i> (Kjellm.) Woerk. & <i>Rhodochorton penicilliforme</i> (Kjellm.) Rosenv.]					x	UH	x	x	x
<i>Rhodophysema georgii</i> Batt.								x	x
CRYPTONEMIALES									
Dumontiaceae									
<i>Dilsea integra</i> (Kjellm.) Rosenv. <i>Dumontia contorta</i> (S. Gmel.) Rupr.	x	x	S	x x	x	UJH		x	
Choreocolacaceae									
<i>Harveyella mirabilis</i> (Reinsch) Reinke (incl. <i>Choreocolax odonthaliae</i> Levr.)	x	x	S		x	UJ		x	x
Kallymeniaceae									
<i>Callophyllis cristata</i> (C. Ag.) Kütz. [ <i>Euthora cristata</i> (L. ex Turn.) J. Ag.]		x	S	x	x	UH	x	x	x
<i>Kallymenia schmitzii</i> de Toni			N		x	U			
Gloiosiphoniaceae									
<i>Gloiosiphonia capillaris</i> (Huds.) Carm. ex Berk.								x	
Peyssonneliaceae									
<i>Peyssonnelia johansenii</i> Howe <i>Peyssonnelia rosenvingii</i> Schmitz in Rosenv.	x		S		x	H	x	x	x
HILDENBRANDIALES									
Hildenbrandiaceae									
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerf.) Menegh. ( <i>H. prototypus</i> Nardo)	x	x	NS	x	x	U		x	x
CORALLINALES									
Corallinaceae									
<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Stroemf.) Fosl. <i>Clathromorphum compactum</i> (Kjellm.) Fosl. <i>Corallina officinalis</i> L. <i>Fosliella farinosa</i> (Lamour.) Howe ( <i>Melobesia farinosa</i> Lamour.)	x	x	NS S	x x x	x x x	H H	x x x	x x x	x x x

Annexe II (suite)

	Zones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Kvaleya epilaeve</i> Adey & Sperapani					x					
<i>Leptophytum foecundum</i> (Kjellm.) Adey					x					
<i>Leptophytum laeve</i> (Stroemf.) Adey			S		x	H		x		
<i>Lithophyllum orbiculatum</i> (Fosl.) Fosl.				x				x		
<i>Lithothamnium glaciale</i> Kjellm.		x	S	x	x	H		x	x	
<i>Lithothamnium lemoineae</i> Adey		x	S	x	x	H		x	x	
<i>Lithothamnium tophiforme</i> Unger					x			x		
<i>Phymatolithon laevigatum</i> (Fosl.) Fosl.					x	H		x		
<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch. in J. Ag.) Adey					x					
<i>Pneophyllum lejolisii</i> (Rosan.) Chamb.									x	
GIGARTINALES										
Graciariaceae										
<i>Gracilaria tikvahiae</i> McLachlan								NB	x	
Phylloporaceae										
<i>Ahnfeltia plicata</i> (Huds.) Fries	x	x	S		x	UJH	x	x	x	
<i>Ceratocolax hartzii</i> Rosenv.					x	UH				
<i>Gymnogongrus crenulatus</i> (Turner) J. Agardh [incl. <i>G. norvegicus</i> (Gunn.) J. Ag.]								x		
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i> (Gmel.) Newr. & A. Tayl. [ <i>P. membranifolia</i> (Good. & Wood.) J. Ag.]	x	x			x			x	x	
<i>Phyllophora truncata</i> (Pallas) A. Zin. [incl. <i>P. interrupta</i> (Grev.) J. Ag. & <i>P. brodiaei</i> (Turn.) J. Ag.]	x	x	x		x	UJH	x	x	x	
Gigartinaceae										
<i>Chondrus crispus</i> Stackh.							x	x	x	
Polyideaceae										
<i>Polyides rotundus</i> (Huds.) Grev.	x	x	S		x	J		x	x	
Solieraceae										
<i>Turnerella pennyi</i> (Harv.) Schmitz			NS	x	x	UH		x	x	
Cystocloniaceae										
<i>Cystoclonium purpureum</i> (Huds.) Batt.	x	x	S		x		x	x	x	
<i>Fimbrifolium dichotomum</i> (Lepechin) G. Hansen [ <i>Rhodophyllis dichotoma</i> (Lepechin) Gobi]			N		x	UH	x	x		
CERAMIALES										
Ceramiaceae										
<i>Antithamnion cruciatum</i> (Ag.) Naeg.			S				x		x	
<i>Antithamnonella floccosa</i> (Müll.) Whitt. [ <i>Antithamnion floccosum</i> (Müll.) Kleen]				x	x			x		
<i>Callithamnion tetragonum</i> (Whit.) S. F. Gray (incl. <i>C. baileyi</i> Harv.)								NB		
<i>Ceramium deslongchampii</i> Chauv. in Duby					x				x	
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth					x				x	
<i>Ceramium elegans</i> (Roth) Ducluz.			S		x				x	
<i>Ceramium fastigiatum</i> Harv.					x			NB		
<i>Ceramium rubrum</i> (Huds.) Ag.		x	S	x	x	H	x	x	x	
<i>Ceramium strictum</i> Harv.					x			NB		
<i>Ptilota serrata</i> Kütz.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x	

## Annexe II (suite)

	Zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Scagelia pylaisae</i> (Mont.) Wynne [incl. <i>Antithamnion americanum</i> (Harv.) Farlow in Kjellm., <i>A. boreale</i> (Gobi) Kjellm., <i>A. pylaisae</i> (Mont.) Kjellm.]		x	S		x	UJH			
Delesseriaceae									
<i>Membranoptera alata</i> (Huds.) Stackh.	x	x	NS	x	x	UJH		x	x
<i>Pantoneura baerii</i> (Postels & Rupr.) Kylin	x				x	U	x	x	x
<i>Phycodryis rubens</i> (L.) Batt.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
Rhodomelaceae									
<i>Odonthalia dentata</i> (L.) Lyngb.	x	x	NS		x	UJH		x	
<i>Polysiphonia arctica</i> J. Ag.			S		x	UJH			
<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (Dillw.) Spreng.									NB
<i>Polysiphonia flexicaulis</i> (Harv.) Collins	x	x	S	x	x	H	x	x	x
<i>Polysiphonia harveyi</i> J. Bail. (incl. <i>P. novae-angliae</i> Taylor)			S	x				NB	x
<i>Polysiphonia nigra</i> (Huds.) Batters									x
<i>Polysiphonia nigrescens</i> (Huds.) Grev.	x					JH		x	x
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont.	x		S	x				x	
<i>Polysiphonia urceolata</i> (Lightf. ex Dillw.) Grev.	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Rhodomela confervoides</i> (Huds.) Silva	x	x	NS	x	x	UJH	x	x	x
<i>Rhodomela lycopodioides</i> (L.) Ag.		x	NS	x	x	UJH		x	

# Effet des sources, des méthodes d'application et du fractionnement de l'azote chez le maïs fourrager<sup>1</sup>

J. ZIZKA et D. ISFAN

Station de recherches, Agriculture Canada  
2560, boulevard Hochelaga  
Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3

## Résumé

Une étude a été menée pendant trois ans sur deux sites afin de comparer l'effet de deux sources d'azote et de divers modes et temps d'application chez le maïs fourrager (*Zea mays* L.). Les deux sources de N, le nitrate d'ammoniaque et l'urée, ont été appliquées soit à la volée au semis, soit en bandes au stade 7-8 feuilles ou moitié à la volée et moitié en bandes. La dose totale appliquée était de 160 kg·ha<sup>-1</sup> de N. Le nitrate d'ammoniaque et l'urée ont eu le même effet sur les rendements totaux en matière sèche du maïs, la teneur en azote des plants et les prélèvements azotés. L'épandage des engrais azotés en bandes lorsque le maïs avait 7-8 feuilles n'a présenté aucun avantage par rapport à l'application à la volée au semis. L'application fractionnée de l'azote 50 % à la volée et 50 % en bandes a donné des rendements semblables à ceux des autres modes d'application.

## Abstract

A study was conducted for three years at two locations in order to compare the effect of two nitrogen sources and of various methods and times of application on silage corn (*Zea mays* L.). The two sources, ammonium nitrate and urea, were broadcast at seeding, sidedressed at the 7-8 leaf stage or applied half broadcast and half sidedressed. The total rate used was 160 kg·ha<sup>-1</sup> of N. Ammonium nitrate and urea had the same effect on corn total dry matter yield, nitrogen concentration in plant and N uptake. Sidedressing the nitrogen fertilizers when corn had 7-8 leaves presented no advantage over broadcasting them at sowing. The application of nitrogen 50% broadcast and 50% sidedressed gave yields comparable to those of the other methods of application.

## Introduction

Depuis plusieurs années, l'urée a supplanté graduellement le nitrate d'ammoniaque comme source principale d'azote minéral pour les plantes, à cause d'un coût moins élevé et d'une plus grande facilité à manipuler et entreposer. Il est généralement reconnu que l'urée, lorsque enfouie dans le sol, est une source d'azote aussi efficace que le nitrate d'ammoniaque. Toutefois, lorsque l'urée est appliquée en surface, son efficacité est réduite à cause de pertes par volatilisation ammoniacale (Fox *et al.*, 1986; Trierweiler & Omar, 1983; Maddux *et al.*, 1984).

Plusieurs chercheurs, travaillant avec le maïs (*Zea mays* L.) dans des systèmes de travail mini-

mal du sol, ont obtenu des rendements en grain plus élevés avec le nitrate d'ammoniaque qu'avec l'urée (Bandel *et al.*, 1980; Touchton & Hargrove, 1982; Bandel *et al.*, 1984; Fox *et al.*, 1986). Par contre, Hergert (1985) n'a trouvé de différence favorisant le nitrate d'ammoniaque qu'à un des huit sites étudiés, tandis que Fox & Hoffman (1981) n'ont trouvé de différence que dans un cas sur douze. Jung *et al.* (1972) n'ont trouvé aucune différence entre les deux formes. Bacon & Thompson (1984) ont obtenu de meilleurs résultats avec l'urée qu'avec l'ammoniaque lorsque les deux formes étaient dissoutes dans l'eau et appliquées par irrigation. Robertson *et al.* (1982) ont obtenu de meilleurs rendements en grain avec l'urée une année sur quatre.

Dans certains cas, une des façons d'augmenter l'efficacité des engrais azotés et surtout de l'urée

<sup>1</sup> Contribution n° 430 de la Station de recherches de Sainte-Foy.

est d'appliquer une partie ou même la totalité de la dose en bandes quelques semaines après le semis. Fox *et al.* (1986) et Stevenson & Baldwin (1969) ont obtenu les meilleurs rendements lorsque les engrais azotés étaient appliqués en bandes environ un mois après le semis. Par contre, d'autres chercheurs n'ont pas remarqué de différence significative entre l'application à la volée et l'application en bandes (Trierweiler & Omar, 1983), tandis que Robertson *et al.* (1982) ont trouvé que l'application à la volée était même préférable à une application fractionnée, à la volée et en bandes 30 jours après le semis.

Une expérience a été entreprise chez le maïs fourrager sur deux types de sols du Québec afin de comparer le nitrate d'ammoniaque et l'urée comme sources d'azote, deux méthodes d'application de l'engrais azoté (à la volée et en bandes) et d'étudier le fractionnement de l'engrais azoté.

### Matériel et méthodes

L'étude a été menée de 1981 à 1983 sur deux types de sols du Québec, soit un loam Sheldon (podzol humo-ferrique orthique) à Lennoxville, comté de Sherbrooke, et une argile limoneuse Neubois (podzol humo-ferrique gleyifié) à Saint-Lambert, comté de Lévis. Lennoxville est située dans la zone de 2300-2500 unités thermiques maïs (UTM) et Saint-Lambert dans la zone de 2100-2300 UTM (Anonyme, 1984). À Lennoxville, les précipitations d'avril à septembre pour les trois années correspondaient à la moyenne des trente dernières années (tableau I). Cependant, le

mois de mai 1983 a été très humide. À Saint-Lambert, par contre, les précipitations au cours de cette période ont été nettement supérieures à la moyenne en 1981 et 1983. Pour ces deux années, le mois de mai a été aussi très pluvieux. En 1983, le mois d'avril a également été très humide (Anonyme, 1982, 1986).

Deux sources d'azote, soit le nitrate d'ammoniaque (NA) et l'urée (U), ont été utilisées à une dose totale de 160 kg N·ha<sup>-1</sup>. L'azote a été appliqué (1) à la volée et enfoui à 10-15 cm à l'aide d'une herse à disques au moment du semis, et (2) en bandes à 5 cm de chaque côté du rang lorsque les plants avaient 7 à 8 feuilles (tableau II). Quatre traitements consistaient en un apport fractionné des deux sources d'azote, moitié à la volée et moitié en bandes. L'expérience comportait huit traitements répétés quatre fois dans des blocs aléatoires complets. Toutes les parcelles ont reçu chaque année l'équivalent de 200 kg·ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de K<sub>2</sub>O avant le semis. Les parcelles mesuraient 3 m × 6 m et comprenaient quatre rangs espacés de 75 cm. Le maïs fourrager (*Zea mays* L. cv. 'Funk G4065') a été semé à la main à tous les 15 cm sur le rang, ce qui donnait une population d'environ 89 000 plants à l'hectare. Les parcelles ont été établies chaque année au même endroit.

Des échantillons de plants entiers ont été prélevés au stade de 7 à 8 feuilles ainsi que des feuilles une semaine avant l'épiaison. Les échantillons ont été séchés à 65°C, pesés et conservés pour analyse. La récolte a été faite sur une longueur de 5 m dans les deux rangs du

TABLEAU I

Quantité de pluie aux deux sites expérimentaux pour la période de 1981 à 1983

	Pluie (mm)						
	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	avril-septembre
Lennoxville							
1981	98,4	80,5	85,5	121,7	124,0	109,3	619,4
1982	94,3	38,2	136,7	73,5	130,5	66,4	539,6
1983	88,1	154,4	37,8	72,0	131,6	70,9	554,8
1951-1980	63,1	85,2	99,7	107,4	108,9	88,5	552,8
Saint-Lambert							
1981	106,8	126,3	171,1	103,4	157,8	155,9	821,3
1982	66,1	49,8	139,3	82,8	100,4	147,2	585,6
1983	184,0	255,4	31,8	124,4	37,2	87,2	720,0
1951-1980	54,2	94,2	102,6	120,4	118,6	114,6	604,6

milieu de chaque parcelle. Les épis ont été cueillis à la main tandis que les tiges et les feuilles ont été récoltées à l'aide d'une ensileuse à maïs. Les poids frais ont été mesurés et des échantillons ont été prélevés puis séchés à 65°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant afin d'établir les rendements en matière sèche à l'hectare. La teneur en azote (% N) des tissus a été déterminé selon la méthode Kjeldahl (Ward & Johnston, 1960). La quantité d'azote absorbé par la plante (prélèvement de N) a été calculée en multipliant les rendements en matière sèche par la teneur en azote de la plante. Des analyses de variance des données ont été faites ainsi que le test de Duncan de comparaison des moyennes (Little & Hills, 1978). Des contrastes orthogonaux (Little & Hills, 1978) ont aussi été employés pour comparer les sources d'azote (urée versus nitrate d'ammoniaque), les méthodes d'application (en bandes versus à la volée) et le fractionnement de l'azote (entier versus fractionné).

## Résultats et discussion

### RENDEMENTS

Les rendements totaux en matière sèche ont varié significativement entre les sites et les années. À Lennoxville, ils ont varié de 8,0 t·ha<sup>-1</sup> en 1983 à 14,4 t·ha<sup>-1</sup> en 1981, tandis qu'à Saint-Lambert ils ont varié de 6,3 t·ha<sup>-1</sup> en 1981 à 10,7 t·ha<sup>-1</sup> en 1982 (tableau II). Les rendements plus élevés obtenus à Lennoxville sont sans doute dus au climat plus chaud et au sol plus fertile. Les précipitations abondantes au printemps de 1981 et de 1983, de même qu'un sol plus lourd et mal drainé, ont de plus désavantagé le site de Saint-Lambert.

Il n'y a pas eu de différence significative entre les rendements obtenus avec le nitrate d'ammoniaque (NA) et ceux obtenus avec l'urée (U). Aucune différence significative de rendements n'a été obtenue, non plus, entre l'application à la

TABLEAU II

Effet des sources, des méthodes d'application et du fractionnement de l'azote sur les rendements totaux en matière sèche du maïs (1981-1983)

Traitements <sup>1</sup> N (kg·ha <sup>-1</sup> )		Rendements <sup>2</sup> (t·ha <sup>-1</sup> )								Moyenne des deux sites
Volée	Bandes	Lennoxville				Saint-Lambert				
		1981	1982	1983	$\bar{X}$	1981	1982	1983	$\bar{X}$	
160 NA <sup>3</sup>		13,8	11,9	8,0 <sup>b</sup>	11,2 <sup>ab</sup>	6,7	9,2 <sup>ab</sup>	7,7	7,9 <sup>ab</sup>	9,5
160 U		14,4	12,5	8,9 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>ab</sup>	6,8	9,5 <sup>ab</sup>	6,9	7,7 <sup>ab</sup>	9,8
80 NA	80 NA	13,4	11,4	8,1 <sup>ab</sup>	11,0 <sup>b</sup>	6,9	10,7 <sup>a</sup>	8,2	8,6 <sup>a</sup>	9,8
80 U	80 U	13,2	12,7	8,4 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	6,3	9,3 <sup>ab</sup>	7,4	7,7 <sup>ab</sup>	9,6
80 NA	80 U	13,7	12,0	8,6 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	7,0	9,3 <sup>ab</sup>	7,8	8,0 <sup>ab</sup>	9,7
80 U	80 NA	14,3	12,7	9,3 <sup>a</sup>	12,1 <sup>a</sup>	7,1	7,9 <sup>b</sup>	6,4	7,2 <sup>b</sup>	9,7
	160 NA	13,7	11,4	9,1 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	6,6	8,5 <sup>b</sup>	6,7	7,2 <sup>b</sup>	9,3
	160 U	13,7	12,0	8,5 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	6,8	8,5 <sup>b</sup>	6,8	7,4 <sup>b</sup>	9,4
		n.s.	n.s.			n.s.		n.s.		n.s.
Comparaisons orthogonales		Niveau de signification								
Urée versus nitrate		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bandes versus volée		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Entier versus fractionné		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> Volée: application à la volée au semis; Bandes: application en bandes des deux côtés du rang au stade 7-8 feuilles.

<sup>2</sup> Les valeurs, dans une colonne, suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P < 0.05$ ); n.s., non significatif.

<sup>3</sup> NA: nitrate d'ammoniaque; U: urée.

volée et celle en bandes, ni entre le fractionnement et l'application unique des engrais.

#### TENEUR EN AZOTE DE LA PLANTE

Au stade de 7-8 feuilles, la teneur en azote des plants n'a révélé aucune différence significative entre les sources utilisées (tableau III). Par contre, l'application à la volée a donné des teneurs en N significativement plus élevées que l'application en bandes. Un apport unique a aussi donné des valeurs significativement supérieures à celles obtenues avec un apport fractionné. Plus tard, lors de l'échantillonnage fait peu avant l'épiaison, il n'y avait aucune différence significative dans la teneur des feuilles en azote, pour aucun des traitements (tableau III).

À la récolte, la teneur en N des plants entiers de maïs a été significativement plus élevée lorsque l'azote avait été appliqué en bandes au stade 7-8 feuilles plutôt qu'à la volée au semis sur les deux sites. Aucune différence n'a été observée entre les sources d'azote ni entre les applications entière et fractionnée (tableau IV).

#### PRÉLÈVEMENTS DE N À LA RÉCOLTE

Aucune différence significative n'a été observée dans les prélèvements en azote de plants entiers de maïs entre les sources d'azote, les méthodes d'application et les apports entier ou fractionné à aucun des deux sites (tableau IV). Les prélèvements totaux moyens pour les deux sites ont varié de 145 à 155 kg·ha<sup>-1</sup> de N. Les prélèvements étaient moindres sur le site de Saint-Lambert, ce qui s'explique par les rendements beaucoup plus faibles obtenus sur ce site.

#### Conclusion

Dans cette étude, le nitrate d'ammoniaque et l'urée ont eu le même effet sur les rendements, la teneur en azote et les prélèvements azotés du maïs fourrager. Cette absence de différence pourrait s'expliquer par le fait qu'en 1981 et 1983 le printemps a été très humide (tableau I) réduisant ainsi les pertes par volatilisation ammoniacale lorsque la source d'azote utilisée était l'urée.

TABLEAU III

Teneur en azote (% N) des plants entiers au stade 7-8 feuilles et des feuilles avant l'épiaison

Traitements <sup>1</sup> N (kg·ha <sup>-1</sup> )		7-8 feuilles <sup>2</sup>			avant épiaison		
Volée	Bandes	Lennoxville	Saint-Lambert	$\bar{X}$	Lennoxville	Saint-Lambert	$\bar{X}$
160 NA <sup>3</sup>		3,49 <sup>ab</sup>	3,60 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	3,00	2,79 <sup>b</sup>	2,89 <sup>b</sup>
160 U		3,37 <sup>abc</sup>	3,53 <sup>a</sup>	3,45 <sup>a</sup>	2,99	2,92 <sup>ab</sup>	2,96 <sup>ab</sup>
80 NA	80 NA	3,61 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	3,13	3,07 <sup>ab</sup>	3,10 <sup>a</sup>
80 U	80 U	3,37 <sup>abc</sup>	3,49 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	3,05	2,90 <sup>ab</sup>	2,97 <sup>ab</sup>
80 NA	80 U	3,55 <sup>ab</sup>	3,55 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	3,01	2,96 <sup>ab</sup>	2,99 <sup>ab</sup>
80 U	80 NA	3,39 <sup>ab</sup>	3,66 <sup>a</sup>	3,53 <sup>a</sup>	3,03	2,95 <sup>ab</sup>	2,99 <sup>ab</sup>
	160 NA	3,06 <sup>c</sup>	3,17 <sup>b</sup>	3,12 <sup>b</sup>	2,99	2,92 <sup>ab</sup>	2,95 <sup>ab</sup>
	160 U	3,20 <sup>bc</sup>	3,25 <sup>b</sup>	3,23 <sup>b</sup>	3,02	3,09 <sup>a</sup>	3,05 <sup>ab</sup>
n.s.							
Comparaisons orthogonales				Niveau de signification			
Urée versus nitrate		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bandes versus volée		**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.
Entier versus fractionné		**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> Volée : application à la volée au semis; Bandes : application en bandes des deux côtés du rang au stade 7-8 feuilles.

<sup>2</sup> Les valeurs, dans une colonne, suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P < 0.05$ ); n.s., non significatif; \*\*,  $P < 0,01$ .

<sup>3</sup> NA : nitrate d'ammoniaque; U : urée.



TABLEAU IV

Teneur (%) et prélèvements d'azote ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) des plants entiers de maïs à la récolte en fonction des sources, méthodes d'application et du fractionnement de N

Traitements <sup>1</sup> N ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		% N <sup>2</sup>			Prélèvements ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		
Volée	Bandes	Lennoxville	Saint-Lambert	$\bar{X}$	Lennoxville	Saint-Lambert	$\bar{X}$
160 NA <sup>3</sup>		1,65 <sup>ab</sup>	1,54	1,60 <sup>ab</sup>	160	131 <sup>ab</sup>	145
160 U		1,52 <sup>b</sup>	1,60	1,56 <sup>b</sup>	160	130 <sup>ab</sup>	145
80 NA	80 NA	1,66 <sup>ab</sup>	1,57	1,61 <sup>ab</sup>	158	148 <sup>a</sup>	153
80 U	80 U	1,65 <sup>ab</sup>	1,57	1,61 <sup>ab</sup>	169	130 <sup>ab</sup>	150
80 NA	80 U	1,69 <sup>a</sup>	1,60	1,65 <sup>ab</sup>	172	137 <sup>ab</sup>	155
80 U	80 NA	1,69 <sup>a</sup>	1,61	1,65 <sup>ab</sup>	183	118 <sup>b</sup>	150
	160 NA	1,73 <sup>a</sup>	1,63	1,68 <sup>a</sup>	176	121 <sup>b</sup>	149
	160 U	1,67 <sup>ab</sup>	1,64	1,65 <sup>ab</sup>	170	125 <sup>ab</sup>	148
			n.s.		n.s.		n.s.

Comparaisons orthogonales	Niveau de signification					
Urée versus nitrate	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bandes versus volée	*	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
Entier versus fractionné	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> Volée: application à la volée au semis; Bandes: application en bandes des deux côtés du rang au stade 7-8 feuilles.

<sup>2</sup> Les valeurs, dans une colonne, suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P < 0,05$ ); n.s., non significatif; \*,  $P < 0,05$ ; \*\*,  $P < 0,01$ .

<sup>3</sup> NA: nitrate d'ammoniaque; U: urée.

L'application de la totalité de la dose d'azote en bandes au stade 7-8 feuilles ne s'est pas révélé plus efficace que l'application à la volée au semis. L'apport fractionné de l'azote n'a pas non plus présenté un avantage quelconque. D'après les résultats obtenus dans cette étude, la fertilisation à la volée au semis avec de l'urée comme source d'azote semble une pratique recommandable pour le maïs fourrager. Cependant, le fait qu'il n'y ait pas eu de différence significative entre l'application à la volée ou en bandes apporte une certaine flexibilité dans l'application des engrais azotés en permettant de retarder l'épandage de l'azote lorsque le temps pour faire les semis est restreint, ou pour diminuer les pertes d'azote par lessivage lors d'un printemps pluvieux.

### Remerciements

Nous tenons à remercier messieurs Antoine D'Avignon et Maurice Deschênes pour la collaboration aux travaux de champ et aux analyses en laboratoire.

### Références

- ANONYME, 1982. Normales climatiques au Canada, vol. 3, précipitations 1951-1980. — Environnement Canada, Downsview, 602 p.
- ANONYME, 1984. Maïs, culture. — Conseil des productions végétales du Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, 21 p.
- ANONYME, 1986. Statistiques de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation. Statistiques économiques. — Bureau de la statistique du Québec, Bibliothèque nationale du Québec, 221 p.
- BACON, P. E. & J. A. THOMPSON, 1984. Effects of method and timing of nitrogen fertilizer application on irrigated maize growth and nutrient distribution in soil. — Aust. J. Agric. Anim. Husb., 24: 606-611.
- BANDEL, V. A., S. DZIENA & G. STANFORD, 1980. Comparison of N fertilizers for no-till corn. — Agron. J., 72: 337-341.
- BANDEL, V. A., F. R. MULFORD & H. J. BAUER, 1984. Influence of fertilizer source and

- placement on no-tillage corn. — *J. Fert. Issues*, 2: 38-43.
- FOX, R. H. & L. D. HOFFMAN, 1981. The effect of N fertilizer source on grain yield, N uptake, soil pH, and lime requirement in no-till corn. — *Agron. J.*, 73: 891-895.
- FOX, R. H., J. M. KERN & W. P. PIEKIELEK, 1986. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effects on no-till corn yields and nitrogen uptakes. — *Agron. J.*, 78: 741-746.
- HERGERT, G. W., 1985. Comparison of N sources for corn planted in untilled winter wheat stubble. — *J. Fert. Issues*, 2: 80-85.
- JUNG, P. E., Jr., L. A. PETERSON & L. E. SCHRADER, 1972. Response of irrigated corn to time, rate, and sources of applied N on sandy soils. — *Agron. J.*, 64: 668-670.
- LITTLE, T. M. & F. J. HILLS, 1978. Agricultural experimentation. Design and analysis. — John Wiley & Sons, New York, 350 p.
- MADDUX, L. D., D. E. KISSEL & P. L. BARNES, 1984. Effects of nitrogen source, placement, and application time on irrigated corn. — *J. Fert. Issues*, 1: 86-90.
- ROBERTSON, W. K., J. R. RICH & F. G. MARTIN, 1982. Corn grain yield on two sandy soils in response to N sidedressing, N rates, N sources, and two fertilizer pretreatments. — *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 41: 220-222.
- STEVENSON, C. K. & C. S. BALDWIN, 1969. Effect of time and method of nitrogen application and source of nitrogen on the yield and nitrogen content of corn (*Zea mays* L.). — *Agron. J.*, 61: 381-384.
- TOUCHTON, J. T. & W. L. HARGROVE, 1982. Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. — *Agron. J.*, 74: 823-826.
- TRIERWEILER, J. F. & M. F. OMAR, 1983. Urea rate and placement for maize production on a calcareous vertisol. — *Fert. Res.*, 4: 261-270.
- WARD, G. M. & F. B. JOHNSON, 1960. Chemical methods of plant analysis. — Canada Dept. of Agric., Science Service, Chemistry Division, Ottawa, Publ. no. 1064, 59 p.

## Seasonal seed viability patterns and the role of incomplete seed development in the life history strategy of *Linaria vulgaris*

David R. CLEMENTS<sup>1</sup> and Paul B. CAVERS

Department of Plant Sciences, University of Western Ontario  
London (Ontario) N6A 5B7

### Résumé

L'augmentation en fin de saison de la viabilité des graines de *Linaria vulgaris* Mill. (Scrophulariaceae) a été examinée dans la région de London, Ontario. Trois facteurs pouvant influencer la viabilité ont été considérés: les prédateurs, la disponibilité des pollinisateurs et des ressources. Bien que *L. vulgaris* soit affecté par des insectes florivores et granivores et produise peu de graines à cause d'une pollinisation inefficace, les différences saisonnières dans la viabilité des graines sont attribuables à un développement différentiel des graines selon la disponibilité des ressources. Des deux sortes de graines produites, les graines grises sont plus légères et incomplètement développées. Les capsules renferment significativement moins de graines grises ( $P < 0.05$ ) et ces dernières ont un faible taux de germination. La variation du poids des graines répond à un gradient dans la disponibilité des ressources. L'humidité semble être un facteur limitant puisque l'augmentation des précipitations de septembre à novembre est accompagnée d'une augmentation des graines noires (viables). Les différences entre les populations en ce qui concerne la durée de la floraison sont assez importantes pour permettre aux plantes de bénéficier d'une meilleure disponibilité des ressources en fin de saison. Les caractéristiques biologiques de *L. vulgaris* permettent de prolonger la floraison et de produire suffisamment de graines pour compenser les facteurs imprévisibles du milieu (pollinisateurs, prédateurs et ressources).

### Abstract

A detailed examination was made of the late season increase in the viability of seeds of toadflax, *Linaria vulgaris* Mill. (Scrophulariaceae) in London, Ontario. Three factors which might affect viability were considered: predators, pollinator limitation and resource limitation. Although *L. vulgaris* is known to experience high levels of predation by flower-feeding and seed-eating beetles and low seed set caused by inefficient pollination, most of the seasonal differences in viability were found to be the result of differential seed development in response to variable resource availability. Two distinct types of seed were produced: black and grey, with the grey seeds being lighter in weight and thus incompletely filled. Capsules containing grey seeds had significantly fewer seeds ( $P < 0.05$ ) and were consistently associated with low percent germination. Some grey seeds germinated, indicating that they were not all a product of unfertilized ovules. The range in seed weights represented a graded response to resource availability. Moisture could have been a limiting resource since rainfall increased between our sampling dates in September and November, paralleling an increase in the proportion of black (viable) seeds. There were also site-specific differences. Seed viability increased greatly on two sites, remained fairly high (over 50 %) on a third, while the other two populations never produced more than 25 % viable seeds. The life history of *L. vulgaris* facilitates an extended flowering period which may enable plants to initiate enough seeds to compensate for unpredictable environmental factors such as pollinators, seed predators and resources.

<sup>1</sup>Present address: Department of Crop Science, University of Guelph, Guelph (Ontario) N1G 2W1

## Introduction

Seed production by plants is affected by numerous factors, many of which are highly unpredictable. To overcome this unpredictability, plants often initiate more seeds or fruits than they can mature (Stephenson, 1981). According to Stephenson (1984), many studies have demonstrated the costs and benefits of selective abortion, but the specific factors limiting seed or fruit development and the effect of limited resources on fruits that are retained have seldom been examined. The relationship of these limiting factors to reproductive output can be studied within the context of life history strategy.

We looked at the life history strategy of toad-flax, *Linaria vulgaris* Mill. (Scrophulariaceae), a perennial rhizomatous weed, in terms of its pattern of viable seed production during the growing season. Investigations of seed viability in *L. vulgaris* carried out over a ten year period in London, Ontario found that ripe seeds harvested in early September consistently exhibited low viability (P. B. Cavers, unpubl. data), whereas seeds harvested later in the season in 1982 exhibited much greater viability (S. Rang, unpubl. data). Other North American workers have also noted low germinability of *L. vulgaris* seeds (Mitchell, 1926; Cross, 1931; Maguire & Overland, 1959) although Dorph-Petersen (1924) in Europe obtained greater than 90 % germination for seeds germinated in the spring and collected the previous fall.

Three proximate factors, among others, might be responsible for producing the seasonal trend in seed viability.

1. *Predator effects.* There are two insect predators specific to *L. vulgaris*, *Brachyterolus pulicarius* (L.), a flower-feeding beetle and *Gymnaetron antirrhini* (Payk.), a seed-eating weevil (Harris, 1984). They have been reported to reduce the reproductive capacity of *L. vulgaris* collectively by as much as 90 % (Harris, 1961) and their efficacy is well documented (Smith, 1959; Harris, 1961, 1984; Harris & Carder, 1971; Darwent *et al.*, 1975; Nadeau & King, 1991).

2. *Pollinator limitation.* Arnold (1982) found that only 9.5 % of *L. vulgaris* ovules successfully matured into seeds for flowers outcrossed by hand, and even less success was noted in

field populations: 1.6 % in early July and 0.3 % in August. Extensive vegetative propagation in rhizomatous species such as *L. vulgaris* may reduce pollination by limiting the production and availability of outcross pollen (Ogden, 1974).

3. *Resource limitation.* Resource limitation of seed production by *L. vulgaris* has not been studied previously. Environmental factors which influence seed production include temperature, moisture and nutrient supply (Scott & Longden, 1973; Gray, 1979; Gray & Steckel, 1984). The upper limit of fruit set is usually determined by the resources available to the plant (Stephenson, 1981).

We made a more detailed investigation of the seasonal pattern of seed viability in *L. vulgaris*: a) to compare with previous observations, b) to try to explain the pattern in terms of the proximate factors postulated as reducing seed viability, and c) to examine results in terms of life history strategy.

## Methods

### STUDY POPULATIONS

Five populations of *Linaria vulgaris* located within the city limits of London, Ontario were studied. Each population was at least 1 km distant from any other, far enough to ensure that they were genetically distinct from each other. Population A was located in an open field on a flood plain. Population B was located adjacent to C.P.R. railway tracks. Population C grew on a hummock in the midst of an open field. Populations D and E were both on steep, east-facing slopes. Population D formed a distinct circular configuration with a diameter of about four meters, while the other populations were more spread out.

### INSECT MONITORING

Inspections of flower heads were made throughout the season to monitor the presence of *Brachyterolus pulicarius* and *Gymnaetron antirrhini*. The plants harvested in September and November were also inspected for the presence of these insects or any evidence of their predation.

## HARVESTS

We made early and late harvests, on September 23, 1985 and November 9, 1985 respectively, in order to evaluate seasonal differences in seed viability and capsule condition. For each harvest, 20 plants were taken from each of the five sites. Plants were selected randomly for both harvests, but plants with visibly older capsules were replaced (if selected) for the November harvest to try to prevent overlap between the harvests. The harvested plants were stored at temperatures comparable to ambient temperatures at the time of harvest.

As each harvest was made, ramet density was measured for each population. The density of ramets (rooted stems) was calculated from counts made within a 0.5 by 0.5 m quadrat placed randomly within the population. Ten counts were made at each site. The counted ramets were subdivided into three phenological categories (vegetative, reproducing and senescing).

## GERMINATION TESTS

Two types of germination tests were conducted. In one type, each petri dish contained the contents of one capsule, while in the other each dish contained the contents of three capsules. All of the capsules from three, eight and eleven plants from populations A, D, and E, respectively, were used in the single-capsule tests while three capsules per plant for 10-18 plants from each of the populations were used in the three-capsule tests.

Seeds were placed in 9 cm diameter glass petri dishes lined with Reeve Angel Grade 226 filter paper, moistened with distilled water. The tests were conducted in an incubator set for a 14.5 hour 25° C day and a 9.5 hour 10° C night. Germination was recorded weekly by counting and removing seedlings with visible radicles. The tests were continued until weekly germination totals had declined to two or fewer per treatment. Distilled water was added as necessary. Cumulative percent germination at the termination of the tests was used in the analyses. Seeds remaining ungerminated at the end of the tests were tested for potential viability by squeezing them and observing whether or not this caused a radicle to emerge.

Analysis of covariance was used to overcome heteroscedascity in the germination data. The regression was  $\log(\text{germinated seeds} + 1)$  on  $\log$

(ungerminated seeds + 1). Significance was evaluated according to Green & Hobson (1970).

## Results

### INSECT DAMAGE

Early in the season, when blossoms of *Linaria vulgaris* were fairly sporadic, the insects, *Brachypterolus pulicaris* and *Gymnaetron antirrhini*, appeared to occupy nearly every flower available, but by August, as the density of ramets in flower increased, there was a visible decline in the incidence of the insects. From late August to the end of the season, both insects were rarely seen.

While there was no evidence of insect damage within any of the capsules harvested, some capsules exhibited external evidence of insect attack (e.g. small holes bored through the capsule wall). However, this external damage affected relatively few capsules on a given plant and occurred in less than 15 % of the 200 plants harvested. Many damaged capsules contained fewer than ten seeds, and the mean number of seeds per damaged capsule, 12.4, was significantly lower than that of ripe (33.9) or green (36.8) capsules. Percent germination did not differ significantly between seeds from damaged (31.7 %) and undamaged capsules (38.1 %), although damaged capsules did contain significantly fewer potentially viable seeds.

### GERMINATION AND VIABILITY TESTS

In both single-capsule and three-capsule germination tests, seeds from capsules collected in November had significantly higher percent germination than seeds from the September collection, if the populations were considered collectively (Table I, sites A + D + E; Table II). The green November capsules also yielded a significantly higher mean percent germination in the three-capsule tests (Table II). However, among the three sites considered in the single-capsule tests, only population E showed a significant increase in percent germination between the September and November harvests. The remaining two populations (B and C) also exhibited an increase in percent germination between harvests, but only 25 % of the seeds harvested in November from site B germinated (Table III). Population A was unique in producing seeds in September

TABLE I

Mean percent germination and viability for single-capsule tests. The "grey" category includes all capsules which contained one or more grey seeds

Population	Harvest / Seed colour	Mean % germination*	Mean % viability	Number of capsules (plants)
A	November	59.2 <sup>a</sup>	62.6	24(2)
	September	57.3 <sup>a</sup>	82.5	26(1)
	Black	62.2 <sup>a</sup>	76.6	43
	Grey	33.6 <sup>b</sup>	44.9	7
D	November	23.6 <sup>a</sup>	26.8	31(4)
	September	36.7 <sup>a</sup>	37.6	24(4)
	Black	35.2 <sup>a</sup>	37.8	22
	Grey	25.4 <sup>b</sup>	27.3	33
E	November	65.8 <sup>a</sup>	71.3	29(3)
	September	21.8 <sup>b</sup>	22.0	24(8)
	Black	65.1 <sup>a</sup>	70.8	26
	Grey	27.3 <sup>b</sup>	28.0	27
A + D + E	November	48.3 <sup>a</sup>	58.1	84(9)
	September	39.1 <sup>b</sup>	41.3	74(13)
	Black	56.5 <sup>a</sup>	65.6	91
	Grey	27.0 <sup>b</sup>	29.4	67

\* Different letters following means indicate significant differences within cells ( $P < 0.05$ ) according to an analysis of covariance for a log-log regression of germinated on ungerminated seeds.

TABLE II

Mean percent germination for three-capsule tests. The "grey" category includes all three-capsule treatments which contained one or more grey seeds

Harvest / Seed colour	Capsule condition	Mean % germination*	Mean seeds per capsule	Number of plants
November	Green	43.4 <sup>a</sup>	42.3 <sup>a</sup>	14
	Ripe	37.7 <sup>b</sup>	44.0 <sup>a</sup>	15
September	Green	19.8 <sup>c</sup>	31.3 <sup>b</sup>	14
	Ripe	24.4 <sup>c</sup>	18.8 <sup>c</sup>	10
Black	Green	52.5 <sup>a</sup>	46.8 <sup>a</sup>	13
	Ripe	52.1 <sup>a</sup>	40.2 <sup>ab</sup>	8
Grey	Green	13.5 <sup>b</sup>	28.1 <sup>c</sup>	15
	Ripe	23.1 <sup>b</sup>	31.0 <sup>bc</sup>	17

\* Different letters following means indicate significant differences within columns ( $P < 0.05$ ). Statistical tests: germination, analysis of covariance for a log-log regression of germinated on ungerminated seeds; mean seeds per capsule, Scheffé's multiple-comparison test.

with more than 50 % germinability (Tables I and III).

Total viability, germinated seeds plus those still dormant, gave a clearer picture. In the single-capsule test November seeds had 9.8 % dormancy and September seeds 2.2 %, as detected by squeezing ungerminated seeds. In total, November seeds had 58.1 % viability versus 41.3 % for September seeds (Table I). Results for the three-capsule tests were similar.

In the single-capsule test, September capsules contained an average of 24.5 seeds ( $n = 74$ ) which was significantly less ( $P < 0.05$ , Student's *t*-test) than November capsules, which averaged 38.6 seeds ( $n = 84$ ). The three-capsule test gave similar results (Table II). Also, green capsules harvested in September yielded significantly more seeds than ripe capsules taken at the same time. Thus, a greater percent seed viability was generally accompanied by a greater absolute number of viable seeds. Even in the September tests the most recently formed capsules (green) had significantly more seeds than the older (ripe) capsules.

#### GREY VERSUS BLACK SEEDS

Among the seeds tested for viability, there were two distinct types: black and grey. The shade of grey varied somewhat, but was always distinct from the black colour. Grey seeds were significantly lighter in weight (grey 0.058 mg,  $n = 34$ ; black 0.094 mg,  $n = 36$ ;  $P < 0.05$ , Student's *t*-test) and capsules containing grey seeds had significantly fewer seeds (mean: 23.8 in capsules containing at least one grey seed; 39.2 in capsules containing only black seeds;  $P < 0.05$ , Student's *t*-test). Seed colour, black or grey, is clearly a useful dichotomous trait. Within affected capsules, grey seeds sometimes comprised the entire seed crop, while in other instances they made up only a small percentage of the total. Capsules are partitioned into two compartments, and in some cases one side produced exclusively grey seeds while the other contained only black seeds. Fewer than 10 % of the grey seeds would germinate. The number of grey seeds among the seeds tested for viability was not quantified but their presence or absence within treatments was recorded. Of 94 plants used in the

TABLE III

Ramet densities of various phenological stages in different populations in comparison to viability (not including potential viability measured by squeezing ungerminated seeds) in both one-capsule and three-capsule tests

Site	Harvest*	Mean density ramets/m <sup>2</sup> ***			Seeds tested Germinable/Total	%	Plants
		V**	F	S			
A	I	38.8 <sup>a</sup>	55.6 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	662/1298	51	6
	II	19.2 <sup>a</sup>	23.2 <sup>b</sup>	35.6 <sup>a</sup>	867/1769	49	9
B	I	98.4 <sup>a</sup>	44.4 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	69/409	17	7
	II	69.2 <sup>a</sup>	14.4 <sup>b</sup>	17.6 <sup>a</sup>	202/807	25	6
C	I	58.0 <sup>a</sup>	39.6 <sup>a</sup>	10.4 <sup>b</sup>	184/738	25	13
	II	10.8 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	49.2 <sup>a</sup>	543/1045	52	9
D	I	32.8 <sup>a</sup>	29.6 <sup>a</sup>	33.2 <sup>a</sup>	167/880	19	13
	II	8.4 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	45.2 <sup>a</sup>	276/1380	20	10
E	I	95.6 <sup>a</sup>	26.4 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	258/1077	24	12
	II	71.2 <sup>a</sup>	35.2 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1507/2318	65	9

\* Harvest I = September; Harvest II = November.

\*\* Phenological stages: V = vegetative ramets; F = flowering and fruiting ramets; S = senescing ramets (bearing only ripe capsules).

\*\*\* Means followed by a different letter are significantly different ( $P < 0.05$ ) within column pairs (comparing ramet classes between harvests for each site) according to a Student's *t*-test.

germination tests, 64 (68 %) had grey seeds. There was a higher incidence of grey seeds in Harvest I plants (80 %) than in those of Harvest II (53 %).

The incidence of capsules containing only black seeds (Figure 1a) was closely tied to the seasonal viability patterns (e.g. for population E, both viability and the incidence of capsules containing only black seeds increased greatly between harvests). A similar relationship between all black seeds and higher percent germination was noted in the three-capsule tests (Figure 1b). The effect on mean percent germination of having grey seeds in a capsule was found to be equivalent to or greater than the seasonal effect (Tables I and II).

#### FUNGAL INFECTION

The presence of fungi was associated more commonly with grey seeds but not all grey seeds

were infected. A sample of infected grey seeds from population E plants harvested in September was surface-sterilized in a 10 % solution of bleach (Javex) to attempt to prevent reinfection. Seeds from this sample failed to germinate, while a control sample of black seeds given the same bleaching treatment germinated normally. The two fungi present were identified as species of *Alternaria* and *Cladosporium*.

#### DIFFERENCES AMONG POPULATIONS

When the results from both types of germination tests were compared to the site phenology as recorded at the time of the two harvests (Table III) it was apparent that the populations exhibiting a seasonal increase in seed viability were the ones reproducing most vigorously between harvests. Population E showed an increase in flowering and fruiting ramets as well as a sharp increase in seed germination between harvests. Population A, with consistently high seed viability in both harvests, had the highest density of flowering and fruiting ramets in the first harvest. The largest declines in density of flowering and fruiting ramets were seen in populations B, C and D, and of these, only population C seeds showed a sizeable increase in germination. Vegetative ramets also declined between harvests, in conjunction with (a) conversion to flowering and fruiting ramets (populations A, C and D) or (b) an overall decline in density (population B). Population E showed only a marginal decline in vegetative ramet density (Table III).

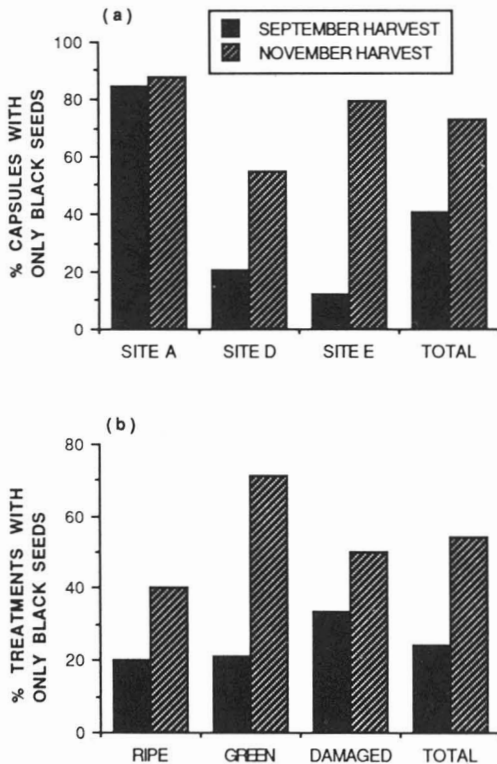


Figure 1. Percentage of treatments containing only black seeds in single-capsule (a) and three-capsule tests (b).

#### Discussion

This study provided evidence that capsules formed latest in the growing season tend to produce more viable seeds, which is consistent with the results of a previous investigation (P. B. Cavers and S. Rang, unpubl. data). However, this pattern was clearly exhibited in only two of the five study sites. Our results also demonstrated that significant numbers of viable seeds may be produced earlier (within some populations) and that some populations never produce more than 25 % viable seeds. Detailed examination of variation in seed quality permits us to speculate on the reasons for reduced viability, in early-formed capsules and otherwise, in terms of the three factors described earlier: predators, pollinator limitation and resource limitation effects.



## PREDATOR EFFECTS

Harris (1961) reported that in southern Ontario *Linaria vulgaris* is attacked sequentially by two insects. In the early summer *Brachypterolus pulicarius* almost completely destroys the flowers but by mid-August both larvae and adults have nearly disappeared. They are replaced for the remainder of the season by individuals of *Gymnaetron antirrhini*, whose larvae feed on the seeds and pupate inside the capsules. In our study, insects of both species were frequently observed from June to early August. Undoubtedly, many flowers were destroyed by *B. pulicarius*, but the damaged capsules that we collected probably had been attacked by *G. antirrhini* since this latter species is less likely to destroy whole flowers or capsules. Our results differed from those reported by Harris (1961) in that insect damage virtually ceased by late August. Such a result may explain, at least in part, why Cavers (unpubl. data) found almost no viable seeds in early September in any of ten years, yet we found much larger numbers of viable seeds in each population by September 23. Nadeau & King (1991) recorded the same two insects in their plots in Alberta; they had much greater seed destruction in 1989 than in 1988.

Evidence of insect attacks on fruits and seeds was lower in our study than in comparable studies. We did record significantly reduced seed production in the few capsules that were damaged externally. However, seed fragments (described by Arnold, 1982) or the ovoid, distended seeds infested by the weevil *G. antirrhini* were not seen

in any of our samples. The incidence of grey seeds, which was associated with low viability, far exceeded the incidence of insect damage to capsules.

There was also a possibility that fungal attacks decreased seed viability. However, since the presence of fungi did not impair germination of black seeds in many samples, it is more likely that the infected grey seeds were defective prior to germination. The fungi in our seeds, *Cladosporium* sp. and *Alternaria* sp., tend to infect seeds with damaged seed coats (Pugh, 1973) which may suggest that the grey seeds had defective coats. The failure of the surface sterilization technique to eradicate the fungal infection indicated either that the fungus had already gained access to the seed interior, or that the grey seeds were extremely vulnerable to reinfection.

## POLLINATOR LIMITATION

Darwin (reported in Salisbury, 1961) and Arnold (1982) found that individuals of this species are self incompatible. Arnold (1982) reported for populations in New York State that a lack of pollinators in August 1980 was a major cause of low seed set (0.3 %) in early September. In contrast, in this study we noted the presence of pollinators, bumble bees and halictid bees, throughout the summer. In fact, both percent viability and the number of seeds per capsule increased for our November harvest. Capsules harvested in November were probably pollinated in late September or early October, a period when

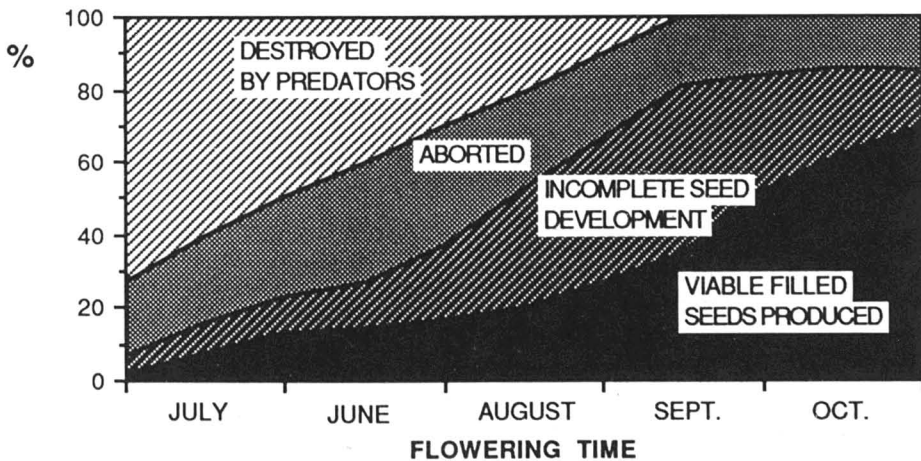


Figure 2. Fate of flowers of *Linaria vulgaris* during the season in southwestern Ontario. Note that the peak flowering period is in September and thus the greatest number of viable seeds originates in that month.

pollinators were less common. In Britain, Salisbury (1961) suggested that cross pollination was reduced in wet English summers with the result that fewer than 1 % of all seeds would germinate. In contrast, he obtained as much as 61 % germination for seeds from continental Europe where summer conditions are more favourable for pollinators. In Alberta, Nadeau & King (1991) recorded 40, 51, and 43 % viability for seeds collected in August, September and October, respectively. They did not speculate on the reasons for lack of viability.

The large numbers of grey seeds in our collections did not result from unfertilized flowers since a) some of them germinated and b) grey seeds often shared capsules with viable black seeds.

#### RESOURCE LIMITATION

While Arnold (1982) found seed set reduced by both seed predators and a lack of pollinators and Harris (1984) found reproduction reduced by seed predators, we found that a large proportion of seeds fail to mature fully (i.e. grey seeds). Since grey seeds are lighter in weight and seem to have defective seed coats, we suggest that they are incompletely filled because of a lack of resources. The sharp seasonal increase in the proportion of black seeds would thus reflect a seasonal increase in resource availability. Seeds collected from population E, which flowered later than the other populations in the study, showed the greatest late-season increase in percent germinability. The most obvious late-season change in resources in Southwest Ontario is increased rainfall.

Harris (1984) pointed out that persistent toadflax stands in Ontario are usually restricted to dry soils where they will not be displaced by grasses and other species. However, he also noted that these stands tend to be stunted for lack of moisture. Two of our populations, B, and D, were either at the top of or near the top of slopes on very well drained soils and each of these populations had more stunted growth than populations A, C and E where soil water retention was better. These stunted populations also produced fewer ripe seeds and fewer germinable seeds than populations A, C and E.

*L. vulgaris* may respond to the unpredictability of rainfall by initiating excess numbers of seeds, as Lee & Bazzaz (1982) suggested *Chalcodermis collaris* does in response to the unpredictability of

resources. Lee & Bazzaz (1986), in studying the impact of resources on seed abortion by *Cassia fasciculata* Michx., discovered drought had a greater effect than nutrient addition or root removal. Drought has also been implicated in seed abortion in *Anagallis arvensis* L. (Coulter, 1979) and in dry beans (Robins & Domingo, 1956). DeJong & Klinkhamer (1989) found that a lack of resources, particularly moisture, limited seed set in *Cynoglossum officinale* L.

The plant must be able to monitor resource availability precisely, such that some seeds are not abandoned until they have sufficient resources to mature successfully (black seeds), but that other, possibly inferior, seeds (grey seeds) lose access to resources if these are in limited supply (Haig & Westoby, 1988). It is well known that hormones, both within the seeds and within other parts of the developing fruit, are responsible for regulating seed development (Bewley & Black, 1985; Kinet *et al.*, 1985). A broad, relatively localized hormonal process could explain the production of half grey/half black capsules. Marshall & Ellstrand (1988) found seed abortion taking place late in water-stressed wild radishes, which illustrates how critical the timing of resource inputs can be. The timing of rainfall would be expected to vary in its impact according to site conditions. Population A, located on a flood plain, exhibited comparatively high seed viability in both November and September. Seed viability remained uniformly low for population B, located on a dry site, whereas seed viability of populations located on more mesic sites increased between September and November. Furthermore, the correlation between the density of flowering and fruiting ramets and seed viability also suggests a link between resource availability and seed viability. Vigorously growing plants, with a high ramet density, appeared to be able to produce more viable seeds than plants with a lower ramet density.

Another possibility, that we have not explored, is that plants of *L. vulgaris* direct most resources during certain periods to perennating organs such as roots and underground stems. For example, alfalfa (*Medicago sativa* L.) must be allowed uninterrupted growth during the critical fall harvest period (Sept. 15-Oct. 15 in London, Ontario), a time when most resources of the plant are directed towards increasing root energy reserves for overwinter survival (Anonymous, 1988).

THE LIFE HISTORY STRATEGY OF *L. VULGARIS*

The extended flowering period of *L. vulgaris*, both in terms of individual inflorescences and in terms of genets, represents a strategy by which *L. vulgaris* can escape temporary decreases in pollination, and/or resource availability or increases in predators. This strategy is reminiscent of temporal escape strategies employed by other plants, to escape such hazards as herbicides (Putwain *et al.*, 1982) or predators alone (Janzen, 1971). Fenner (1985) suggests that "the exact timing of flowering probably represents a compromise between the need to maximize seed-set through the attraction of sufficient pollinators and the need to avoid predators". We would integrate resource availability into Fenner's compromise (Figure 2). Flowering in *L. vulgaris* should be timed to avoid predator effects, pollination limitation (capsule or ovule abortion) and resource limitation (incomplete seed development). However, the ability of *L. vulgaris* to optimize this timing is affected by site characteristics such as soil moisture and mowing history.

The individual inflorescences, with their extended overlapping flowering sequence, may serve to attract pollinators by their showiness (Arnold, 1982), while at the same time having the potential to produce enough seeds to overcompensate for predator and resource availability problems. According to Westoby & Rice (1982), plants should manipulate offspring quality maternally through selective development of high-quality offspring. The greater number of seeds in capsules with only black (filled) seeds in comparison to capsules containing grey (incompletely filled) seeds may be indicative of such manipulation by *L. vulgaris*.

The spread of *Linaria vulgaris* as a weed depends on prolific seed production (Harris, 1961). Toadflax populations in southwestern Ontario declined in vigor and abundance after the introduction of insects for biological control (Harris, 1984) but we have noted several new stands in the London, Ontario area within the past ten years. Perhaps, very late season production of viable seeds will allow this species to recover.

### Conclusions

The life history of *L. vulgaris* is not adapted to a particular environment or a particular set of environmental conditions, but it does enable this

species to survive and reproduce in the unpredictable habitats it occupies. Our study of the seasonal patterns of seed viability implied that by selectively allocating resources, *L. vulgaris* produces completely filled (black) seeds when conditions are favourable, and incompletely filled (grey) seeds when resources are limited. Since the incompletely filled seeds are seldom able to germinate, *L. vulgaris* must rely on its extended flowering period to maintain populations until conditions are favourable for the production of vigorous viable seeds.

### Acknowledgements

We are grateful to Susan Legeza for identifying the fungi. We also thank R. H. Green for statistical advice and Lonnie Aarssen, Lesley Lovett Doust, Pierre Morisset, Pam Krannitz and an anonymous reviewer for useful comments on the manuscript. We also thank the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada for financial assistance (operating grant to P.B.C.), Virginia Waring and Stefani Tichbourne for typing the manuscript, and Liette Vasseur for translating the abstract.

### References

- ANONYMOUS, 1988. Field crop recommendations. — Ontario Ministry of Agriculture and Food, Toronto, Publication no. 296.
- ARNOLD, R. M., 1982. Pollination, predation and seed set in *Linaria vulgaris* (Scrophulariaceae). — *Am. Midl. Nat.*, 107: 360-369.
- BEWLEY, J. D. & M. BLACK, 1985. Seeds: Physiology of development and germination. — Plenum, New York, 367 p.
- COULTER, M. C., 1979. Seed abortion in *Anagallis arvensis* on Southwest Farallon Island, California. — *Madroño*, 26: 101-102.
- CROSS, H., 1931. Laboratory germination of weed seeds. — *Proc. Ass. off. Seed Analysts N. Am.*, 24: 125-128.
- DARWENT, A. L., W. LOBAY, W. YARISH & P. HARRIS, 1975. Distribution and importance in northwestern Alberta of toadflax and its insect enemies. — *Can. J. Pl. Sci.*, 55: 157-162.
- DEJONG, T. J. & P. G. L. KLINKHAMER, 1989. Limiting factors for seed production in *Cynoglossum officinale*. — *Oecologia*, 80: 167-172.
- DORPH-PETERSEN, K., 1924. Examinations of the occurrence and vitality of various weed seed species under different conditions, made at the Danish State Seed Testing Station during the years 1896-1923.

- Pages 124-138 in Report of Fourth Int. Seed Test. Congr., Cambridge.
- FENNER, M., 1985. Seed Ecology. — Chapman and Hall, London, U.K., 151 p.
- GRAY, D., 1979. Germination response to temperature of carrot seeds from different umbels and times of harvest of the seed crop. — *Seed Sci. Technol.*, 7: 169-178.
- GRAY, D. & J. R. A. STECKEL, 1984. Viability of onion (*Allium cepa*) seed as influenced by temperature during seed growth. — *Ann. appl. Biol.*, 104: 375-382.
- GREEN, R. H. & K. D. HOBSON, 1970. Spatial and temporal structure in a temperate intertidal community, with special emphasis on *Gemma gemma* (Pelecypoda: Mollusca). — *Ecology*, 51: 999-1011.
- HAIG, D. & M. WESTOBY, 1988. Inclusive fitness, seed resources and maternal care. — Pages 60-79 in J. Lovett Doust & L. Lovett Doust (ed.). *Plant reproductive ecology: Patterns and strategies*. Oxford University Press, 344 p.
- HARRIS, P., 1961. Control of toadflax by *Brachypterolus pulicarius* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) and *Gymnaetron antirrhini* (Payk.) (Coleoptera: Curculionidae) in Canada. — *Can. Ent.*, 93: 977-981.
- HARRIS, P., 1984. *Linaria vulgaris* Miller, yellow toadflax and *L. dalmatica* (L.) Mill., broad-leaved toadflax (Scrophulariaceae). — Pages 179-182 in J. S. Kelleher & M. A. Hulme (ed.). *Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969-1980*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Reading, England.
- HARRIS, P. & A. C. CARDER, 1971. *Linaria vulgaris* Mill., yellow toadflax, and *L. dalmatica* (L.) Mill., broad-leaved toadflax (Scrophulariaceae). — Chapter 33, pages 94-97 in *Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1959-1968*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Reading, England.
- KINET, J., R. M. SACHS & G. BERNIER, 1985. The physiology of flowering. Vol. III. The development of flowers. — CRC Press, Boca Raton, Florida, 274 p.
- JANZEN, D.H., 1971. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. — *Ecology*, 52: 964-979.
- LEE, T. D. & F. A. BAZZAZ, 1982. Regulation of fruit and seed production in an annual legume, *Cassia fasciculata*. — *Ecology*, 63: 1363-1373.
- LEE, T. D. & F. A. BAZZAZ, 1986. Maternal regulation of fecundity: non-random ovule abortion in *Cassia fasciculata* Michx. — *Oecologia*, 68: 459-465.
- MAGUIRE, J. D. & A. OVERLAND, 1959. Laboratory germination of seeds of weedy and native plants. — *Washington agr. Exp. Stn., Circ. no. 349*, 15 p.
- MARSHALL, D. L. & N. C. ELLSTRAND, 1988. Effective mate choice in wild radish: Evidence for selective seed abortion and its mechanism. — *Am. Nat.*, 131: 739-756.
- MITCHELL, E., 1926. Germination of seeds of plants native to Dutchess County, New York. — *Bot. Gaz.*, 81: 108-112.
- NADEAU, L. B. & J. R. KING, 1991. Seed dispersal and seedling establishment of *Linaria vulgaris* Mill. — *Can. J. Pl. Sci.*, 71: 771-782.
- OGDEN, J., 1974. The reproductive strategy of higher plants. II. The reproductive strategy of *Tussilago farfara* L. — *J. Ecol.*, 62: 291-324.
- PUGH, G. F. C., 1973. Saprophytic fungi and seeds. — Pages 337-345 in W. Heydecker (ed.). *Seed ecology*. Butterworths, London.
- PUTWAIN, P. D., K. R. SCOTT & R. J. HOLLIDAY, 1982. The nature of resistance to triazine herbicides: Case histories of phenology and population studies. — Pages 99-115 in H. M. LeBaron & J. Gressel (ed.). *Herbicide resistance in plants*. John Wiley and Sons, New York.
- ROBINS, J. S. & C. E. DOMINGO, 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. — *Agron. J.*, 48: 67-70.
- SALISBURY, E. J., 1961. Weeds and aliens. — *The New Naturalist Series*, no 43. Collins, London.
- SCOTT, R. K. & P. C. LONGDEN, 1973. The production of high quality seeds. — Pages 81-98 in W. Heydecker (ed.). *Seed ecology*. Butterworths, London.
- SMITH, J. M., 1959. Notes on insects, especially *Gymnaetron* spp. (Coleoptera: Curculionidae), associated with toadflax, *Linaria vulgaris* Mill. (Scrophulariaceae) in North America. — *Can. Ent.*, 91: 116-121.
- STEPHENSON, A. G., 1981. Flower and fruit abortion: Proximate causes and ultimate functions. — *A. Rev. Ecol. Syst.*, 12: 253-279.
- STEPHENSON, A. G., 1984. The cost of over-initiating fruit. — *Am. Midl. Nat.*, 112: 379-386.
- WESTOBY, M. & B. RICE, 1982. Evolution of the seed plants and inclusive fitness of plant tissues. — *Evolution*, 36: 713-724.

## Variations temporelles et spatiales de l'indice pollinique de l'herbe à poux (*Ambrosia* spp.)

Paul COMTOIS

Département de géographie, Université de Montréal  
Case postale 6128, Montréal (Québec) H3C 3J7

### Résumé

La concentration pollinique totale de l'herbe à poux (*Ambrosia* spp.), exprimée en grains par mètre cube d'air montre une forte variabilité inter-annuelle à Montréal. Il est démontré que cette variabilité est fonction de la vitesse de sommation des degrés-jours au-dessus de 5°C. On remarque également que la variabilité spatiale, au Québec méridional, du dépôt pollinique de l'herbe à poux, exprimée en grains par centimètre carré est lui aussi fonction du même paramètre.

### Abstract

In Montréal, total ragweed (*Ambrosia* spp.) pollen concentration, measured in grains per cubic meter of air, shows a high inter-annual variability. It is demonstrated that this variability is dependent on the speed of increase of the heat-day sum above 5°C. The spatial variability of ragweed pollen deposition in southern Québec, expressed in grains per square centimeter, is also highly dependent on the same parameter.

Le pollen de la grande et de la petite herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* L. et *A. trifida* L.) est le principal allergène aéroporté du Québec méridional. Selon les années, il constitue à lui seul de 25 à 35 % de la pluie pollinique (Durand, 1986) et contribue à plus de 55 % des symptômes d'allergie respiratoire (Comtois & Gagnon, 1988). Bien qu'il soit difficile de distinguer ces deux espèces par leur morphologie pollinique (Bassett *et al.*, 1978), leur distribution actuelle, au moins dans les régions de Montréal, des Basses-Laurentides et de Joliette indique une très nette dominance de la petite herbe à poux.

Le pollen de l'herbe à poux est dispersé au cours des mois d'août et de septembre et contribue de façon importante à la dernière saison de l'année pollinique. La période correspondant à l'anthèse dure en moyenne six semaines et sa date d'initiation varie d'une année à l'autre. À l'aide d'un échantillonneur Hirst-Burkard, localisé sur le campus de l'université de Montréal à une hauteur de 20 m au-dessus du sol et ayant un flux d'air de 10,5 litres à la minute, il est possible de connaître les paramètres exacts des courbes polliniques de l'herbe à poux. Les pollens sont

recueillis quotidiennement sur une lame microscopique mobile de 25 × 75 mm, où une surface de 2 × 14 mm est exposée à chaque heure. L'analyse transversale sur 48 mm de trois champs microscopiques nous permet d'estimer le nombre de grains de pollen par mètre cube d'air par jour.

Depuis 1985, la date du début de la saison pollinique de l'herbe à poux, définie comme la date à partir de laquelle les concentrations quotidiennes sont supérieures à 1 grain/m<sup>3</sup> pendant trois jours de suite, a toujours été de plus en plus précoce. Elle a débuté le 9 août en 1985, le 5 août 1986 et le 30 juillet en 1987 (fig. 1). Bien que la longueur du jour détermine la date moyenne de floraison de l'herbe à poux pour une région donnée (Solomon, 1979), les fluctuations annuelles semblent suivre la vitesse d'accroissement de la sommation des degrés-jours de plus de 5°C (fig. 2). La sommation des degrés-jours a déjà été reliée aux émissions polliniques (Richard, 1985), et le seuil de 5°C est considéré comme le plus significatif dans la détermination des principales phénomènes sous nos climats (Lieth, 1974).

Lors d'une étude antérieure, Comtois *et al.* (1989) ont montré que la somme de 1280 degrés-

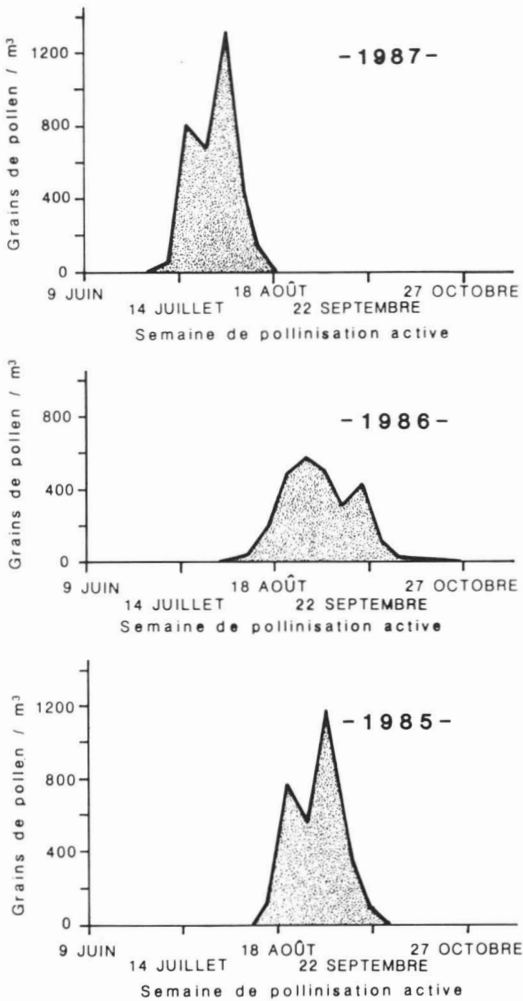


Figure 1. Concentration pollinique de l'herbe à poux à Montréal de 1985 à 1987. Bien que les données quotidiennes aient servi à notre étude, pour fins de clarté seules les sommes hebdomadaires sont représentées.

jours au dessus de 5°C constitue l'indice le plus stable permettant la détermination de la semaine du début de l'anthesis chez l'herbe à poux. En effet, celle-ci fut atteinte le 28 juillet en 1985, le 17 juillet en 1986 et le 9 juillet en 1987. La relation entre les dates juliennes de cette sommation et celles du début de l'anthesis est très étroite, de 1985 à 1987 ( $\rho$  de Spearman = 0,97;  $p \leq 0,05$ ).

Il semble donc que, parce que les étés ont été de plus en plus chauds entre 1985 et 1987, la pollinisation de l'herbe à poux ait été de plus en plus

précoce. Par ailleurs, cette précocité semble aussi avoir influencé l'amplitude de la pollinisation de l'herbe à poux (c.-à.-d. le nombre total de grains de pollen par mètre cube par saison) qui s'est accrue (2615, 3412, 5005) au cours du même intervalle.

À partir des données originales de Durham (de 1934 à 1941) et de Campagna (de 1940 à 1967), les seuls inventaires systématiques des dépôts polliniques de l'herbe à poux effectués au Québec méridional, et dont seules quelques synthèses ont été publiées (Durham 1935, 1937; Campagna, 1950, 1951), il est possible de mesurer l'intensité régionale de la pluie pollinique issue de la pollinisation anémophile de l'herbe à poux.

Ces données sont issues d'un compte pollinique quotidien effectué sur 1 cm<sup>2</sup> d'une lame microscopique (25 × 75 mm) enduite de glycérine, maintenue horizontalement tout en étant protégée de la pluie, pour l'ensemble de la période de pollinisation de l'herbe à poux (août et septembre). Le compte est par la suite multiplié par 3,6 pour représenter la concentration atmosphérique (Durham, 1946). L'indice pollinique est calculé à l'aide de trois facteurs qui affectent directement l'exposition individuelle au pollen: la longueur de la saison, la concentration aérienne maximale et le nombre total de grains de pollen comptés en une saison. Plus précisément, il est égal au nombre de jours où le compte atteint 7 grains par cm<sup>2</sup>, auquel on additionne le compte quotidien maximal divisé par 100 et le nombre total de grains de la saison divisé par 200 (Durham, 1937).

La cartographie obtenue par l'interpolation des résultats de 47 stations permet de visualiser deux centres principaux de distribution (1934-1967): Farnham et Cap-de-la-Madeleine, et une dispersion s'allongeant dans l'axe du Saint-Laurent (fig. 3). Le seul facteur climatique ayant une distribution similaire pour la même période, soit de 1930 à 1960, est le nombre annuel de degrés-jours au-dessus de 5°C (Wilson, 1971). Le coefficient de détermination ( $r^2$ ) de la régression polynomiale de l'indice pollinique sur cette dernière variable est de 0,759 (fig. 4). La courbe polynomiale d'ordre 2 est significative pour  $p = 0,0001$ . La limite d'un indice sévère (*sensu* Durham, soit > 10) se situerait aux environs de 2400 d-j, alors que la limite de l'espèce (< 1) coïnciderait avec une sommation comprise entre 1800 et 2200 d-j. Les autres facteurs étudiés (tem-

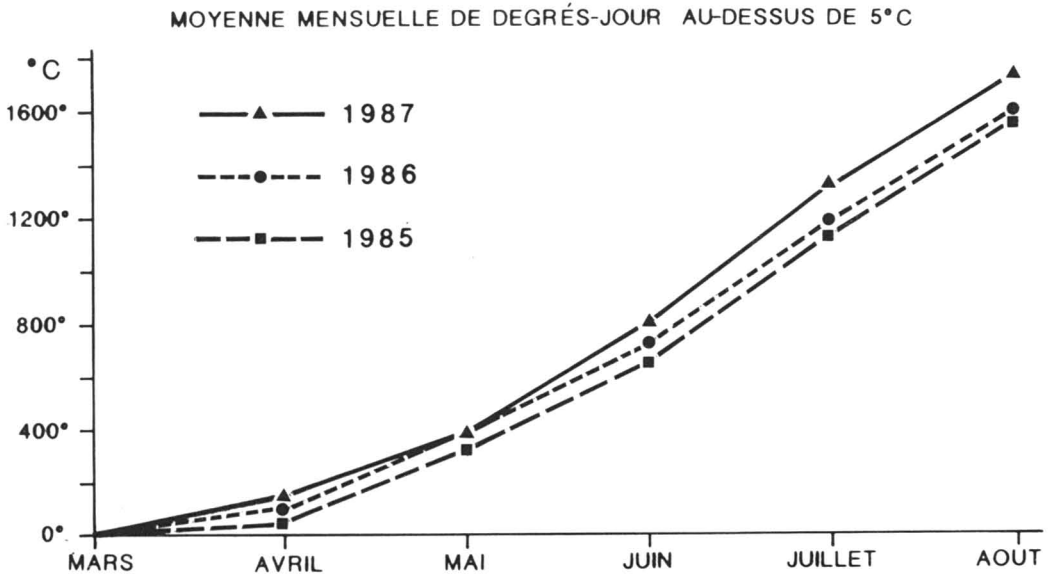


Figure 2. Fréquences cumulées mensuellement des degrés-jours de croissance au-dessus de 5°C à l'aéroport de Dorval de 1985 à 1987 (selon les données du SEA, Environnement Canada).

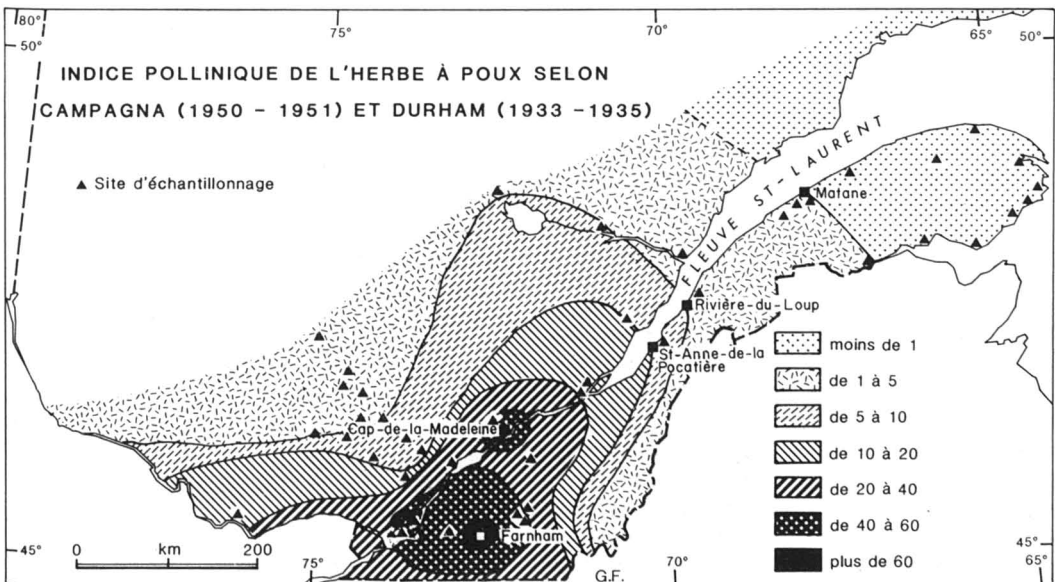


Figure 3. Distribution de l'indice pollinique de l'herbe à poux (*sensu* Durham, 1937) au Québec méridional pour la période de 1934 à 1967.

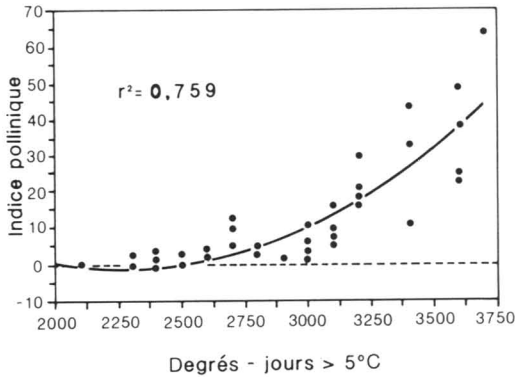


Figure 4. Relation polynomiale d'ordre 2 entre la sommation des degrés-jours au-dessus de 5°C (1930-1960) et l'indice pollinique (1934-1967) pour 47 sites du Québec méridional.

pérature moyenne annuelle, températures maximale et minimale de juillet, précipitations annuelles) (Villeneuve, 1967) présentaient une distribution beaucoup plus hétérogène, en mosaïque, qui ne reflétait pas la distribution longitudinale de l'indice pollinique de l'herbe à poux le long du Saint-Laurent, ce qui se traduit par des coefficients de corrélation moins élevés (de 0,09 à 0,79).

Ainsi la sommation des degrés-jours de croissance pourrait être l'un des facteurs limitant l'expansion temporelle ou spatiale de l'indice pollinique de l'herbe à poux. Bien que cette relation ait été très utilisée dans l'étude de la croissance d'un grand nombre d'espèces annuelles cultivées (Lowry, 1969), son application à l'aéropalynologie est tout récente (Richard, 1985).

Par ailleurs, quelque soit la valeur causale de cette relation, la facilité avec laquelle un indice pollinique peut être mesuré permet d'entrevoir un accroissement de sa mise en œuvre en biométéorologie. La puissance de cette relation, couplée à la forte productivité pollinique de l'herbe à poux, éclairera davantage les reconstitutions paléoclimatiques des derniers siècles par l'analyse pollinique. En effet, l'herbe à poux étant d'apparition récente sur la majeure partie du Québec (Bassett & Terasmae, 1962), les perturbations anthropiques, notamment celles associées à l'agriculture d'origine européenne, pourront être séparées de celle du climat par l'abondance pollinique de l'herbe à poux.

## Références

- BASSETT, I. J., CROMPTON, C. W. & J. A. PARMELEE, 1978. An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. — Canada Department of Agriculture, Monograph no. 18, 321 p.
- BASSETT, I. J. & J. TERASMAE, 1962. Ragweeds, Ambrosia species, in Canada and their history in Postglacial time. — *Can. J. Bot.*, 40: 141-150.
- CAMPAGNA, E., 1950. Ragweed pollen survey in eastern Canada for 1949. — Pages 1-18 in *Proceedings of the 3rd meeting, National Weed Committee*, Ottawa.
- CAMPAGNA, E., 1951. An outline of the 1950 Ragweed pollen survey in eastern Canada. — Pages 82-94 in *Proceedings of the 4th meeting, National Weed Committee*, Ottawa.
- COMTOIS, P., BATCHELDER, G. & D. SHERKNIES, 1989. Pre-season pollen forecasting. — Pages 1-14 in P. Comtois (ed.) *Aerobiology, health and environment. A symposium*. Université de Montréal, Montréal, 319 p.
- COMTOIS, P. & L. GAGNON, 1988. Concentration pollinique et fréquence des symptômes de pollinoses: une méthode pour déterminer les seuils cliniques. — *Rev. fr. Allergol.*, 28: 279-286.
- DURAND, L., 1986. Description du contenu pollinique atmosphérique de Montréal et de Québec pour les années 1983 et 1984. — *Mémoire de M. Sc.*, Université de Montréal, 209 p.
- DURHAM, O. C., 1935. The pollen content of the air of North America. — *J. Allergy*, 6: 128.
- DURHAM, O. C., 1937. Evaluation of the Ragweed hay fever areas of North America. — *J. Allergy*, 8: 175.
- DURHAM, O. C., 1946. A proposed standard method of gravity sampling, counting and volumetric interpretation of results. — *J. Allergy*, 17: 79-86.
- LIETH, H., 1974. *Phenology and seasonality modeling*. — Springer-Verlag, New York, 444 p.
- LOWRY, W. P., 1969. *Weather and life*. — Academic Press, New York, 305 p.
- RICHARD, P., 1985. Contribution aéropalynologique à l'étude des facteurs climatiques sur la floraison de l'orme et de l'if. — *Pollen Spores*, 27: 53-93.
- SOLOMON, W. R., 1979. Pollen. — Pages 41-53 in R. C. Edmons (ed.) *Aerobiology. An Ecosystem approach*. Dowden, Hutchinson & Ross, 396 p.
- VILLENEUVE, O. C., 1967. *Sommaire climatique du Québec. Volume 1*. — Service de météorologie, ministère des Richesses naturelles du Québec, publication n° M-24, 168 p.
- WILSON, C. V., 1971. *Atlas climatique*. — Service météorologique du Canada. *Études climatiques n° 11*, 44 fig.



## Revue des livres

BROOKS, D. R. & E. O. WILEY, 1988. **Evolution as entropy. Toward a unified theory of biology.** 2nd edition. — University of Chicago Press, Chicago, viii + 415 p., 15 × 29 cm. Couverture souple, 19,95\$US.; couverture rigide, 60\$US.

Voilà un livre qui ne peut laisser le lecteur indifférent. Ces ouvrages, où les auteurs ne craignent pas de s'aventurer sur des chemins incertains sont stimulants par rapport à la production scientifique actuelle où l'on se contente le plus souvent de rester dans les sentiers battus. Pour les uns, l'ouvrage de Brooks et Wiley représente une percée importante dans l'interprétation de la morphogénèse, de l'évolution, de la systématique et de l'écologie, alors que pour les autres il s'agit d'un travail qui décrit des analogies élégantes entre les lois physiques — en l'occurrence la thermodynamique — et les phénomènes biologiques mais qui, tout compte fait, demeure superficiel d'un point de vue théorique. Je pense que cette ambivalence caractérise de nombreux livres qui mettent en parallèle les concepts de la biologie et ceux de la physique.

Dès le début du livre, les auteurs adoptent une attitude agaçante que l'on rencontre chez de nombreux systématiciens modernes. Pourquoi essayent-ils de démontrer que leur discours est scientifique en jettant un regard sur leur propre discours? Laissons le temps nous en convaincre. La solution d'un problème doit-elle passer nécessairement par une analyse épistémologique des concepts utilisés pour le résoudre? Cette question en est une d'épistémologie et non de biologie.

L'hypothèse principale des auteurs porte sur l'évolution: «*biological evolution is an entropic process*». Ils sont très confiants à propos de leur théorie: «*Our biological theory has much the same causal and explanatory status for living information systems as does thermodynamics for thermal systems*» (p. 49). Or, on se demande, en lisant les premiers chapitres du livre, si Brooks et Wiley ne vont pas chercher dans la thermodynamique des arguments supportant leur idée d'évolution, basée avant tout sur le cladisme. Ils écrivent, avec raison, que la biologie du développement n'a pas été intégrée avec succès dans le cadre théorique de l'évolutionnisme. Cependant, ils n'ont pas démontré que l'entropie unifiera ces deux niveaux d'analyse. La tentative d'unification de la biologie par le concept d'entropie donne l'illusion d'unité simplement parce qu'elle est générale et ne tient pas compte de l'objet biologique lui-même: le vivant. L'utilisation du concept d'entropie fournit une représentation de second degré qui porte sur un modèle abstrait de l'ontogénie ou de la phylogénie et non sur l'ontogénie ou sur la phy-

logénie proprement dites. La notion d'entropie s'avère convaincante lorsque l'on peut mesurer directement les changements d'état d'un système, comme cela a été fait, par exemple, pour le cancer et la floraison, en utilisant la résonance magnétique nucléaire. À l'aide de cette méthode, on peut mesurer les changements d'entropie relative au cours des transitions physiologiques et morphologiques dans le développement de certaines structures. Or, Brooks et Wiley n'ont pas tenu compte des travaux sur la mesure expérimentale de l'entropie des structures biologiques que ce soit au niveau moléculaire, microscopique ou macroscopique. Leurs calculs de l'entropie portent sur des modèles théoriques rudimentaires de l'organisation génétique et de l'ontogénie. Dans le chapitre consacré à l'ontogénèse, ils présentent en détail l'ingénieux modèle de Kauffman. Mais les auteurs, plutôt que d'analyser ce modèle en fonction du concept d'entropie, se contentent de donner une représentation très schématique de la régulation entre des gènes, avant d'arriver à la conclusion que l'augmentation de l'information est proportionnelle au nombre d'éléments et de leurs relations. Ils s'agit là d'une loi physique qui n'a rien à voir avec la nature des éléments.

Le chapitre sur l'ontogénie, la morphologie et l'évolution contient des idées fort stimulantes. Il peut ouvrir la voie à de nouvelles recherches théoriques. On y voit aussi l'utilité du calcul de la complexité basé sur une formule tenant compte de la hiérarchie combinatoire du système.

Dans la relation entre l'information théorique maximale et l'information observée, les auteurs ne tiennent pas compte de la redondance qui joue un rôle important dans la mesure de la complexité. L'ontogénie, par exemple, pourrait correspondre à une fonction tenant compte simultanément de la redondance et de la complexité. De plus, les auteurs n'analysent pas le taux de variation d'entropie des systèmes en fonction du temps. Pourtant il existe des équations différentielles qui mettent en relation la redondance et la complexité dans un cadre dynamique.

Brooks et Wiley voient les contraintes comme une variation entre  $H$  maximum ( $H = \log N$ ) et  $H$  observé ( $= -K p \log p$ ). Mais le  $H$  maximum pourrait tout aussi bien se calculer par la formule de Shannon ( $= -E p \log p$ ) et le  $H$  observé par une formule tenant compte de la redondance interne ( $R$ ) du système soit  $H_{obs} = H_{max} (1-R)$ . Dès lors la formule de Shannon est un maximum de la troisième correspondant à une redondance nulle. La première formule est un maximum de la deuxième correspondant à une distribution supposée équiprobable

(H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée*). Or ces aspects, qui ont déjà été traités par d'autres auteurs (Ashby, Atlan, Von Foerster), ne sont pas discutés dans le livre.

D'après Brooks et Wiley, l'évolution est un processus thermodynamique. Mais une fois que l'on sait que les phénomènes morphologiques, ontogéniques et écologiques peuvent être décrits en terme d'entropie, cela explique-t-il comment se produit, par exemple, le passage d'un état entropique à un autre? Les auteurs ne répondent pas à cette question.

De plus, certaines critiques de la théorie de l'évolution sont particulièrement exagérées. Les auteurs soutiennent que les aspects généalogiques de l'évolution n'ont jamais été adéquatement intégrés dans les explications évolutionnistes. Or, comment la caractérisation d'une phylogénie donnée par son niveau entropique permet-elle d'accéder à une meilleure compréhension de l'histoire évolutive d'un groupe? Encore là, le calcul de l'entropie se fait sur une représentation abstraite de la phylogénie et non sur la phylogénie elle-même. Brooks et Wiley croient fermement à la valeur de leur classification puisqu'elle se fonde sur le cladisme. D'un autre côté, ils se servent de l'entropie pour justifier cette classification. On peut se demander si le cladisme orthodoxe ne représente pas une nouvelle forme de typologie. On a reproché à la typologie la rigidité de ces catégories abstraites et son manque d'adéquation à la diversité morphologique. Or, des reproches similaires pourraient être adressés au cladisme lorsque l'on substitue la méthode à l'explication. Le cladisme représente certainement une méthode rigoureuse pour analyser la phylogénie des organismes, mais il n'explique pas leur évolution. Pour ces auteurs, l'information contenue dans les dendrogrammes est sujette à la seconde loi de la thermodynamique, et dépend uniquement des propriétés internes du système. Or, en biologie, ce sont précisément ces propriétés internes que l'on veut connaître et leur évolution dans le temps. Malheureusement le livre ne démontre pas que la thermodynamique permet de résoudre ce problème.

Ce livre nous invite à repenser l'évolution hors du cadre darwiniste. Mais les auteurs ont-ils été aussi loin qu'ils le prétendent? Suffit-il de montrer que les concepts de la thermodynamique s'appliquent à tous les niveaux biologiques pour qu'il s'agisse d'une théorie unifiée de la biologie? Rien n'est moins sûr. La partie sur la phénoménologie biologique pose le problème de la complexité en rapport avec l'évolution. Mais une question demeurera toujours biologique: comment expliquer que l'information totale augmente au cours de l'évolution? La deuxième loi de la thermodynamique s'applique à tout si l'on se contente de transposer sous forme de graphe un réseau de relations entre des éléments, quel qu'ils soient. On peut se demander si la thèse de Brooks et Wiley se rapproche réellement d'une explication du vivant à partir des lois de la thermodynamique ou si l'on s'agit d'une application de ces lois à une représentation abstraite et simplifiée du vivant.

Les auteurs veulent nous convaincre qu'ils apportent une réponse définitive à des problèmes que les biologistes se posent depuis toujours. Bien sûr, ils font des rapprochements fort intéressants et quelquefois originaux entre l'entropie et l'évolution, particulièrement en ce qui concerne les systèmes de classification. Mais si l'unification résulte de l'élaboration d'un cadre conceptuel qui nous permette de comprendre le vivant — et non une idée du vivant — dans sa diversité et sa spécificité, nous sommes encore loin du but à atteindre.

Denis BARABÉ

*Jardin botanique de Montréal*  
*Institut de recherche en biologie végétale*  
4101, rue Sherbrooke Est  
Montréal, Qué. H1X 2B2

CALVET, R. (éd.), 1990. **Nitrates-Agriculture-Eau.**  
— Institut National de la Recherche Agronomique,  
Symposium international, Paris- La Défense,  
576 p., 17 × 25 cm. Couverture rigide, 250FF.

Cet ouvrage constitue les actes d'un symposium international tenu à Paris- La Défense en 1990. On ne peut donc s'attendre à trouver l'unité qui caractérise normalement un ouvrage dont l'auteur, ou l'éditeur, contrôle le contenu de chaque chapitre. Ceci dit, les 64 contributions, dont 40 % sont en anglais, ont été regroupées selon les thèmes des sessions. On trouvera donc des textes touchant les divers aspects de l'utilisation des nitrates: aspects économiques, approche quantitative du cycle biogéochimique de l'azote, systèmes de culture et d'élevage et gestion de l'azote, utilisation de l'espace rural, gestion de l'azote et qualité des eaux.

Les contributions des auteurs sont, chose prévisible, de qualité inégale, certaines ne comportant aucune référence, d'autres en ayant de très nombreuses. Le soin de la typographie ayant été laissé aux auteurs on trouve là aussi une diversité de présentations visuelles qui font de la couverture rigide un luxe apparemment inutile.

Certains auteurs réinventent la roue et nous apprennent bien peu de choses nouvelles: ainsi, même le plus ignorant des agronomes sait qu'un excès de fumure minérale accroît les risques de lessivage de l'azote, que les écoulements rapides par les fissures et les pores de grandes dimension provoquent une importante perte d'azote après irrigation des sols argileux ou que le couvert végétal est important pour réduire les pertes d'azote.

Ces critiques étant dites, les contributions faites dans cet ouvrage sont en général pertinentes et certaines permettent de rappeler l'importance du problème de la pollution azotée: aux seuls Pays-Bas, par exemple, les effluents d'élevage représentent 90 millions de tonnes annuellement, ce qui exigera le traitement de quelque 10-15 millions de tonnes par an dans les prochaines

années. L'importance de ces chiffres souligne le débat toujours actuel de l'opposition apparente entre l'activité économique et la protection de la nature. Des économistes rappellent que le principe du «pollueur-payeur» n'est ni juridiquement fondé, ni efficace et équitable. D'autres soulignent que la définition de la pollution n'est pas la même pour les économistes et les biologistes, les premiers retenant le concept d'un niveau optimal de pollution qui constitue l'équilibre, à rechercher inévitablement, entre les intérêts du pollueur et le bien-être des pollués.

Certaines idées proposées risquent de faire bondir des agriculteurs : ainsi, un des auteurs danois évoque la possibilité d'un contingent d'azote/hectare net d'impôt, l'excédent d'engrais devant être acheté à un prix accru.

De nombreuses contributions traitent d'aspects plus techniques d'intérêt pour l'agronome, l'ingénieur rural et les spécialistes des sols ou des cultures. De nombreux exemples documentés, portant sur diverses régions de France, mais aussi d'Europe, sont présentés. D'autres articles, eux aussi plus spécialisés, offrent des voies de solution ou des recommandations, dont certaines ne heurtent certes pas le bon sens.

Le lecteur non spécialiste trouvera particulièrement utile l'article, volumineux comparé aux autres (22 pages contre une moyenne de 5 à 7), de Sebillotte et Meynard, qui font le tour de la question et examinent les relations existant entre systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées. Les enjeux y sont clairement exposés et les principes pouvant guider la réflexion des décideurs clairement énoncés.

À l'heure de l'agriculture «viable» ou «durable», les questions évoquées sont d'une grande actualité quand on sait, comme la chose est rapportée, que la pollution azotée d'un pays développé tel que l'Allemagne, est à 80 % d'origine agricole. Assistera-t-on à un emploi accru d'inhibiteurs de la nitrification, comme la dicyandiamide, qui réduisent les pertes d'azote par lessivage et augmentent les rendements? Le coût de ces inhibiteurs reste le facteur limitatif le plus évident et, dans un sens, la chose est heureuse, car le recours à une telle mesure palliative risquerait de mener à la poursuite de pratiques génératrices des problèmes de pollution azotée.

Joël DE LA NOÛE

*Groupe de recherche en environnement  
agro-alimentaire (GREA)  
Université Laval  
Sainte-Foy, Qué. G1K 7P4*

Ce livre traite des soins parentaux dans une perspective évolutive. Les soins parentaux sont généralement définis comme étant toute forme de comportement susceptible d'augmenter les chances de survie de la progéniture. Cela implique la construction de nids et de terriers, la production d'un riche jaune d'œuf et les soins apportés aux jeunes tant avant qu'après l'éclosion ou la naissance. Cependant, si on considère le terme au sens strict, les soins parentaux réfèrent aux soins prodigués aux œufs ou aux jeunes *extra utero*. Ce livre comprend 14 chapitres. Dans le chapitre d'ouverture, Clutton-Brock fait une mise au point quant à l'emploi de certains mots, source possible de confusion pour les personnes peu familières avec ce genre de littérature, tels que «effort parental», «investissement parental» et «dépenses parentales».

Le deuxième chapitre décrit diverses formes de soins parentaux, comme la construction de nids ou de terriers, la production de gamètes, les soins apportés aux œufs, les soins donnés à la progéniture avant la naissance et après celle-ci comme l'assistance alimentaire ou encore l'assistance apportée aux jeunes matures en cas de danger. L'objectif premier de ce chapitre est de voir comment chacune de ces différentes formes de soins contribuent aux chances de survie de la progéniture. Toutefois, de plus amples recherches sont nécessaires afin de savoir si la relation entre l'investissement parental et les chances de survie des jeunes varie avec les conditions environnementales.

Le troisième chapitre intitulé «Les coûts de la reproduction» débute par une citation tirée Des Enseignements de Bouddha... «La naissance est douloureuse, la vieillesse est douloureuse, la maladie est douloureuse, la mort est douloureuse». Il semble que l'interprétation des résultats d'une étude sur les «coûts de la reproduction» peut aussi s'avérer douloureuse. L'idée de base des «coûts de la reproduction», expliquée pour la première fois, si mes connaissances sont exactes, par l'ornithologue britannique David Lack, est que les soins prodigués à la progéniture réduisent la survie ou le succès reproducteur des parents. Cependant, plusieurs études consacrées à la mesure des coûts de reproduction n'ont pas été capables de détecter un changement au niveau de la survie ou du succès reproducteur des parents. L'importance des coûts de reproduction et la précision des moyens pour les mesurer restent donc des sujets controversés. Ce chapitre évalue les différents types d'observations qui démontrent que les parents font des compromis entre la reproduction en cours et la ou les futures possibilités de se reproduire. Ces observations impliquent : (1) les corrélations entre la production des parents (nombres de jeunes) et leurs chances futures de survie et de reproduction; (2) des manipulations, en laboratoire et sur le terrain, de la production pour investiguer les effets de cette dernière sur les futures chances de survie et de reproduction des parents; (3) les corrélations négatives entre la production et les chances de survie.

CLUTTON-BROCK, T.H., 1991. **The evolution of parental care.** — Princeton University Press, 352 p., 15,5 × 23,5 cm. Couverture souple, 19,95\$ US.; couverture rigide, 49,50\$ US.

Le quatrième chapitre traite de la taille des propagules. On y aborde entre autre les questions suivantes: De quelle taille devraient être les œufs? Combien de temps un organisme devrait-il passer au stade œuf? Combien de temps un organisme devrait-il passer à différents stades de développement? Ce chapitre est particulièrement intéressant pour ceux qui souhaitent connaître les réponses à des questions telles que: pourquoi les humains produisent-ils des jeunes de taille relativement grande alors que les ours en produisent de taille relativement petite?

Le cinquième chapitre discute de la viviparité qui est une façon efficace d'augmenter la survie de la progéniture, et dans certains cas, d'en accélérer la croissance. Les coûts de la viviparité implique une réduction de la mobilité parentale et une couvée de taille réduite. La viviparité a probablement évolué lors de situation où la survie des jeunes ou leur croissance étaient meilleures qu'en situation de stricte oviparité, ou bien lorsque les coûts de la viviparité étaient faibles. Cela a pu se produire à cause des conditions de température extrême, d'anoxie et de stress osmotiques aussi bien qu'à des taux élevés de prédation ou de parasitisme, c'est-à-dire des facteurs qui pourraient favoriser la survie relative des œufs maintenus *in utero*.

Le sixième chapitre traite de l'incubation, de la lactation et de la gestation. D'intéressantes comparaisons sont faites entre les mammifères marins et terrestres en rapport avec la production journalière de lait, la durée de la lactation et la qualité du lait. Par exemple, chez les phoques, ceux se reproduisant sur la banquise ont une période de lactation plus courte, une plus grande production journalière de lait et un lait plus riche mais des dépenses énergétiques totales plus faibles que les phoques se reproduisant sur la terre ferme. Le point principal de ce chapitre montre que même si les taux de développement chez les oiseaux et les mammifères sont allométriquement reliés à la taille, il y a une variation considérable dans la durée de la plupart des stades de développement parmi les espèces de taille similaires qui n'est pas encore clairement expliquée.

Le septième chapitre concerne les soins parentaux chez les ectodermes. Voici un aperçu des questions qu'on y retrouve: Quel sexe devrait investir le plus dans les soins parentaux? Par exemple, chez certains poissons (épinoches), seuls les mâles s'occupent des jeunes, alors que chez d'autres (Cichlidés), les deux parents s'occupent de leurs alevins. La fréquence des soins uniparentaux par rapport à celle des soins biparentaux diffère parmi les groupes d'ectodermes. Quelles sont les circonstances écologiques qui mènent à ces différences?

Le huitième chapitre discute des soins parentaux chez les oiseaux et les mammifères. Les soins biparentaux sont plus fréquents chez les oiseaux que parmi les vertébrés inférieurs, alors que chez les mammifères, les soins uniparentaux sont la norme. On y pose d'intéressantes questions notamment: Pourquoi les mâles

tolèrent-ils la polyandrie? Pourquoi les mâles acceptent-ils d'être les seuls à prodiguer des soins chez certains oiseaux monogames? Pourquoi les mâles participent-ils aux soins chez les espèces biparentales? Les modèles théoriques de Maynard-Smith (1977) y sont discutés. Malheureusement, il n'est pas toujours facile d'évaluer empiriquement ces modèles et Clutton-Brock n'est pas d'un grand secours.

Les chapitres 9 à 13 mettent l'accent sur des études intraspécifiques portant sur les tactiques employées par les parents au niveau des soins parentaux. Des sujets tels que la variation des soins parentaux en relation avec les coûts, les conflits d'intérêts entre les parents, les conflits parents-jeunes ainsi que la théorie du «*sex ratio*» sont analysés (cf. les investissements qui diffèrent dépendamment qu'il s'agisse d'un fils ou d'une fille, et la mortalité qui diffère entre mâles et femelles). Prenons un exemple: les parents s'engagent-ils dans le «*Concord fallacy*»? L'idée est qu'un individu ne devrait pas quitter une couvée dans laquelle il a déjà beaucoup investi. Le nom donné vient du comportement des politiciens britanniques qui préféraient accorder davantage d'argent pour le développement de l'avion supersonique au lieu de minimiser les pertes encourues lors de dépenses antérieures. En réalité, plusieurs études chez les oiseaux et les poissons ont montré des corrélations entre les investissements présents et les dépenses passées. Il semble que les animaux agissent parfois comme les politiciens. Toutefois, il existe d'autres raisons qui expliquent les corrélations entre les dépenses passées et présentes chez les animaux à l'exception des humains.

Parmi ceux ou celles d'entre vous qui avez des enfants, je suggère de porter une attention toute particulière au chapitre 11 (conflits parents-enfants). Comme vous êtes sans doute déjà familiarisés avec les conflits parents-enfants, plus que les livres de «psychologie à bon marché», ce chapitre pourra vous aider à mieux comprendre pourquoi votre petit «monstre» agit comme il le fait.

Dans la conclusion, l'auteur insiste sur le fait d'éviter de tester des hypothèses théoriques des stratégies parentales reposant sur le concept d'adaptation avec seulement des données démographiques. Il explique de façon convaincante que les différences observées entre les soins parentaux prodigués par des populations de la même espèce peuvent surgir pour de multiples raisons. Seule une compréhension des mécanismes comportementaux et physiologiques sous-jacents à ces différences pourra mener à une théorie complète de l'évolution des soins parentaux.

En définitive, il s'agit d'un livre très utile qui devrait être lu par les écologistes qui s'intéressent à l'évolution et au comportement.

Gerard J. FITZGERALD

Département de biologie  
Université Laval  
Sainte-Foy, Qué. G1K 7P4

## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

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 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 quatre exemplaires à l'adresse suivante: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada). Téléphone (418)-656-3188; télécopieur (418)-656-2346.

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 50 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 italique; (2) les notes infrapaginales 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); (4) les sous-titres, lorsque nécessaires, doivent être courts.

### 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon les normes adoptées dans le «World List of Scientific Periodicals».

### ILLUSTRATIONS

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. Quatre 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 ou l'équivalent (mais non à la machine à écrire ou par l'imprimante d'un ordinateur). Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 2 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir trois 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 représentera 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. Les illustrations seront rendues aux auteurs sur demande.

### FRAIS

La revue n'impose aucun frais aux auteurs par page publiée, mais elle invite ceux qui le peuvent à contribuer aux frais de publication.

Par ailleurs, la Direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par article, et ses frais de composition de tableaux à trois tableaux par article. Les clichés additionnels, les hors-textes, les tableaux démesurés ou trop denses, de même que les corrections d'auteur, sont entièrement à la charge des auteurs.

### TIRÉS À PART

La revue offre gracieusement vingt-cinq tirés à part de chaque article.

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL

Are considered for publication in "*Le Naturaliste canadien*" (Revue d'écologie et de systématique) 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 four copies* to: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada). Tel. (418)-656-3188, FAX (418)-656-2346.

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 50 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, Acknowledgments, and References.

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; (4) subtitles must be reduced to a minimum.

### 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the general rules used in the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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. Four complete sets of photographs must be submitted.

*Drawings* should be made with black india ink on white drawing paper. All lettering should be made with a lettering system (but no part of it type-written nor computer-printed). All lettering must be sufficiently large to be at least 2 mm on final reproduction. One original and three 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. Illustrations will be returned to authors upon request.

### CHARGES

There is no systematic page charges, but any contribution toward cost of publication is welcomed.

The first three Figures and the first three Tables of each paper are free of charge. However, additional Figures, Tables or Figures requiring a fold-out leaf, broad or unusually dense Tables, as well as alterations in proof are fully charged to the author.

### REPRINTS

Twenty-five reprints are offered free of charge.

BARABÉ, D. — *Evolution as entropy.*  
*Toward a unified theory of biology*  
(D. R. Brooks & E. O. Wiley, 1988)

De la NOÛE, J. — *Nitrates-Agriculture-Eau*  
(R. Calvet, éd., 1990)

FITZGERALD, G. J. — *The evolution of parental care*  
(T. H. Clutton-Brock, 1991)

**Numéros thématiques/Special Issues**

**Les forêts décidues de l'hémisphère nord/  
*Deciduous forests of the northern hemisphere***  
1977 - vol. 104, n° 1/2, 186 pages, 15 \$.

**L'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent/  
*Oceanography of the St. Lawrence Estuary***  
1979 - vol. 106, n° 1, 276 pages, 12 \$.

**Recherches sur la baie d'Hudson et la baie James/  
*Scientific studies of Hudson and James bays***  
1982 - vol. 109, n°s 3 & 4, 725 pages, 28 \$ pour les deux volumes.

**Estuaire du Saint-Laurent: processus océanographiques et écologiques/  
*St. Lawrence Estuary: oceanographic and ecological processes***  
1985 - vol. 112, n° 1, 161 pages, 15 \$.

**Études biologiques du comportement/*Biological studies of behavior***  
1986 - vol. 113, n° 3, 69 pages, 15 \$.

**Limnologie fondamentale et effets anthropogéniques  
(précipitations acides et réservoirs)/  
*Basic limnology and anthropogenic effects (acid rain and reservoirs)***  
1987 - vol. 114, n° 3, 189 pages, 18 \$.

**Choix de travaux présentés à la 2<sup>e</sup> Conférence internationale des  
entomologistes d'expression française/  
*Selected papers of the 2nd international conference  
of French-speaking entomologists***  
1988 - vol. 115, n° 3/4, 186 pages, 20 \$.

---

Expédiez votre chèque ou mandat à: / *Send your cheque or money order to:*

(Au Canada, ajoutez la T.P.S. / *In Canada, add G.S.T.*)

Le Naturaliste canadien (Revue d'écologie et de systématique)  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Québec G1K 7P4  
Canada

LAMOUREUX, Y. & P. NEUMANN

*Additions aux Agaricales du Québec*  
145-159

KOPONEN, Seppo

*Spiders (Araneae) on the cliffs of the Forillon National Park, Québec*  
161-165

CARDINAL, André

*Répartition biogéographique des algues marines benthiques sur les côtes du Québec*  
167-182

ZIZKA, J. & D. ISFAN

*Effet des sources, des méthodes d'application et du fractionnement de l'azote chez le maïs fourrager*  
183-188

CLEMENTS, David R. & Paul B. CAVERS

*Seasonal seed viability patterns and the role of incomplete seed development in the life history strategy of *Linaria vulgaris**  
189-198

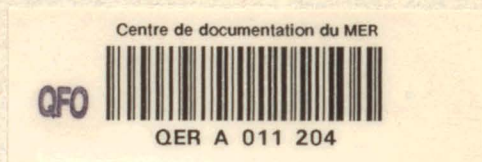
COMMUNICATION BRÈVE

COMTOIS, Paul

*Variations temporelles et spatiales de l'indice pollinique de l'herbe à poux (*Ambrosia* spp.)*  
199-202

(Suite au verso)

(Continued inside back cover)



Volume 117  
Numéro 3  
1990





# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 117  
Numéro 4  
1990

UITE BRO  
almo trutta Linné



œil de grandeur modérée, 16 à 18% de la  
longueur de la tête chez les adultes; m  
diamètre de l'œil  
long que le diamètre, grande  
terminale, grande  
vers l'arrière jus  
même chez



# NAT

Université Laval Québec

# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

## RÉDACTEUR

PIERRE MORISSET

## RÉDACTEURS ADJOINTS

CYRILLE BARRETTE  
PIERRE BELLEFLEUR  
EDWIN BOURGET  
CONRAD CLOUTIER  
GILLES LEROUX

## ADJOINTE

LUCE DUMONT

## COMITÉ DE RÉDACTION

DENIS BARABÉ, *Jardin botanique de la ville de Montréal*  
BERNARD BERNIER, *Département des sciences forestières, Université Laval*  
CARL M. BOYD, *Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*  
PIERRE COUILLARD, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEAN-MARC DESCHÈNES, *Centre de recherches phytotechniques, Agriculture Canada, Lennoxville*  
ROBERT GAUTHIER, *Herbier Louis-Marie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval*  
PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*  
JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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 (Revue d'écologie et de systématique) est placé sous la responsabilité des doyens de trois facultés de l'Université Laval: Faculté des sciences et de génie, Faculté de foresterie et de géomatique et Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Il est publié grâce à des subventions du Fonds F.C.A.R. du Québec pour l'aide et le soutien à la recherche et du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

Toute demande concernant les droits de reproduction doit être soumise à: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4. Téléphone (418)-656-3188, télécopieur (418)-656-2346.

Toute correspondance touchant les abonnements doit être adressée aux Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec, G1K 7P4. L'abonnement annuel est de \$ 19 (personnel), \$ 21 (personnel, hors Canada) et \$ 38 (collectif, multi-user). Les étudiants peuvent profiter d'un tarif réduit. Les prix des numéros antérieurs sont disponibles sur demande. Les abonnés canadiens doivent ajouter la T.P.S.

ISSN 0028-0798

Répertorié dans Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Asher's  
Guide to Botanical Periodicals, Point de repère  
et Canadian Periodical Index.

Dépôt légal — Troisième trimestre 1991. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa



LE NATURALISTE CANADIEN est imprimé sur du papier recyclé

## La répartition du système racinaire de l'érable à sucre dans quelques érablières du Québec

Denyse LAJEUNESSE

et

W. H. HENDERSHOT

*Département des ressources renouvelables  
Collège Macdonald, Université McGill  
Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 1C0*

### Résumé

Le système racinaire de l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) a été étudié à Saint-Hippolyte dans les basses Laurentides, à Vaudreuil à l'ouest de l'île de Montréal et à Tingwick près de Victoriaville (Québec). Deux méthodes, le décompte des racines et la biomasse, ont été utilisées pour évaluer la répartition du système racinaire. Les résultats ont montré que la station de Saint-Hippolyte possède les meilleures conditions d'enracinement. Des barrières physiques comme une nappe phréatique élevée et un changement brusque de texture ont restreint la répartition des racines aux 40 premiers centimètres du sol à Vaudreuil. À Tingwick, un horizon B acide avec une saturation en Ca de 10 % a restreint la production de radicelles dans cet horizon. Aucune différence n'a été observée entre les trois stations quant à la biomasse des radicelles dans l'horizon de surface.

### Abstract

Root distribution in three stands of sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) was studied at Saint-Hippolyte in the Lower Laurentians, at Vaudreuil, west of the Island of Montreal, and at Tingwick near Victoriaville (Québec). Two methods, root count and biomass, were used to evaluate the distribution of the root systems. Saint-Hippolyte was a good site for the distribution and production of fine roots. A high water-table and an abrupt change in texture limited the extension of the root system to the top 40 cm at the Vaudreuil site. In Tingwick, an acid B horizon with a low Ca saturation (10%) restricted the production of fine roots in that horizon. There was no difference in the root biomass of the surface horizon of the three sites.

### Introduction

Au Québec, le dépérissement a été observé dans l'ensemble de la forêt feuillue (Gagnon *et al.*, 1986; Lachance, 1985), bien que l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) soit l'espèce la plus affectée (Lachance *et al.*, 1984). En 1985, jusqu'à 60 % des érablières recensées démontraient des signes de dépérissement (Bordeleau, 1986). Certaines régions comme la Beauce et les Appalaches semblent avoir été plus affectées que d'autres (Bordeleau, 1986). Même si une certaine

amélioration a été observée dans plusieurs sites d'étude lors du dernier inventaire, il reste néanmoins que le secteur de l'Outaouais, de la Gatineau et des basses terres de Lanaudière accusent une légère augmentation du dépérissement (Gagnon & Bordeleau, 1990).

Jusqu'à présent, très peu d'études ont été effectuées sur les systèmes racinaires même s'il a été démontré que le dépérissement s'est déjà manifesté au niveau des racines avant d'atteindre la cime (Lortie, 1966; Pomerleau & Lortie, 1962). Les difficultés associées à ce type de

recherche peuvent expliquer le nombre restreint d'études entreprises dans ce domaine. Les études sur les systèmes racinaires pourraient toutefois aider à mieux comprendre les conditions dans lesquelles les arbres se développent.

L'érable à sucre est une espèce qui possède un système racinaire dont l'étalement ne dépasse guère la largeur de la cime (Fayle, 1965). Par contre, c'est une espèce relativement sensible aux conditions de drainage et de fertilité des sols. Un système racinaire moins bien développé est observé lorsque des conditions défavorables sont présentes. En effet, Fayle (1965) a démontré, lors d'une étude sur le système racinaire des érables à sucre croissant sur divers types de sol en Ontario, que des facteurs comme la texture, la structure ainsi que le statut nutritif et le régime hydrique peuvent influencer la profondeur d'enracinement. Des changements même mineurs de la texture ou de la structure des sols ont influencé la ramification et la survie des racines. Ceci a également été démontré par Turner (1936) dans une étude sur *Pinus echinata* Miller en Arkansas où le mauvais drainage et le manque d'aération ont restreint le développement racinaire aux premiers centimètres du sol. Safford & Bell (1972), qui ont évalué la biomasse des racines d'une plantation d'épinette blanche (*Picea glauca* Voss) dans le Maine, ont également observé que la compaction du sol, la texture fine et le mauvais drainage ont inhibé la croissance des racines. L'aération, l'humidité du sol ainsi que d'autres conditions édaphiques auraient donc une influence sur la répartition des racines de l'érable à sucre.

Plusieurs études démontrent que la majorité des radicelles se trouve dans les 15 à 20 premiers centimètres du sol et que leur nombre diminue avec la profondeur (Safford & Bell, 1972; Scully, 1942; Strong & LaRoi, 1983; Turner, 1936). Cette diminution est d'autant plus marquée lorsqu'on passe de l'horizon de surface à l'horizon inférieur. En effet, Safford & Bell (1972) ont trouvé que la concentration de radicelles diminuait de moitié entre l'horizon organique et le premier horizon minéral. Scully (1942) a également observé une diminution marquée entre les deux premiers horizons même si, dans ce cas, il s'agissait de deux horizons minéraux. Par contre, si les conditions sont favorables dans les horizons plus profonds, la présence de radicelles est plus importante (Turner, 1936).

Un changement récent dans la répartition des racines a été observé en Allemagne chez certaines

espèces telles le hêtre européen (*Fagus sylvatica* L.) et l'épinette de Norvège (*Picea abies* Karst.). Cette modification dans l'enracinement est attribuable à un changement des conditions d'acidité de l'horizon B (Murach & Matzner, 1987; Rehfuss *et al.*, 1983). L'absorption d'éléments nutritifs tels que le Ca ou le Mg est réduite dans les milieux acides, non seulement à cause de leur concentration moins élevée mais également à cause d'un effet d'inhibition de l'absorption de ces éléments par l'Al lorsque ce dernier est en concentration élevée. Ceci provoquerait une plus grande abondance des racines dans les horizons de surface, les racines évitant les milieux riches en Al. Toutefois, cette caractéristique pourrait rendre les arbres plus sensibles à la sécheresse, aux vents violents et aux gels en l'absence de neige.

Au Québec, on connaît très peu l'influence du milieu édaphique sur le système racinaire de l'érable à sucre. Le but de cette étude est de caractériser la répartition des racines de l'érable à sucre de trois érablières et d'évaluer les différentes composantes du sol qui peuvent l'influencer.

## Matériel et méthodes

### DESCRIPTION DES ÉRABLIÈRES

Trois érablières situées à Saint-Hippolyte, Tingwick et Vaudreuil ont été sélectionnées, chacune possédant des caractéristiques édaphiques distinctes. L'érablière de Saint-Hippolyte est située sur les terrains de la station de biologie de l'Université de Montréal dans les Basses Laurentides à 80 km au nord de Montréal. Le matériel originel est un dépôt glaciaire sablo-loameux en alternance avec plusieurs affleurements rocheux. Les sols sont surtout des podzols ferro-humiques et humo-ferriques orthiques et le drainage est bon (Courchesne, 1989).

L'érablière de Vaudreuil est située à environ 30 km à l'ouest de Montréal. Le dépôt est constitué de sable qui repose sur de l'argile marine. Le sol est un brunisol dystrique gleyifié peu profond à texture grossière dont le drainage est ralenti au contact de l'argile. La nappe phréatique est très élevée au printemps et à l'automne. Il n'y a aucune présence d'affleurements rocheux.

L'érablière de Tingwick, au centre de recherche acéricole du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, est

situé à environ 25 km au sud-est de Victoriaville. Le sol est un podzol humo-ferrique orthique sur dépôt glaciaire, mais à texture plus fine qu'à Saint-Hippolyte. Des affleurements rocheux sont également présents, mais beaucoup plus petits et moins abondants qu'à Saint-Hippolyte. Le drainage est modéré à bon (Anonyme, 1988).

#### DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

À l'automne 1988, deux arbres par station ont été sélectionnés. Les arbres avaient un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) entre 20 et 30 cm et un pourcentage de feuillage manquant inférieur à 30 %. Les arbres isolés et éloignés des autres espèces ont été préférés, afin de s'assurer que les racines proviennent bien de l'érable à sucre.

Les racines de surface ont été échantillonnées à l'aide d'une sonde de 8 cm de diamètre et de 7,5 cm de profondeur. Deux échantillons ont été prélevés à 1 m du tronc aux quatre points cardinaux pour un total de 8 échantillons de surface par arbre.

Pour les racines en profondeur, la même sonde a été utilisée pour prélever quatre échantillons par horizon de sol sur le pédon. Finalement, un échantillon de sol par horizon a été prélevé à la suite d'une description complète du pédon.

La schématisation de la répartition des racines a été faite sur une feuille d'acétate fixée à un cadre en plexiglass. Le cadre couvrait une surface de 0,25 m<sup>2</sup> (50 cm × 50 cm) et était placé sur la face du pédon. Les racines schématisées ont été divisées par classe de diamètre: < 1 mm, 1 à 2 mm, 2 à 5 mm, 5 à 10 mm, 10 à 20 mm et > 20 mm. Par la suite, un décompte des racines de 1 à 2 mm, 2 à 5 mm et 5 à 10 mm a été effectué sur le schéma. Les racines de 1 mm et moins n'ont pu être incluses dans le décompte étant donné leur grand nombre.

#### ANALYSES DE LABORATOIRE

Les racines ont été lavées à l'eau courante sur une série de tamis variant de 2 mm à 0,5 mm. Comme les échantillons provenaient d'érablières presque pures, les racines d'érables étaient relativement facile à reconnaître. Toutefois, les racines de forme ou de couleur différente ont été éliminées. Puis, les racines inférieures à 2 mm ont été séparées des racines à diamètre plus grand. Toutes les racines ont été séchées à 60°C pendant 24 heures, puis pesées.

Les sols ont été séchés à l'air et ont été tamisés à 2 mm. La détermination des cations échangeables au BaCl<sub>2</sub> a été effectuée selon la méthode d'Hendershot & Duquette (1986). Les analyses de Ca, Mg, K, Na, Al, Mn ont été faites par spectrophotométrie d'absorption atomique. Le pH a été mesuré à l'eau et dans une solution de 0,01 M CaCl<sub>2</sub> (Sheldrick, 1984). Tous les échantillons ont été analysés en duplicata et deux contrôles de qualité d'échantillons de bois ont été utilisés pour chaque groupe et pour chacune des analyses mentionnées.

#### ANALYSES STATISTIQUES

Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) suivant un plan hiérarchisé («nested») des arbres et de trois classes de profondeur. Dans le but de faciliter les comparaisons d'une station à une autre, seules les biomasses des racines de la couche de surface (organique ou minérale), du premier horizon minéral sous la couche de surface (Min 1), et du second horizon minéral (Min 2) ont été utilisées dans les analyses, d'où les trois profondeurs pour l'analyse statistique. Ce regroupement a été effectué en fonction de la caractéristique et de la profondeur des horizons respectifs. Suite à l'analyse de variance, la procédure de Tukey de comparaison pairée a été utilisée pour déterminer les différences entre les biomasses des racines aux trois profondeurs dans les trois stations ( $p \leq 0,05$ ). L'homogénéité des variances a été établie à l'aide du test de Bartlett. Les analyses ont été effectuées par SYSTAT (Wilkinson, 1989).

Seules les données des racines (< 2 mm) ont été utilisées pour les analyses statistiques de la biomasse, non seulement à cause de leur importance au niveau de l'assimilation des éléments nutritifs, mais surtout parce que la présence d'une seule grosse racine peut modifier considérablement la biomasse totale.

## Résultats et discussion

#### RÉPARTITION DES RACINES

À la suite de la schématisation du système racinaire sur le terrain, la somme des racines a été effectuée pour les trois classes de diamètre suivantes: fine, pour les racines de 1 à 2 mm; petite, pour les racines de 2 à 5 mm; moyenne, pour celles de 5 à 10 mm. Les résultats par hori-

zon et selon leur profondeur respective sont présentés au tableau I. Ces résultats sont une approximation permettant de comparer les classes de diamètre et les profondeurs d'enracinement.

Des trois stations, c'est à celle de Vaudreuil que la répartition des racines est la moins profonde; celle-ci ne dépasse guère 30 cm. Le mauvais drainage dans cette station pourrait avoir limité le système racinaire aux horizons organiques et sablonneux peu profonds reposant sur la couche d'argile, l'érable à sucre étant très sensible aux sols trop humides (Fayle, 1965).

À Saint-Hippolyte et à Tingwick, la répartition des racines est beaucoup plus profonde et peut atteindre plus de 50 à 60 cm. À Saint-Hippolyte, ce sont les radicelles (< 2 mm) qui occupent presque la totalité des horizons de surface sauf pour quelques racines de soutien. À Tingwick, le patron est différent, car les trois classes de racines sont présentes dans les horizons de surface. À la station de Tingwick, la topographie est composée de dépressions et de monticules. Comme l'érable à sucre se trouve le plus souvent sur les monticules où le drainage est meilleur, il est possible

TABLEAU I

Nombre approximatif de racines par classe de diamètre et par horizon de sol avec leur profondeur respective\*

Station/Arbre	Horizon	Profondeur (cm)	Classe		
			Fine (2 mm)	Petite (2 à 5 mm)	Moyenne (5 à 10 mm)
Saint-Hippolyte/1	FH	3-0	2	1	0
	Ae	0-4	5	2	0
	Bhf	4-11	15	6	0
	Bf	11-30	20	9	1
	Bm1	30-45	10	5	0
	Bm2	45-55	4	2	0
Saint-Hippolyte/2	H	2-0	6	0	0
	AB	0-5	8	1	0
	Bf	5-18	10	5	3
	Bm1	18-35	6	7	2
	Bm2	35-55	8	3	4
Vaudreuil/1	F	5-2	2	2	0
	H	2-0	10	9	0
	Ahe	0-5	39	39	0
	Bm	5-16	17	4	0
	Ahb	16-18	17	5	0
	Bmb	18-35	16	5	1
Vaudreuil/2	F	7-0	44	11	0
	Ah	0-9	59	5	2
	Bm1	9-22	30	2	2
	Bm2	22-34	3	0	0
Tingwick/1	Ah	0-7	17	3	0
	Bm1	7-17	69	40	13
	Bm2	17-37	26	9	1
	Bm3	37-50	35	8	0
Tingwick/2	FH	5-0	11	2	3
	Ah	0-8	39	7	1
	Bm1	8-10	52	8	4
	Bm2	10-23	93	13	2
	Bm3	23-40	46	5	0

\* Surface totale de 0,25 m<sup>2</sup> pour chaque profil.

TABLEAU II  
 Résultat de l'analyse de variance selon un plan hiérarchisé\*

Source	SC	dl	CME	F	P
Profondeur 1 (1)	21,8	2	10,9	30,1	0,000**
Profondeur 2 (2)	22,6	2	11,3	31,2	0,000**
Profondeur 3 (3)	43,9	2	21,9	60,7	0,000**
Arbre (1)	0,3	1	0,3	0,9	0,345
Arbre (2)	1,3	1	1,3	3,6	0,060
Arbre (3)	1,6	1	1,6	4,6	0,035
Station	5,5	2	2,8	7,6	0,001**
Erreur	37,7	104	0,4		
Effet arbre					
Hypothèse	3,3	3	1,1	3,1	0,033
Erreur	37,7	104	0,4		
Effet profondeur					
Hypothèse	88,4	6	14,7	40,7	0,000**
Erreur	37,7	104	0,4		
Effet station					
Hypothèse	5,5	2	2,7	7,6	0,001**
Erreur	37,7	104	0,4		

\* Profondeur et arbre sont emboîtés dans station;  $n = 16$ ;  $R = 0,88$ ;  $R^2 = 0,72$ .

\*\* Significatif au seuil 0,01.

qu'une plus grande quantité de racines de soutien de diamètre plus grand soit nécessaire. Par contre, l'assimilation des éléments nutritifs n'est pas aussi importante chez ces racines comparativement aux radicelles. Dans la classe des radicelles de 1 à 2 mm, la quantité est beaucoup plus importante à Tingwick qu'à Saint-Hippolyte. Ceci donne l'impression d'une bonne production de radicelles à Tingwick. Cependant, ce sont les radicelles inférieures à 1 mm qui dominent à Saint-Hippolyte et leur décompte n'a pu être effectué vu leur grand nombre.

#### BIOMASSE DES RACINES

Les résultats de l'analyse de variance (tableau II) indiquent que l'effet de la profondeur est significatif ( $p \leq 0,01$ ). Les stations se sont aussi révélées significativement différentes ( $p \leq 0,01$ ). Les résultats de l'analyse de Tukey de la biomasse moyenne des radicelles sont présentés au tableau III.

Les résultats obtenus indiquent qu'il n'y a aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) entre la biomasse des radicelles situées dans l'horizon

de surface des trois sites. Comme la majorité des radicelles croissent dans les 15 à 20 premiers centimètres du sol (Safford & Bell, 1972; Scully,

TABLEAU III

Biomasse moyenne des radicelles ( $\text{g}/\text{dm}^3$ ) des trois stations par couche de sol

Station	Couches de sol*		
	Surface ( $n = 16$ )	Min 1 ( $n = 8$ )	Min 2 ( $n = 16$ )**
Saint-Hippolyte	2,45 <sup>a</sup> (0,83)	1,28 <sup>a</sup> (0,36)	0,83 <sup>a</sup> (0,36)
Vaudreuil	1,97 <sup>a</sup> (0,69)	0,76 <sup>b</sup> (0,33)	0,20 <sup>c</sup> (0,17)
Tingwick	2,68 <sup>a</sup> (1,10)	0,83 <sup>ab</sup> (0,38)	0,35 <sup>b</sup> (0,18)

\* Pour chaque couche de sol, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à  $p \leq 0,05$ . Les écarts-types sont donnés entre parenthèses.

\*\*  $n = 12$  pour Vaudreuil.

1942; Strong & LaRoi, 1983; Turner, 1936), ce n'est pas à ce niveau que des différences seraient plus marquées. Au niveau de l'horizon Min 1, la biomasse diminue de moitié, et ce, pour les trois stations. Des résultats similaires ont été observés par Safford & Bell (1972) ainsi que par Scully (1942). Toutefois, une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) est observée entre la biomasse dans Min 1 à la station de Saint-Hippolyte et celle de Vaudreuil. Cette différence pourrait être due à la présence de la couche d'argile tel que mentionné auparavant. L'eau s'infiltrant très lentement au

printemps, la croissance des radicelles serait retardée et moins importante. Quant à l'horizon Min 2, une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) est observée entre les trois stations. À Vaudreuil, très peu de radicelles croissent à cette profondeur à cause des conditions de mauvais drainage et la biomasse n'est que de  $0,20 \text{ g/dm}^3$ . Par contre, à Tingwick la biomasse de radicelles est d'à peine  $0,15 \text{ g/dm}^3$  supérieure à celle de Vaudreuil, et presque  $0,5 \text{ g/dm}^3$  de moins qu'à Saint-Hippolyte. Dans le cas de Tingwick, il ne peut être question de milieu trop humide puisqu'à cette

TABLEAU IV

Certaines propriétés chimiques des sols aux profondeurs définies dans les trois stations, deux arbres par station

Horizon	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Ca	Mg	K	Al	Saturation	Saturation
						base %	Ca %
(cmole•kg <sup>-1</sup> )							
Saint-Hippolyte/1							
H	4,12	26,40	2,83	1,54	2,17	89,7	76,7
Ae	3,81	2,75	0,39	0,21	1,46	69,3	56,2
Bhf	4,40	1,16	0,12	0,11	1,92	42,4	34,5
Bf	4,56	0,63	0,08	0,07	0,83	48,5	38,4
Bm1	4,64	0,48	0,03	0,03	0,59	48,3	41,4
Saint-Hippolyte/2							
H	4,28	6,30	0,67	0,52	3,56	62,5	52,2
AB	4,53	1,94	0,16	0,13	1,47	59,2	51,1
Bf	4,63	0,90	0,06	0,05	0,66	60,4	52,5
Bm1	5,07	2,46	0,12	0,04	0,09	96,6	90,1
Bm2	4,70	0,34	0,03	0,04	0,32	55,6	43,4
Vaudreuil/1							
H	3,74	17,3	4,77	1,00	5,30	81,0	59,9
Ahe	3,84	1,19	0,48	0,20	2,59	42,9	26,2
Bm	4,30	0,17	0,05	0,04	0,99	23,0	13,0
Ahb	4,38	0,64	0,09	0,10	1,65	35,5	25,1
Bmb	4,64	0,29	0,12	0,05	0,33	60,7	3,3
Vaudreuil/2							
Ah	5,00	8,94	3,12	0,41	0,95	92,9	65,9
Bm1	5,26	1,17	0,34	0,07	0,09	94,7	69,0
Bm2	5,70	1,11	0,35	0,07	0,03	98,2	70,2
Tingwick/1							
Ah	3,44	3,53	1,00	0,64	5,77	46,5	31,40
Bm1	4,20	0,16	0,06	0,04	2,22	11,4	6,43
Bm2	4,48	0,05	0,01	0,03	0,68	12,9	6,02
Bm3	4,52	0,05	0,01	0,03	0,66	13,4	6,80
Tingwick/2							
H	3,43	1,58	0,43	0,30	8,12	22,6	14,90
Ah	3,51	0,63	0,21	0,16	8,10	11,4	6,84
Bm1	3,98	0,27	0,09	0,07	4,01	10,1	6,02
Bm2	4,26	0,15	0,03	0,03	2,33	9,10	5,62
Bm3	4,38	0,09	0,02	0,02	1,23	10,8	6,50
Bm4	4,43	0,08	0,02	0,02	1,11	11,1	6,68



station, le drainage est bon et le profil de sol est bien développé et plus profond qu'à Vaudreuil. Il n'y a pas non plus de changement majeur au niveau de la texture ou de la structure, la texture étant un loam sableux. Les conditions physiques considérées ne seraient donc pas à l'origine de la différence entre la biomasse des racelles des stations de Saint-Hippolyte et de Tingwick.

Les résultats de la chimie des sols sont présentés au tableau IV. Bien qu'aucune analyse statistique n'ait été effectuée, nos résultats semblent indiquer que la chimie des sols de Saint-Hippolyte est différente de celle de Tingwick. En effet, le pH et la saturation en bases sont plus élevés à Saint-Hippolyte; les conditions édaphiques y seraient donc moins acides. Murach & Matzner (1987) mentionnent que les racelles ont tendance à éviter les horizons minéraux trop acides. De plus la saturation en Ca du sol de Saint-Hippolyte est jusqu'à sept fois supérieure à celle de Tingwick, et ce, pour l'ensemble du profil. Le Ca est un élément important dans le développement de la cellule, et le taux de croissance des racines est réduit lorsque le Ca est moins disponible (Mengel & Kirby, 1987). Il est donc possible que cet élément soit limitatif pour la production de racelles. La concentration en Al est également plus élevée à Tingwick, parfois jusqu'à quatre fois supérieure à celle mesurée à Saint-Hippolyte. Comme le mentionnent Kelly *et al.* (1990), un des effets typiques de l'Al sur les racines est que ces dernières sont plus courtes et de plus grand diamètre. Ceci expliquerait la plus grande abondance de racelles de 1 à 2 mm à la station de Tingwick bien que la biomasse ne soit pas plus élevée pour la même profondeur, alors qu'à Saint-Hippolyte les racelles < à 1 mm sont très nombreuses.

Il est probable que la différence de biomasse observée entre les stations de Saint-Hippolyte et de Tingwick soit attribuable aux conditions chimiques du sol. En effet, aucune barrière physique associée à la texture et à la structure ou une trop grande humidité du sol ne semblent jouer de rôle important à Tingwick comme ce fut le cas à Vaudreuil. Comme l'a mentionné Turner (1936), lorsque les conditions de sol sont favorables, la présence de racelles est nettement marquée dans les horizons plus profonds tel qu'observé à la station de Saint-Hippolyte. Cette dernière étant la station la plus favorable aux développements de racelles, l'assimilation d'éléments nutritifs serait donc plus efficace dans ce site.

## Conclusion

Certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol peuvent nuire au développement racinaire de l'érable à sucre. Des facteurs comme une texture fine et la présence d'une nappe d'eau élevée limitent la répartition des racines. Les conditions chimiques du sol peuvent aussi restreindre la production de racelles puisque la biomasse est moins élevée lorsque les conditions sont plus acides et que la saturation en Ca est faible. Toutefois, aucune différence en biomasse des racelles n'a été observée entre les trois stations étudiées au niveau de la couche de surface. C'est dans les couches inférieures que les différences ont été les plus marquantes entre les trois érablières.

Des trois stations, celle de Saint-Hippolyte possède les meilleures conditions pour le développement racinaire. Pour l'érablière de Vaudreuil, quelques modifications pourraient suffire à améliorer le drainage et à augmenter la croissance de racelles au printemps. Quant à Tingwick, une amélioration des conditions chimiques du sol pourrait favoriser la croissance de racelles en profondeur. Ainsi, dans ces deux érablières, le système racinaire serait plus efficace pour exploiter les ressources nutritives du sol et moins sensible à la sécheresse, aux vents violents ou aux gels hâtifs, rendant ainsi les érables moins susceptibles au dépérissement.

## Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce aux subventions accordées par le Fond pour la formation des chercheurs et l'aide à la recherche du Québec, par CORPAQ ainsi que par l'Entente Fédérale-Provinciale de lutte contre le dépérissement des érablières. Le premier auteur a bénéficié d'une bourse d'études supérieures du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Nous tenons à remercier Barbara Kishchuk et Catherine Leduc pour le travail de terrain ainsi que Hélène Lalande pour ses conseils au laboratoire.

## Bibliographie

- ANONYME, 1988. Site expérimental de Tingwick (Cté Richmond). — Gouvernement du Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Centre de recherche acéricole.
- BORDELEAU, C., 1986. Sugar maple dieback: extent of damage in the Appalachians. — Conseil des pro-

- ductions végétales du Québec, Agdex 300/637, p. 17-31.
- COURCHESNE, F., 1989. Acid soils of the Southern Laurentians: research at the station de Biologie de l'Université de Montréal at St-Hippolyte, Québec. — Excursion guide of the 35th annual meeting, Canadian Society of Soil Science, Department of Geography, University of Montréal, Québec.
- FAYLE, D. C. F., 1965. Rooting habit of sugar maple and yellow birch. — Department of Forestry, Ministry of Forestry, Ottawa, Canada, Publication no. 1120.
- GAGNON, G. & C. BORDELEAU, 1990. Programme de surveillance en forêt naturelle. Dépérissement des érablières. Insectes et maladies des arbres 1989. — Forêt-Conserv., 57(1): Suppl. 41 p.
- GAGNON, G., G. ROY, C. GRAVEL & J. GAGNÉ, 1986. State of dieback research at the Ministère de l'Énergie et des Ressources. — Conseil des productions végétales du Québec, Agdex 300/637, p. 43-80.
- HENDERSHOT, W. H. & M. DUQUETTE, 1986. A simple barium chloride method for determining cation exchange capacity and exchangeable cations. — Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 605-608.
- KELLY, J. M., M. SCHAEDELE, F. C. THORNTON & J. D. JOSLIN, 1990. Sensitivity of tree seedlings to aluminium: II. Red oak, sugar maple and european beech. — J. Environ. Qual., 19: 172-179.
- LACHANCE, D., 1985. Répartition géographique et intensité du dépérissement de l'érable à sucre dans les érablières au Québec. — Phytoprotection, 66: 83-90.
- LACHANCE, D., P. BENOIT, G. LAFLAMME, G. BONNEAU & R. PICHER, 1984. Insectes et maladies des arbres, Québec 1983. — Forêt-Conserv., 50(10): Suppl. 25 p.
- LORTIE, M., 1966. Observations sur l'enracinement du bouleau à papier à la suite d'études sur le dépérissement. — Naturaliste can., 93: 192-206.
- MENGEL, K. & E. A. KIRKBY, 1987. Principles of plant nutrition. Fourth edition. — International Potash Institute, Switzerland.
- MURACH, D. & E. MATZNER, 1987. The influence of soil acidification on root growth of Norway Spruce (*Picea abies* Karst.) and European Beech (*Fagus sylvatica* L.). — Pages 1-11 in IUFRO workshop, Woody plant growth in a changing chemical and physical environment. Vancouver, Canada.
- POMMERLEAU, R. & M. LORTIE, 1962. Relationships of dieback to the rooting depth of white birch. — For. Sci., 8: 219-224.
- REHFUESS, K. E., H. FURL, F. FRANZ & E. RAUNECKER, 1983. Growth patterns, phloem nutrition contents and root characteristics of beech (*Fagus sylvatica* L.) on soils of different reaction. — Pages 359-375 in B. Ulrich & J. D. Pankrath (ed.). Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. D. Reidel Publ., Dordrecht.
- SAFFORD, L. O. & S. BELL, 1972. Biomass of fine roots in a white spruce plantation. — Can. J. For. Res., 2: 169-172.
- SCULLY, N. J., 1942. Root distribution and environment in a maple-oak forest. — Bot. Gaz., 103: 492-517.
- SHELDRIK, B. H., 1984. Analytical method manual. — Research Branch, Agriculture Canada, LRRRI contribution no. 84-30.
- STRONG, W. L. & G. H. LaROI, 1983. Rooting depths and successional development of selected boreal forest communities. — Can. J. For. Res., 13: 577-588.
- TURNER, L. M., 1936. A comparison of roots of southern shortleaf pine in three soils. — Ecology, 17: 649-657.
- WILKINSON, L., 1989. The system for statistics. — Systat Inc., Evanston, Illinois.

## A checklist of Manitoba spiders (Araneae) with notes on geographic relationships

C. W. AITCHISON-BENELL

*Department of Zoology, University of Manitoba  
Winnipeg (Manitoba) R3T 2N2*

C. D. DONDALE

*Centre for Land and Biological Resources Research  
Agriculture Canada, Central Experimental Farm  
Ottawa (Ontario) K1A 0C6*

### Résumé

Une liste annotée d'araignées du Manitoba fut compilée d'après un examen de collections de musées et de collections personnelles. Cette liste contient 483 espèces appartenant à 20 familles, dont 139 espèces sont de nouvelles mentions au Manitoba. Une comparaison est faite entre la faune des araignées du Manitoba et celles du Québec, de la Colombie-Britannique, et de Terre Neuve. La faune des araignées du Manitoba est composée d'éléments nordiques (espèces arctiques et subarctiques), d'éléments boréaux (holarctiques ou néarctiques) et d'éléments de l'est (de la forêt décidue de l'est de la prairie), et d'espèces introduites. Quarante-trois espèces sont à la limite de leur aire de répartition. Cette province relativement petite (6,5 % de la superficie de terre totale du Canada) contient 59 % des familles et 37 % des espèces d'araignées du Canada.

### Abstract

An annotated list of spider species is compiled from museum collections and several personal collections. This list includes 483 species in 20 families; 139 species are new provincial records. The spider fauna of Manitoba is compared with that of British Columbia, Québec, and Newfoundland. Manitoba's spider fauna is composed of northern elements (arctic or subarctic species), boreal elements (holarctic or nearctic), and eastern elements (mainly species of the eastern deciduous forest), and a few that are regarded as introductions from abroad. Forty-three species reach the limits of their ranges here. This relatively small province (6.5% of the total land mass of Canada) contains 59% of the Canadian spider families and 37% of the Canadian species.

### Introduction

The spider species of Manitoba have never been listed, though various species have been recorded in publications by Criddle (1917) and Aitchison (1978, 1984), or noted incidentally by other authors revising particular genera (Levi, 1973, 1981; Platnick & Shadab, 1975b, 1982; Dondale & Redner, 1978, 1982, 1990; Millidge, 1981a, 1983, 1984, 1987). A checklist, we believe, is a compendium of current biogeographic and related information on all of the known species of a particular taxonomic group

within a defined area, demonstrating that group's biodiversity. Such lists may serve to alert researchers to recent range extensions. They may also include taxonomic data such as new synonyms, and give the depositories of the collected specimens which then become known and available to other workers.

Manitoba is regarded as one of the Prairie Provinces, though only the southwestern extremity is occupied by actual prairie (Shay, 1984). Northward, the prairie gives way to aspen parkland, a major transitional zone between prairie

and western broad-leaved deciduous forests of *Populus*, *Quercus*, *Alnus*, *Acer* and *Betula* (Fig. 1) (Shay, 1984). This is followed by the boreal forest, or circumpolar coniferous forest, characterized by bogs, and which consists of four zones progressing northward: 1) mixed deciduous and coniferous forest; 2) taiga or northern coniferous forest associated with discontinuous or continuous permafrost and with some small stands of aspen and birch along the rivers; 3) taiga-tundra transition, an area with continuous permafrost and poor drainage, typified by scattered black spruce and shrubs; 4) subarctic forest-tundra, a woodland of sparse and stunted trees on continuous permafrost. In the extreme northeast, along the Hudson Bay coast, is an area of arctic tundra, characterized by permafrost and low vegetation (Fig. 1) (Lehmkuhl, 1980; Shay, 1984; Danks & Footitt, 1989).

During the last glaciation, Manitoba was completely covered by an ice sheet; 12,000 years ago the ice began to retreat from the southwest corner of the province, where we now have prairie (Scudder, 1979; Shay, 1984). About 6000 BP the prairie biome extended up to 54°N in the western part of the province, far north of its present northern limit (Scudder, 1979; Shay, 1984), allowing entry of many species from the south. The current ranges of spiders reflect these shifts of biotic communities since that time, with all the flora and fauna being relatively young and spreading from various glacial refugia lying to the east, west, or south, since the last glaciation (Lehmkuhl, 1980).

The following new synonyms are proposed in the list. They are based on our recent research on the Manitoba fauna and are grouped here in brief form for the convenience of cataloguers:

*Argenna lorna* Chamberlin and Gertsch, 1958 under *A. prominula* Tullgren, 1948.

*Lepthyphantes triramus* Chamberlin and Ivie, 1947 under *L. duplicatus* (Emerton, 1913).

*Hilaira algida* Hackman, 1954 under *Sougambus bostoniensis* (Emerton, 1882).

*Hilaira aquilonia* Hackman, 1954 under *Soudinus canaliculatus* (Emerton, 1915).

*Sciastes ensifer* Millidge, 1984 under *S. dubius* (Hackman, 1954) (new combination).

*Tapinocyba exigua* Hackman, 1954 under *Scirites pectinatus* (Emerton, 1911).

## Materials and methods

Spider material from the Canadian National Collection and from various personal collections, including that of the senior author, was used to confirm older records and to provide new records of species in the province. Between six and seven thousand specimens were examined. Locality records are based on adult material as juveniles cannot usually be identified to species.

The sequence of families used is that of West *et al.* (1984), with some exceptions. The generic and specific names are arranged alphabetically. Those species new to the province are marked by an asterisk (139 species). For each species, collection localities are listed by a grid system, e.g., B2 (Fig. 2); the depositories in which Manitoba material is found follow in brackets, abbreviated and in capital letters; next is the overall distribution, e.g., nearctic, a more specific distribution if known, e.g., boreal, possibly a major vegetation zone or macrohabitat, e.g., mixed forest (see Fig. 1), and microhabitat, e.g., leaf litter. For some specimens, not all of this information was available. Specimens were gathered in snow-free months by pitfall traps, sweeping nets, beating trays, and suction traps, and in winter by subnivean pitfall traps (Aitchison, 1978, 1984). Publications used for identification include Chamberlin & Gertsch (1958), Dondale & Redner (1978, 1982, 1990), Griswold (1987), Ivie (1965, 1969), Leech (1972), Levi (1954, 1955, 1957, 1971, 1973, 1974, 1980, 1981), Millidge (1981a and b, 1983, 1984, 1987), Opell & Beatty (1976), and Platnick & Shadab (1975a and b, 1976, 1977, 1981, 1982, 1988).

The collections mentioned are abbreviated as follows: AC: Agriculture Canada Research Station, Winnipeg, Man. R3T 2M9; AIT: Dr C. W. Aitchison-Benell; AMNH: American Museum of Natural History, Central Park West at 79th St., New York, NY 10024; BUC: Mr D. J. Buckle, 620 Albert Ave., Saskatoon, Sask. S7N 1G7; CAR: Dr R. T. Carter, Department of Linguistics, University of Manitoba, Winnipeg, Man. R3T 2N2; CNC: Canadian National Collection of Insects and Arachnids, Central Experimental Farm, Ottawa, Ont. K1A 0C6; COS: Dr S. Cosens, Freshwater Institute, Fisheries and Oceans Canada, 501 University Ave., Winnipeg, Man. R3T 2N6; MMMN: Manitoba Museum of Man and Nature, 190 Rupert Ave., Winnipeg, Man. R3B 0N2; MCZ:

Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, MA 02138; PRE: Dr W. B. Preston, Department of Lower Vertebrates, Manitoba Museum of Man and Nature, 190 Rupert Ave., Winnipeg, Man. R3B 0N2; ROM: Royal Ontario Museum, 100 Queen's Park, Toronto, Ont. M5S 2C6.

The principal identifiers of collections are the following: Dr. C. W. Aitchison-Benell; Mr D. J. Buckle; Dr C. D. Dondale; Mr J. H. Redner, Centre for Land and Biological Resources Research, Central Experimental Farm, Ottawa, Ontario K1A 0C6.

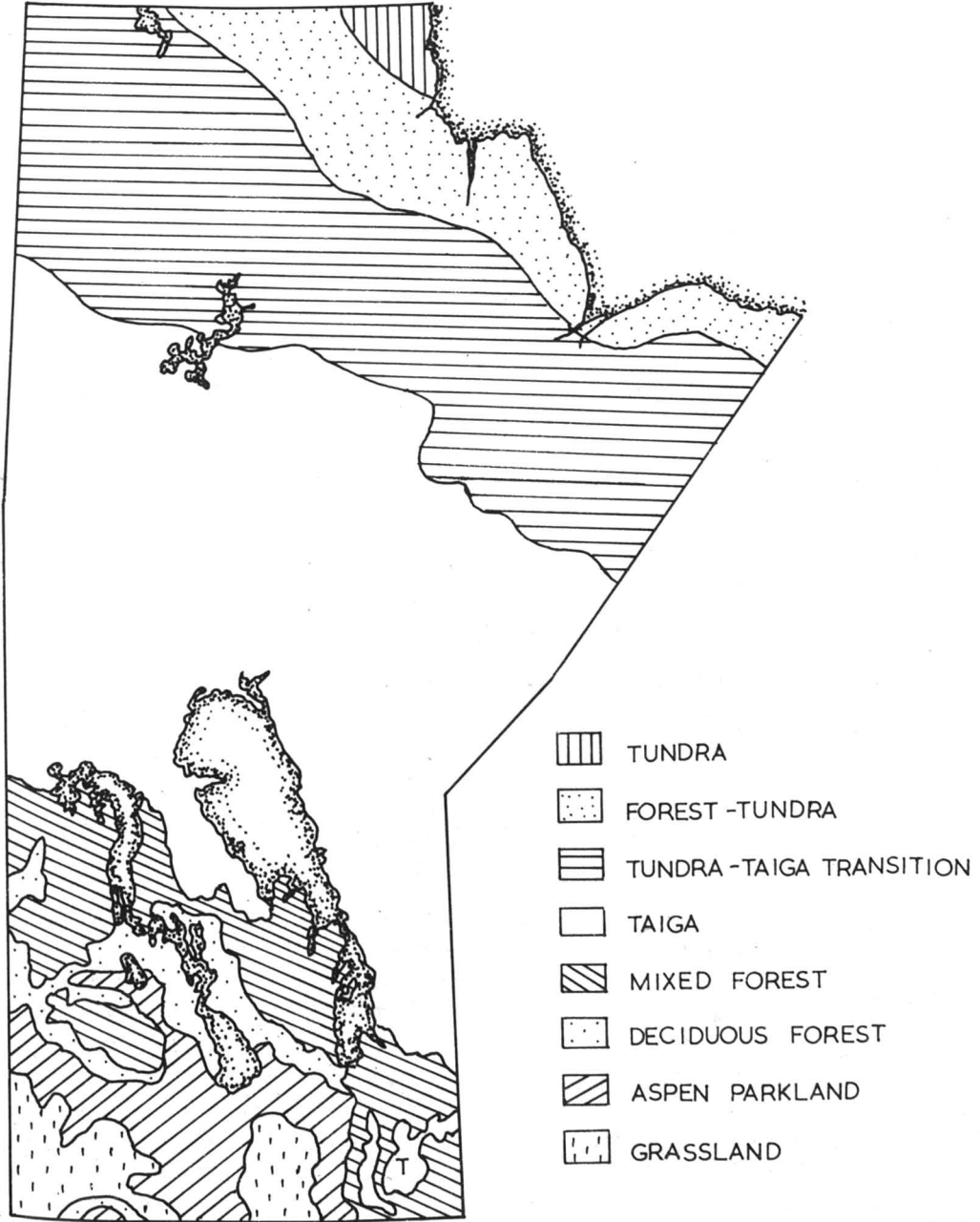


Figure 1. The vegetation zones of Manitoba (after Shay, 1984).

## Results

### FAMILY ULOBORIDAE

*Hyptiotes gertschi* Chamberlin & Ivie\*. F1 (BUC). Nearctic. Conifer foliage.

### FAMILY DICTYNIDAE

*Argenna obesa* Emerton. A1-3 (AIT, CNC). Nearctic. Grass.

*Argenna prominula* Tullgren (= *Argenna lorna* Chamberlin & Gertsch, 1958, new synonym)\*. H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs. Comparison of European specimens of *A. prominula* with North American specimens of *A. lorna* by the junior author revealed no structural differences between them. The size and proportional differences given by Chamberlin & Gertsch (1958) are not consistent in the available material.

*Dictyna alaskae* Chamberlin & Ivie. A2 (CNC). Holarctic. Boreal. Boreal forest.

*Dictyna annulipes* (Blackwall). A1-4, B2, B3, E1, F1, J4, K2 (AIT, BUC, CNC, COS, PRE). Holarctic. Boreal. Boreal forest. Grass, leaf litter.

*Dictyna borealis* O. P.-Cambridge\*. A3 (CNC). Holarctic. Boreal. Grass.

*Dictyna brevitarsus* Emerton. A2-4, B3, D3, F3, F4, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Bogs.

*Dictyna coloradensis* Chamberlin. A1, A4 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous woods, fields, grass.

*Dictyna completoides* Ivie\*. B1 (BUC). Western Nearctic. Prairie grass.

*Dictyna* aff. *foliacea* (Hentz). A1, A3 (CNC). Eastern Nearctic. Deciduous foliage.

*Dictyna major* Menge. A1-3, J4 (CNC). Holarctic. Boreal, and subarctic.

*Dictyna manitoba* Ivie. A2, A3, B2, G3, H2 (AIT, CNC, COS, PRE). Nearctic. Grass, bogs.

*Dictyna maxima* Banks\*. A2 (CNC). Nearctic. Grass.

*Dictyna minuta* Emerton\*. A2, A3 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous leaf litter.

*Dictyna phylax* Gertsch & Ivie. B3, E1 (CNC, ROM). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Coniferous foliage.

*Dictyna quadrispinosa* Emerton\*. A4 (CNC). Eastern Nearctic. Bogs.

*Dictyna sancta* Gertsch. A2, B3 (AMNH, CNC). Nearctic. Grass.

*Dictyna sublata* (Hentz). A1-3, B3 (AIT, AMNH, CNC). Eastern Nearctic. Deciduous leaf litter, grass.

*Dictyna volucripes* Keyserling\*. A2, A3, B2 (AIT, CNC, COS, PRE). Western Nearctic. Meadows, deciduous woods. Deciduous litter.

*Lathys alberta* Gertsch\*. F1 (BUC). Holarctic. Boreoalpine. Under stones.

*Lathys pallida* (Marx). C4 (AIT). Nearctic. Boreal. Coniferous woods.

*Tricholathys spiralis* Chamberlin & Ivie. A3 (CNC). Nearctic. Grass.

### FAMILY AMAUROBIIDAE

*Amaurobius borealis* Emerton. B3, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Bogs and coniferous woods. Ground litter.

*Arctobius agelenoides* (Emerton). C4, F1, H2 (AIT, BUC, CNC). Holarctic. Boreal and boreoalpine. Boreal forest. Bogs, moss.

*Callobius bennetti* (Blackwall). B1 (MCZ). Eastern Nearctic. Boreal. Boreal forest. Coniferous woods.

*Callobius nomeus* Chamberlin\*. B4 (MMMN). Nearctic. Boreal. Coniferous woods. Ground litter.

*Cybaeopsis euoplus* (Bishop & Crosby). A1, C4, D1, H2 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Bogs.

*Cybaeopsis tibialis* (Emerton)\*. C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal forest. Bogs.

*Titanoeca nigrella* (Chamberlin). A2 (MCZ). Western Nearctic. Under stones.

*Titanoeca silvicola* Chamberlin & Ivie. A3, A4, F1 (AIT, BUC, CNC). Holarctic. Boreal. Deciduous woods. Ground litter.

### FAMILY THERIDIIDAE

*Argyrodes fictilium* (Hentz)\*. C4 (AIT). Nearctic. Boreal forest. Deciduous woods. Tree foliage.

*Achaearanea globosa* (Hentz)\*. B3 (CNC). Eastern Nearctic. Deciduous leaf litter.

- Achaearanea tepidariorum* (C. L. Koch)\*. B3 (AIT). Cosmopolitan. In and near buildings. Boreal forest. Deciduous and coniferous tree foliage, herbs.
- Chryso* sp. aff. *pelex* (Levi). C2 (BUC). Nearctic. Mixed woods. Leaf litter. *Theridion frondeum* Hentz\*. A3, A4, B2, B3, D1 (AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Nearctic. Boreal forest. Coniferous trees, shrubs, grass.
- Crustulina sticta* (O. P.-Cambridge). A1-3, B2, B3, C2 (AIT, CNC, MMMN, MCZ). Holarctic. Meadows, prairies. Grass, shrubs. *Theridion glaucescens* Becker\*. A3, C4 (CNC). Eastern Nearctic. Coniferous trees.
- Enoplognatha intrepida* (Soerensen). H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous tree trunks. *Theridion montanum* Emerton. H2 (AIT). Nearctic. Boreoalpine. Aspen woods. Under bark.
- Enoplognatha marmorata* (Hentz)\*. A3, B2 (AC, AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Under soil surface debris. *Theridion murarium* Emerton. A3, A4, B1, B3, D3 (AIT, CNC, COS, PRE). Nearctic. Boreal forest. Deciduous trees, buildings.
- Enoplognatha tecta* (Keyserling)\*. A3 (CNC). Holarctic. Under stones. *Theridion ohlerti* Thorell\*. H2, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Bogs.
- Euryopis argentea* Emerton\*. A3 (AIT). Holarctic. Deciduous leaf litter. *Theridion pictum* (Walckenaer). A3, B1-3, C1, C4, F1, H1, H2 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Holarctic. Bogs, buildings, shrubs.
- Robertus arcticus* (Chamberlin & Ivie). A1, A3 (AIT, CNC). Nearctic. Grass. *Theridion sexpunctatum* Emerton. B2 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Mixed woods. Tree foliage.
- Robertus banksi* (Kaston). A4 (CNC). Nearctic. Bogs. *Theridula emertoni* Levi. B2 (CNC). Nearctic. Shrubs.
- Robertus crosbyi* (Kaston). B2 (CNC). Nearctic. Bogs. *Thymoites unimaculatus* (Emerton). A3 (AIT, CNC). Nearctic. Meadows. Grass.
- Robertus fuscus* (Emerton). B3, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods.
- Robertus riparius* (Keyserling). A2 (CNC). Nearctic. Deciduous leaf litter.
- Steatoda albomaculata* (De Geer). A3, B2, F1 (BUC, CNC). Holarctic. Under objects on ground.
- Steatoda americana* (Emerton). C1 (CNC). Nearctic. Grass.
- Steatoda borealis* (Hentz). A2-4, B1, B2, B4, C1, C2, D1, F1 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods, buildings.
- Steatoda castanea* (Clerck). B3 (CNC). Holarctic. Buildings.
- Theonoe stridula* Crosby. A3, B2 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Bogs.
- Theridion aurantium* Emerton\*. B2, C1, C2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Bogs. Deciduous trees and shrubs.
- Theridion berkeleyi* Emerton\*. A2, A3 (AIT). Holarctic (?). Shrubs.
- Theridion differens* Emerton. A3, A4, B2, B3, F1, H2 (AIT, BUC, CNC, COS). Nearctic.

## FAMILY LINYPHIIDAE

- Agyneta allosubtilis* Loksa. H2, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Bogs, deciduous woods. Deciduous and coniferous litter.
- Agyneta olivacea* (Emerton). C2, C4 (AIT, CNC). Holarctic. Bogs.
- Allomengea dentisetis* (Grube)\*. A3, C4, D1 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Bogs, grass.
- Allomengea scopigera* (Grube). J4 (AMNH). Holarctic. Arctic and subarctic.
- Aphileta misera* (O. P.-Cambridge). B2 (CNC). Holarctic. Grass.
- Bathyphantes brevis* (Emerton)\*. A3, B1, B2, J4 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous leaf litter.
- Bathyphantes canadensis* (Emerton)\*. C1, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Bogs, grass, marshes.
- Bathyphantes crosbyi* (Emerton)\*. H2 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous leaf litter.

- Bathyphantes eumenis* (L. Koch)\*. C4 (CNC). Holarctic. Boreal. Bogs.
- Bathyphantes gracilis* (Blackwall)\*. B2 (CNC). Holarctic. Mixed woods. Bogs. Moss.
- Bathyphantes pallidus* (Banks)\*. A2, A4, B3, C1, C4, D1, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Aspen woods. Boreal forest. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Centromerus denticulatus* (Emerton)\*. A3 (CNC). Eastern Nearctic. Grass.
- Centromerus longibulbus* (Emerton)\*. C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal forest. Mixed woods.
- Centromerus persolatus* (O. P.-Cambridge)\*. A1, A3, C3, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods. Litter.
- Centromerus sylvaticus* (Blackwall)\*. A3, C4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal. Deciduous leaf litter.
- Drapetisca alteranda* Chamberlin. A3, C1, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Bogs. Deciduous tree foliage.
- Estrandia grandaeva* (Keyserling). J4 (CNC). Holarctic. Boreal and subarctic.
- Frontinella pyramitela* (Walckenaer). A2, A4, C2, C4, F1 (AIT, BUC, CNC, COS, PRE). Nearctic. Boreal forest. Coniferous leaf litter.
- Helophora insignis* (Blackwall). A3, B3, C1, C4, D1 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs, deciduous woods, meadows. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Kaestneria pullata* (O. P.-Cambridge). A2-4, C1, D1, E2, J4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal forest. Coniferous leaf litter, grass.
- Kaestneria rufula* (Hackman). F1, J4 (BUC, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs.
- Lepthyphantes alpinus* (Emerton)\*. B2, C2-4, H2, J4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Mixed woods. Coniferous and deciduous leaf litter, moss, lake shore litter.
- Lepthyphantes calcaratus* (Emerton)\*. C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs.
- Lepthyphantes complicatus* (Emerton) (= *L. audax* Soerensen)\*. C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal and subarctic. Deciduous and coniferous litter.
- Lepthyphantes duplicatus* (Emerton) (= *L. triramus* Chamberlin & Ivie, 1947, new synonym)\*. B2, F1 (BUC, CNC). Nearctic. Mixed woods. On building. Synonymy is based on the collection of both sexes at one locality, on published illustrations, and on the comparison by the junior author of size, colour, and leg setation. The names *duplicatus* and *triramus* represent the male and female, respectively, of a single species.
- Lepthyphantes intricatus* (Emerton). B3, C1, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Deciduous woods. Bogs.
- Lepthyphantes nebulosus* (Sundevall)\*. A3 (AIT). Holarctic. Buildings.
- Lepthyphantes turbatrix* (O. P.-Cambridge)\*. A2, A3, B2, C1, C4, F1, H2 (AIT, BUC, CAR, CNC). Nearctic. Boreal and subarctic. Boreal forest. Bogs. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Lepthyphantes washingtoni* Zorsch\*. H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Boreal forest. Mixed woods. Bogs.
- Lepthyphantes zebra* (Emerton)\*. B2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Mixed woods. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Macrargus multesimus* (O. P.-Cambridge). A3, C4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal. Boreal forest. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Meioneta fabra* (Keyserling). A2, A3 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Deciduous woods. Deciduous leaf litter.
- Meioneta simplex* (Emerton). A2, A3, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Bogs. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Meioneta unimaculata* (Banks). A3 (AIT, CAR, CNC). Eastern Nearctic. Deciduous leaf litter.
- Microlinyphia impigra* (O. P.-Cambridge). A1, B2 (CNC). Holarctic. Meadows. Grass.
- Microlinyphia mandibulata* (Emerton). A1, A3 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous leaf litter.
- Microlinyphia pusilla* (Sundevall). J4 (CNC). Holarctic. Boreal. Moist ground.
- Microneta viaria* (Blackwall). A3, B3, C3, C4, H2 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Deciduous woods. Deciduous leaf litter.
- Neriene clathrata* (Sundevall). A3, B3, B4, C4 (AIT, CAR, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Mixed woods. Deciduous and coniferous leaf litter, under bark.



- Neriene radiata* (Walckenaer). A2-4, B3, C4, E2, F1, H2 (AIT, BUC, CAR, CNC, COS, PRE). Holarctic. Mixed woods. Bogs. Deciduous and coniferous trees, shrubs.
- Oreonetides rectangulatus* (Emerton). B1, B2, C1 (CNC). Eastern Nearctic. Grass, moss.
- Oreonetides rotundus* (Emerton)\*. B2, C1, C3 (CAR, CNC). Nearctic. Boreal. Deciduous leaf litter.
- Oreonetides vaginatus* (Thorell)\*. C2, C4 (CNC). Holarctic. Mixed woods. Bogs. Coniferous leaf litter.
- Pityohyphantes costatus* (Emerton). A2-4, B2, C1, C4, F1 (AIT, BUC, CNC, COS): Nearctic. Boreal. Coniferous foliage.
- Pityohyphantes limitaneus* (Emerton). B3, D3, E1, E4, F3, G2, G3, H4 (CNC). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Coniferous foliage.
- Pityohyphantes phrygianus* (C. L. Koch). B2, B3, E1, G2, H2, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Coniferous foliage.
- Pityohyphantes subarcticus* Chamberlin & Ivie. H1, J4 (AMNH, BUC). Nearctic. Boreal.
- Porrhomma terrestris* (Emerton). A3, C1, C2, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous leaf litter, grass.
- Stemonyphantes blauveltae* Gertsch. C2 (CNC). Nearctic (?). Boreal. Grass.
- Tapinopa bilineata* Banks. A3 (CNC). Eastern Nearctic. Grass.
- Tennesseeillum formicum* (Emerton). A3 (AC, CNC). Nearctic. Grass.
- FAMILY ERIGONIDAE**
- Acartauchenius sphagnicultor* (Bishop & Crosby). C2 (CNC). Eastern Nearctic. Boreal. Bogs.
- Baryphyma gowerensis* (Locket). A1, C1, C2 (CNC). Holarctic. Bogs, grass.
- Baryphyma kulczynskii* (Eskov). C2 (CNC). Holarctic. Grass.
- Baryphyma trifrons* (O. P.-Cambridge). C1 (AIT). Holarctic. Grass, shrubs.
- Carorita limnaea* (Crosby & Bishop). B2, C2, C4 (AIT, CNC). Holarctic. Mixed forest, bogs. Deciduous and coniferous litter.
- Ceraticelus alticeps* (Fox). C4 (CNC). Nearctic. Boreal forest. Moss.
- Ceraticelus atriceps* (O. P.-Cambridge). A3, A4, B1-3, C2, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest, bogs. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Ceraticelus bulbosus* (Emerton). A3, B1, B2, C2, J4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal forest. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Ceraticelus crassiceps* Chamberlin & Ivie. A3, B1, B2, C2, J4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Aspen-oak woods. Deciduous leaf litter, grass, moss.
- Ceraticelus fissiceps* (O. P.-Cambridge). A2-4, B1-3, C1-4, D1 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs, mixed woods. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Ceraticelus laetabilis* (O. P.-Cambridge). A2, A3, B2, C1, C2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Mixed woods. Deciduous leaf litter.
- Ceraticelus laetus* (O. P.-Cambridge). A1, A3, A4, B2, C2, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Deciduous woods. Bogs. Deciduous leaf litter, grass.
- Ceraticelus laticeps* (Emerton). C2 (CNC). Nearctic. Mixed woods. Deciduous leaf litter, grass.
- Ceraticelus minutus* (Emerton). A2-4, B2, B3, C1, C3, C4, E2 (AIT, CAR, CNC). Eastern Nearctic. Mixed woods. Deciduous leaf litter, grass.
- Ceraticelus similis* (Banks). A3 (AIT, CAR, CNC). Eastern Nearctic. Mixed woods. Deciduous leaf litter, grass.
- Ceratinella alaskae* Chamberlin & Ivie. A1 (AIT, CNC). Nearctic. Grass.
- Ceratinella brunnea* Emerton\*. A3, B2, C1, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Ceratinella parvula* (Fox). A3 (AC). Nearctic. Grass.
- Ceratinops crenatus* (Emerton). A3, A4 (CNC). Eastern Nearctic. Grass.
- Ceratinops littoralis* (Emerton)\*. C4 (CAR). Nearctic. Deciduous leaf litter, lake shore debris.
- Ceratinopsis labradorensis* Emerton. H2 (AIT). Nearctic. Boreal. Bogs.

- Ceratinopsis stativa* (Simon). A2, C2 (CNC). Holarctic. Prairies. Deciduous and coniferous leaf litter, grass.
- Cnephalocotes obscurus* (Blackwall). H2, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs. Coniferous leaf litter.
- Collinsia plumosa* (Emerton). A1-3, B2, D1 (AC, AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Meadows, mixed woods. Leaf litter.
- Dicymbium elongatum* (Emerton)\*. B2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Swamps, bogs. Deciduous and coniferous leaf litter.
- Diétrichia hesperia* Crosby & Bishop. A3, E2 (CNC). Nearctic. Under loose bark of deciduous trees.
- Diplocentria bidentata* (Emerton). B1, B2, C2 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Prairies, aspen parkland. Deciduous and coniferous leaf litter, moss, grass.
- Diplocentria rectangulata* (Emerton). B2, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs. Coniferous leaf litter, moss.
- Diplocephalus cuneatus* (Emerton). A1-3, B2, C1, C3 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest. Deciduous and coniferous leaf litter, grass, beach debris.
- Dismodicus alticeps* Chamberlin & Ivie. A2-4, B2, B3, C1, D1, D3, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs, mixed woods. Coniferous leaf litter.
- Dismodicus bifrons decemocolatus* (Emerton). A3, A4, B2, B3, C2, D1, H2, J4 (AIT, CNC). The species *bifrons* is holarctic, and the subspecies *decemocolatus* nearctic. Boreal forest. Deciduous and coniferous leaf litter, tree trunks.
- Eperigone mediocris* Millidge. B2 (AMNH). Nearctic.
- Eperigone tridentata* (Emerton). A1, C2 (CNC). Nearctic. Bogs, meadows. Deciduous and coniferous leaf litter, grass.
- Eperigone trilobata* (Emerton). A3, C1, C2, C4, D1 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Deciduous leaf litter, grass, dunes, beaches.
- Eperigone undulata* (Emerton). A1, B2, C2 (CNC). Nearctic. Grass, moss.
- Eridantes erigonoides* (Emerton)\*. C4 (CAR). Eastern Nearctic. Under stones.
- Erigone alsaida* Crosby & Bishop\*. C3 (AIT, CAR). Nearctic. Under stones on beach.
- Erigone atra* Blackwall\*. A1, A3, C1, C3, C4, D1 (AIT, CAR, CNC, MMMN). Holarctic. Bogs, meadows, beaches. Leaf litter.
- Erigone autumnalis* Emerton\*. A3 (CNC). Eastern Nearctic. Grass.
- Erigone blaesa* Crosby & Bishop\*. A3, C3, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Shrubs, leaf litter, beach debris, meadows.
- Erigone dentigera* O. P.-Cambridge\*. A3, D1, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Deciduous leaf litter.
- Erigone psychrophila* Thorell. J4 (CNC). Holarctic. Tundra.
- Erigone whymperi* O. P.-Cambridge. J4 (CNC). Holarctic. Tundra.
- Erigone zographica* Crosby & Bishop\*. J4 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Boreal forest. Tundra vegetation.
- Floricomus rostratus* (Emerton). A1, B1 (CNC). Eastern Nearctic. Swamps. Grass.
- Glyphesis idahoana* (Chamberlin). C1 (CNC). Nearctic.
- Glyphesis scopulifera* (Emerton)\*. B1, C2 (CNC). Nearctic. Sedges.
- Gnathonarium famelicum* (Keyserling). A2, A3, C1, D1 (AIT, CAR, CNC, MMMN). Nearctic. Riparian vegetation.
- Gnathonaroides pedale* (Emerton). B2, C2 (CNC). Eastern Nearctic. Meadows, mixed forest. Leaf litter.
- Gonatum crassipalpus* Bryant\*. A3, B1-3, C2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs, fields, prairies. Leaf litter.
- Grammonota angusta* Dondale. A2-4, B1-3, C1, C4, E1, F4, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs. Coniferous foliage.
- Grammonota capitata* Emerton. A3, C2 (CNC). Nearctic. Meadows, prairies, shrubs. Grass, leaf litter.
- Grammonota gigas* (Banks)\*. A4, B2, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Bogs, meadows. Leaf litter, moss, under ground debris.
- Grammonota gentilis* Banks. A2, C3 (CNC). Nearctic. Prairies. Grass.
- Grammonota* sp. aff. *ornata* (O. P.-Cambridge).

- A4, B3 (CNC). Eastern Nearctic. Bogs. Grass, moss.
- Grammonota pictilis* (O. P.-Cambridge). A2-4, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, meadows, mixed woods. Coniferous foliage, leaf litter.
- Grammonota semipallida* Emerton. A3 (CNC). Nearctic. Identity uncertain, owing to missing genitalia on holotype, deposited and examined in CNC.
- Grammonota vittata* Barrows\*. A2, A3, C1 (AIT, MMMN). Nearctic. Grass, shrubs.
- Hilaira mentasta* (Chamberlin & Ivie). B2, C2 (CNC). Nearctic. Meadows, fields. Grass.
- Horcotes quadricristatus* (Emerton)\*. H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Shore of lake.
- Hybauchenidium cymbadentatum* (Crosby & Bishop). C1, C2, C4 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Deciduous woods, bogs, prairies.
- Hybauchenidium gibbosum* (Soerensen). C2, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Meadows, fields, bogs, mixed woods. Leaf litter.
- Hypomma marxii* (Keyserling). A3, A4, B2, B3, C2, D1, H2, J4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Coniferous leaf litter.
- Hypselistes florens* (O. P.-Cambridge)\*. B1-4, C1, C4, D1, H2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Mixed woods, fields, meadows. Deciduous and coniferous foliage, grass, moss.
- Islandiana flaveola* (Emerton)\*. A3 (AC, AIT, CNC). Nearctic. Fields, meadows. Grass.
- Islandiana longisetosa* (Emerton). C1 (AMNH). Nearctic. Grass.
- Islandiana princeps* Braendegaard\*. A1, A3, B2, C2 (AC, AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreoalpine and subarctic. Deciduous woods, meadows, mixed woods. Litter, grass.
- Lophomma depressum* (Emerton)\*. A3, B2 (CNC). Eastern Nearctic. Meadows. Grass.
- Lophomma sylvaticum* (Emerton)\*. C4 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Boreal. Mixed woods. Bogs.
- Maso sundevalli* (Westring)\*. A3, B3, C3 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Mixed woods. Leaf litter.
- Masoncus dux* Chamberlin. J4 (AMNH). Nearctic.
- Mecynargus paetulus* (O. P.-Cambridge). J4 (CNC). Holarctic. Tundra vegetation.
- Oedothorax trilobatus* (Banks)\*. A3, B2, B3, C2, C4 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, mixed woods. Leaf litter, moss.
- Pelecopsis bishopi* Kaston. C4 (CAR). Nearctic. Lichens, under stones.
- Pelecopsis menzei* (Simon). A1, A3, B3, C3, C4, H2 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal forest, deciduous woods. Bogs, meadows, mixed woods. Leaf litter.
- Pelecopsis moesta* (Banks). C4, H2 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Boreal forest. Mixed woods. Leaf litter.
- Pocadicnemis americana* Millidge. A3, C4, E2, H2 (AIT, CAR). Nearctic. Mixed woods, bogs. Leaf litter, moss, lake shore debris.
- Pocadicnemis hartlandiana* (Emerton)\*. C3 (CAR, CNC). Nearctic. Leaf litter on beaches.
- Satilatlas marxii* Keyserling. B1, C1 (CNC). Nearctic. Boreal. Meadows. Sedges.
- Sciastes dubius* (Hackman). B2 (CNC). Nearctic. Sedges along river bank. The name is a new combination. *Sciastes ensifer* Millidge, 1984 is proposed as a new synonym based on examination of Hackman's type, deposited in CNC, by the junior author.
- Sciastes hastatus* Millidge\*. J4 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Boreal forest. Tundra vegetation.
- Sciastes truncatus* (Emerton). C4, D1 (AIT, MMMN). Nearctic. Boreal forest. Bogs, mixed woods. Leaf litter.
- Scirites pectinatus* (Emerton)\*. A3, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Meadows, deciduous woods. Litter. *Tapinocyba exigua* Hackman, 1954, is a new junior synonym of *S. pectinatus*, based on examination of Hackman's type, which is in CNC, by the junior author.
- Scironis tarsalis* (Emerton). C2, D1 (AIT, CNC). Nearctic. Meadows, mixed woods. Leaf litter, grass.
- Scotinotylus alpinus* (Banks). J4 (AMNH). Holarctic. Boreoalpine. Under stones.
- Scotinotylus boreus* Millidge. A4 (CNC). Nearctic. Boreal. Grass, ant hill.
- Scotinotylus exsectoides* Millidge\*. H2 (AIT). Nearctic. Bogs.

- Scotinotylus pallidus* (Emerton). A3, B2, C3, C4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Mixed woods. Leaf litter.
- Scotinotylus sacer* (Crosby)\*. H2 (AIT). Nearctic. Boreal. Bogs.
- Scyletria inflata* Bishop & Crosby\*. B1, B2, C2, D1, J4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs, ditches, mixed woods. Leaf litter, moss, grass.
- Sisicottus montanus* (Emerton)\*. B1, B2, C2, D1, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Mixed woods, bogs, meadows. Leaf litter, grass.
- Sisicus apertus* (Holm) (= *longitarsi* Chamberlin & Ivie). A3, C2-4 (AIT, CAR, CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs, mixed woods. Leaf litter.
- Sisicus penifusiferus* Bishop & Crosby. A3 (AIT). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Sisis rotundus* (Emerton)\*. C2, J4 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs. Coniferous litter.
- Soucron arenarius* (Emerton). A1 (CNC). Nearctic. Ditches. Grass.
- Soudinus canaliculatus* (Emerton). C2 (CNC). Nearctic. Mixed woods. *Hilaira aquilonia* Hackman, 1954 is a new synonym, based on examination of Hackman's type, which is in CNC, by the junior author.
- Sougambus bostoniensis* (Emerton). B1, C2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Mixed woods. *Hilaira algida* Hackman, 1954 is a new synonym, based on examination of Hackman's type, which is in CNC, by the junior author and on collection of both sexes at a single locality and date.
- Tapinocyba bicarinata* (Emerton). B1, C2, J4 (CNC). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods. Bogs. Leaf litter, grass, moss.
- Tapinocyba matanuskae* Chamberlin & Ivie. A2, A3, B2 (CNC). Nearctic. Deciduous woods, marshes. Leaf litter.
- Tapinocyba minuta* (Emerton)\*. C3, C4, J4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.
- Tapinocyba simplex* (Emerton)\*. A3, B2, B3, C2-4, H2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Bogs, meadows. Leaf litter.
- Tmeticus ornatus* (Emerton). A4 (CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs. Coniferous litter.
- Tunagyna debilis* (Banks). A1, B1, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Bogs, mixed woods, prairies. Leaf litter, grass, lake shore litter.
- Vermontia thoracica* (Emerton). B2, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, mixed woods. Moss, leaf litter.
- Wabasso cacuminatus* Millidge. C4 (AIT). Holarctic. Boreal. Bogs.
- Wabasso questio* (Chamberlin). I5 (AMNH). Holarctic. Boreal. Boreal forest. Shrubs.
- Walckenaeria arctica* Millidge\*. C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs. Coniferous litter.
- Walckenaeria atrotibialis* O. P.-Cambridge\*. C1, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Mixed woods, bogs, prairies, meadows. Leaf litter.
- Walckenaeria auranticeps* (Emerton). A3, A4, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bogs, meadows. Leaf litter.
- Walckenaeria breviararia* (Crosby & Bishop)\*. B2 (CNC). Nearctic. Bogs, meadows. Leaf litter.
- Walckenaeria castanea* (Emerton). A1, A3, A4, B2, C1, C2, C4, H2 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal. Mixed woods, bogs. Leaf litter.
- Walckenaeria communis* (Emerton)\*. A1-3, B1, B2, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Mixed woods, meadows. Grass, leaf litter, moss.
- Walckenaeria digitata* (Emerton). B1, C2 (CNC). Nearctic. Aspen parkland, prairies. Grass, moss.
- Walckenaeria directa* (O. P.-Cambridge)\*. A1, A3, B2, C1-4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Mixed woods, bogs, aspen woods, fields. Leaf litter.
- Walckenaeria exigua* Millidge\*. B2-C1-4 (AIT, CAR, CNC). Nearctic. Boreal. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.
- Walckenaeria fusciceps* Millidge\*. B1 (CNC). Nearctic. Sedge meadow. Litter.
- Walckenaeria lepida* (Kulczyński). A4, B4, C1, C2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs. Coniferous leaf litter.

- Walckenaeria pallida* (Emerton). A2, A3, B3, C2, C3 (CAR, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, mixed woods. Deciduous leaf litter.
- Walckenaeria palustris* Millidge. A3 (CNC). Nearctic. Grass.
- Walckenaeria pinocchio* (Kaston)\*. A3, B2 (AIT). Nearctic. Boreal. Deciduous woods. Leaf litter.
- Walckenaeria prominens* Millidge. C3 (CAR). Nearctic. Boreal. Mixed woods. Leaf litter.
- Walckenaeria* sp. aff. *prominens* Millidge. B2, C1, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Deciduous woods, mixed woods, prairies. Leaf litter, grass.
- Walckenaeria redneri* Millidge. B2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs. Leaf litter.
- Walckenaeria spiralis* (Emerton)\*. C2, C4 (AIT, CNC). Holarctic. Bogs, ditches, fields. Leaf litter, grass.
- Walckenaeria subdirecta* Millidge. B1, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Prairies, bogs. Leaf litter, grass.
- Walckenaeria subspiralis* Millidge. A1 (CNC). Nearctic. Prairies. Grass.
- Walckenaeria tibialis* (Emerton). A3 (CNC). Nearctic. River banks. Grass.
- Zornella cultrigera* (L. Koch)\*. H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs, deciduous woods. Leaf litter, lake shore debris.
- FAMILY ARANEIDAE
- Acanthepeira stellata* (Walckenaer). A2 (CNC). Nearctic. Tall grass.
- Aculepeira packardi* (Thorell). J4 (CNC). Holarctic. Among rocks.
- Araneus corticarius* (Emerton). A4, B3, J4 (CNC). Nearctic. Boreal. Tree trunks.
- Araneus gemmoides* Chamberlin & Ivie\*. A2, A3, B3 (AC, AIT, CNC, MMMN). Western Nearctic. In buildings.
- Araneus groenlandicola* (Strand). A2, B1, D1, J4 (CNC, COS). Nearctic. Grass, low shrubs.
- Araneus iviei* Archer. B2, B3, F1, H2 (AIT, BUC, CNC). Nearctic. Boreal forest. Bog. Shrubs.
- Araneus marmoreus* Clerck. A1, A3, B1-4, C1, H2 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Boreal forest. Bogs. Coniferous and deciduous foliage, buildings.
- Araneus nordmanni* (Thorell)\*. A3, B2, B3, H2 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Boreo-alpine. Coniferous woods. Foliage.
- Araneus saevus* (L. Koch). B4, C1, C4, H2 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Boreal. Bogs. Coniferous foliage.
- Araneus thaddeus* (Hentz)\*. A3 (CNC). Eastern Nearctic. Deciduous woods. Deciduous foliage.
- Araneus trifolium* (Hentz). A1-3, B2, B3, C4, E1 (AC, AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Bogs, meadows. Tall grass.
- Araniella displicata* (Hentz). A1-3, B1, B3, B4 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Deciduous trees. Foliage of trees and shrubs.
- Argiope trifasciata* (Forskål). A2, A3, B1-3 (AIT, CNC, COS, MMMN). Cosmopolitan. Fields, meadows. Grass, shrubs.
- Cercidia prominens* (Westring). B1, C1 (CNC). Holarctic. Mixed prairie. Tall grass.
- Cyclosa conica* (Pallas). A3, B3, F1, H1 (BUC, CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs. Coniferous foliage.
- Eustala anastera* (Walckenaer). A3, A4, B3, C1 (AIT, CNC). Nearctic. Mixed woods. Foliage.
- Hypsosinga funebris* (Keyserling). C1 (CNC). Nearctic. Prairies. Grass.
- Hypsosinga pygmaea* (Sundevall). A1-4, B2, J4 (AIT, CNC, COS, MMMN). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Bogs, ditches, riverbanks. Tall herbs, shrubs.
- Hypsosinga rubens* (Hentz). A3, C2 (CNC). Nearctic. Bogs, meadows, deciduous woods, mixed woods. Grass, plant litter.
- Larinia borealis* Banks. A2 (CNC). Nearctic. Fields. Grass.
- Mangora placida* (Hentz). B3, C1 (CNC, COS). Nearctic. Deciduous woods. Tree foliage.
- Neoscona arabesca* (Walckenaer). A3, B3, C1, D2 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Meadows, fields, bogs. Grass, shrubs.
- Nuctenea cornuta* (Clerck). A2-4, B1-3, D2, E1, F1, H2, J4 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Marshes, meadows, fields,

bogs, mixed woods. Tree and shrub foliage, tall grass.

*Nuctenea patagiata* (Clerck). A2-4, B2, B3, C1, C4, D2, D3, E1, F1, F3, G2, G3, H2, K2, J4 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Tree trunks, bridges, buildings.

*Nuctenea sclopetaria* (Clerck)\*. B3 (AIT). Holarctic. On buildings.

*Singa keyserlingi* McCook. A2, A3, B2, C1 (CNC). Nearctic. Bogs, ditches, moss.

*Zygiella dispar* (Kulczyński). B2, C1, D3, F3 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Mixed woods. Coniferous foliage.

#### FAMILY TETRAGNATHIDAE

*Pachygnatha clerckii* Sundevall. A2, C2, G3 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Grasses.

*Pachygnatha dorothea* McCook. A3 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Meadows. Grass.

*Pachygnatha tristriata* C. L. Koch\*. A3 (AIT). Eastern Nearctic. Meadows, mixed woods. Deciduous tree foliage, grass.

*Pachygnatha xanthostoma* C. L. Koch. A3, G3 (CNC). Nearctic. Bogs.

*Tetragnatha caudata* Emerton. A3, B2, B3, C1, C2 (AIT, CNC, COS). Nearctic. Aspen parkland, deciduous woods, meadows, beaches. Grass, shrubs.

*Tetragnatha dearmata* Thorell. B2, F1, H2 (BUC, CNC, COS). Holarctic. Boreal. Among stones.

*Tetragnatha elongata* Walckenaer. A3, B2, B4 (AIT, CNC, MMMN). Eastern Nearctic. Deciduous woods. Bridges.

*Tetragnatha extensa* (Linnaeus). B1, J4 (BUC, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Grass.

*Tetragnatha laboriosa* Hentz. A2-4, B2, B3 (AC, AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Nearctic. Meadows, mixed woods, fields. Grass, shrubs, deciduous tree foliage.

*Tetragnatha pallescens* F. P.-Cambridge. B2, C1, C4 (COS, MMMN). Eastern Nearctic. Meadows. Grass.

*Tetragnatha shoshone* Levi\*. B2 (COS). Western Nearctic. Roadside herbs.

*Tetragnatha straminea* Emerton. B3, F1 (BUC, CNC). Eastern Nearctic. Boreal forest. Tamarack foliage.

*Tetragnatha versicolor* Walckenaer. A1-3, B2, B3, C1, C3, D1, F1, H2 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN, PRE). Nearctic. Mixed woods, deciduous woods, meadows, bogs. Deciduous and coniferous foliage, shrubs, buildings.

#### FAMILY AGELENIDAE

*Agelenopsis actiosa* (Gertsch & Ivie). A2-4, B2, D2 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Deciduous woods, fields. Deciduous foliage, grass.

*Agelenopsis potteri* (Blackwall). A2, A3, B3 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Meadows, fields, deciduous woods edges. Grass, shrubs, buildings.

*Agelenopsis utahana* (Chamberlin & Ivie). A3, B3, B4, C1, C4, D1, F1, H2 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Mixed woods, bogs, jackpine ridges. Webs on ground.

*Cicurina arcuata* Keyserling. F1 (BUC). Nearctic. Leaf litter.

*Cicurina brevis* (Emerton). A3, B3, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, coniferous woods, meadows, bogs. Litter.

*Cicurina placida* Banks. A3 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Litter.

*Cicurina robusta* Simon. A2-4, B4, C1, C4 (CNC, MMMN). Nearctic. Deciduous and coniferous woods. Litter.

*Coras montanus* (Emerton). C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Alder-tamarack woods. Mixed woods. Crevices in tree trunks.

*Cybaeota calcarata* (Emerton). C4 (AIT). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods. Leaf litter.

*Tegenaria domestica* (Clerck). A2, A3, B2 (AIT, COS, MMMN, PRE). Cosmopolitan. Buildings.

#### FAMILY HAHNIIDAE

*Antistea brunnea* (Emerton)\*. B2, C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal. Boreal forest, bogs. Leaf litter.

*Hahnia cinerea* Emerton\*. A3, B2, C1, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Mixed woods, aspen parkland, bogs. Leaf litter.

*Hahnia glacialis* Soerensen\*. H2 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Boreal forest. Lake shore debris.

*Neoantistea agilis* (Keyserling)\*. A3, B2, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.

*Neoantistea magna* (Keyserling). A1-3, B1, B2, C2, H2 (AIT, BUC, CNC). Nearctic. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.

#### FAMILY MIMETIDAE

*Ero canionis* Chamberlin & Ivie. A3, C4, E1 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.

*Mimetus epeiroides* Emerton. A3 (AC). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.

#### FAMILY PISAURIDAE

*Dolomedes scriptus* Hentz. A3, B3, B4, C4 (AIT, CNC, MMMN). Eastern Nearctic. River banks, lake shores. On stones, docks.

*Dolomedes striatus* Giebel\*. A2-4, B3 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. River banks, bogs.

*Dolomedes tenebrosus* Hentz\*. A2, B3 (AIT, AMNH). Eastern Nearctic. Lake shores, stream banks.

*Dolomedes triton* (Walckenaer). A3, A3, B2, B3, C2, F1 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN). Nearctic. River banks, wet meadows.

#### FAMILY LYCOSIDAE

*Alopecosa aculeata* (Clerck). A1-4, B2-4, C4, E2, H2 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, mixed woods, bogs, meadows. Leaf litter.

*Alopecosa kochii* (Keyserling)\*. A2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Grass.

*Alopecosa hirtipes* (Kulczyński). J4 (AIT, CNC). Holarctic. Tundra vegetation.

*Arctosa alpigena* (Doleschall). A3, C2, C4, H1, H2 (AIT, BUC, CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs.

*Arctosa emertoni* Gertsch. A3, B2 (CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Fields, beaches.

*Arctosa insignita* (Thorell). J4, I5 (CNC). Nearctic. Tundra.

*Arctosa littoralis* (Hentz). B2 (AIT, MMMN, PRE). Nearctic. Beaches.

*Arctosa raptor* (Kulczyński). B2, C2 (CNC). Holarctic. Bogs.

*Arctosa rubicunda* (Keyserling). A1-4, B1, B2, C4, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland, mixed prairie, deciduous woods. Moss, litter.

*Geolycosa missouriensis* (Banks). A2, A3 (CNC, PRE). Nearctic. Sand plains. Burrows in sand.

*Geolycosa wrightii* (Emerton). A2 (CNC, MMMN). Nearctic. Sand plains. Burrows in sand.

*Hogna frondicola* (Emerton). A3, A4, B2, B3, C2, C4, F1 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Fields, sand plains, prairies, deciduous woods. Leaf litter.

*Pardosa concinna* (Thorell). H2 (CNC). Nearctic. Bogs. Leaf litter.

*Pardosa distincta* (Blackwall). A2-4, B2, B3, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous woods, meadows, fields. Leaf litter.

*Pardosa dromaea* (Thorell) (= *nebraska* Chamberlin & Ivie). A3, B1 (AIT, BUC, CNC). Nearctic. Prairies, muddy river banks. Synonymy as given by Dondale & Redner (1990).

*Pardosa furcifera* (Thorell). H2, I4, J4 (AIT, CNC). Nearctic. Subarctic. Bogs.

*Pardosa fuscata* (Thorell). A1-4, B2, B3, C1, C2, E2, I4, J4, K2, K3 (AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Nearctic. Bogs, swamps, beaches, sloughs. Litter, under stones, grass.

*Pardosa groenlandica* (Thorell). A2-4, B2, C2, D1, D2, E1, H2, H4, I5, J4 (AC, AIT, CNC, COS, MMMN). Holarctic. Pebbly beaches, roadsides, fields, river banks. On gravel, ground debris.

*Pardosa hyperborea* (Thorell). A4, B4, C2, C4, F1, H1, H2, H4, J4 (AIT, BUC, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs, coniferous woods. Leaf litter.

*Pardosa lapponica* (Thorell). J4 (CNC). Holarctic. Tundra vegetation.

- Pardosa mackenziana* (Keyserling). A4, B1-4, C1, C4, F1, H1, H2, K3 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Nearctic. Boreal. Boreal forest. Bogs, coniferous woods, deciduous woods. Ground litter.
- Pardosa modica* (Blackwall)\*. A1-3, B2, C1, C2, J4 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Meadows, marshes, beaches, sloughs. Ground debris.
- Pardosa moesta* Banks. A1-4, B2, B3, C1, C4, D1, F1, H2 (AIT, BUC, CNC). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland, prairie. Deciduous woods, coniferous woods, meadows, fields, bogs. On ground litter.
- Pardosa mulaiki* Gertsch. A1, A2 (CNC). Nearctic. Beaches, prairies. Grass.
- Pardosa ontariensis* Gertsch. B3, C1, C2 (CNC, MMMN). Nearctic. Fields. On ground litter.
- Pardosa podhorskii* (Kulczyński). J4 (AIT, CNC). Holarctic. Tundra vegetation.
- Pardosa tesquorum* (Odenwall). A2, B1, B2 (BUC, CNC). Holarctic. Forest edges, river banks, beaches. On ground debris.
- Pardosa uintana* Gertsch. A3, C2, H1, H2, H4, J4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, meadows. On ground debris.
- Pardosa xerampelina* (Keyserling). A2-4, B1-4, C4, E1, F1, F2, H1, H2, I4, K3 (AIT, BUC, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous and coniferous woods, river banks, bogs, beaches, fields. On ground litter and bare gravel.
- Pirata aspirans* Chamberlin. A1, A3, B3 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. River banks, beaches, pools.
- Pirata bryantae* Kurata. B2, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, deciduous woods, coniferous woods.
- Pirata canadensis* Dondale & Redner. A3, B2, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs.
- Pirata cantralli* Wallace & Exline. C2 (CNC). Nearctic. Abandoned fields, roadside ditches.
- Pirata insularis* Emerton. A1-4, B2, B3, C2, C4, D1 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Bogs, river banks, ponds, sloughs.
- Pirata minutus* Emerton. A3, C2, C4 (AIT, CNC, MMMN). Eastern Nearctic. Fields, meadows, river banks. Litter.
- Pirata montanus* Emerton. B2, C1 (CNC). Eastern Nearctic. Mixed woods, meadows, sand dunes, bogs, cedar woods. Ground litter.
- Pirata piraticus* (Clerck). A2-4, B2, B4, C1, C2 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Beaches, ditches, river banks, meadows. Litter, bare ground.
- Pirata sedentarius* Montgomery\*. A2 (AIT, CNC). Nearctic. River banks. Ground litter.
- Pirata zelotes* Wallace & Exline. B2 (CNC). Nearctic. Grass and shrub litter.
- Trochosa terricola* Thorell. A1-4, B2, B4, C4, H2 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, oak woods, jack pine woods, meadows.

## FAMILY OXYOPIDAE

- Oxyopes scalaris* Hentz\*. A2, A4 (CNC). Nearctic. Bogs. Under larch trees.

## FAMILY GNAPHOSIDAE

- Callilepis pluto* Banks. A2, B2, F1 (AMNH, CNC). Nearctic. Mixed woods. On ground litter.
- Cesonia bilineata* (Hentz). A2 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. On ground litter.
- Drassodes neglectus* (Keyserling). A2, A3, B1, B2, C2, C4, F1 (AIT, AMNH, BUC, CNC). Holarctic. Boreal forest. Deciduous and coniferous woods, fields, river banks. On ground litter.
- Drassyllus depressus* (Emerton). A2, A3, B2 (CNC, PRE). Nearctic. Deciduous woods, river banks. On ground litter.
- Drassyllus niger* (Banks). A1, A3, A4, B2, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous woods, meadows. Leaf litter.
- Gnaphosa borea* Kulczyński\*. H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal forest. Lake shores. This species was earlier known as *G. mima* Chamberlin.
- Gnaphosa brumalis* Thorell\*. C2, H2, G3 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Bogs.
- Gnaphosa microps* Holm. A4, B2, B3, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Bogs, meadows.



- Gnaphosa muscorum* (L. Koch). A2-4, B2, C1, C2, C4, F1, G3, H2 (AIT, AMNH, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Boreal forest. Coniferous woods, deciduous woods, bogs, beaches, ditches. Leaf litter.
- Gnaphosa parvula* Banks. A1-3, B2, B3, C1, C2 (CNC, MMMN). Nearctic. River banks, sloughs. Leaf litter.
- Haplodrassus bicornis* (Emerton). A2, A3 (CNC). Nearctic. Fields, Bogs. Ant nest.
- Haplodrassus eunis* Chamberlin\*. C4, H2 (AIT). Western Nearctic. Boreal. Bogs, coniferous woods. Litter.
- Haplodrassus hiemalis* (Emerton). A1-4, B2, B3, C1, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods, bogs. Leaf litter.
- Haplodrassus signifer* (C. L. Koch). A1-3, B2, B3, C2, C4 (AIT, CNC, PRE). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous and coniferous woods, meadows. Grass, leaf litter.
- Herpyllus ecclesiasticus* Hentz. A3, A4, B2, B4, C4 (AIT, CNC, COS, MMMN). Nearctic. Boreal forest, prairie. Coniferous and deciduous woods. Buildings, leaf litter, grass.
- Micaria aenea* Thorell. A4, B2, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Mixed woods, bogs, meadows. Moss, leaf litter.
- Micaria alpina* L. Koch\*. K4 (MMMN). Holarctic. Tundra.
- Micaria constricta* Emerton\*. H2 (AIT). Holarctic. Boreal forest. Lake shores. Beach litter.
- Micaria gertschi* Barrows & Ivie. A2 (AMNH). Nearctic. Prairies. Grass.
- Micaria pulicaria* (Sundevall). A1-4, B2, B3, C1, C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Coniferous and deciduous woods, bogs, meadows. Leaf litter, grass.
- Micaria rossica* Thorell. A2, A3, C2 (CNC). Holarctic. Mixed woods. Leaf litter.
- Micaria tripunctata* Holm. H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal forest. Lake shores.
- Orodassus canadensis* Platnick & Shadab\*. A3, B2, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, mixed woods. Litter, under tree bark, in rotting stumps.
- Sergiolus bicolor* Banks. A3 (AC). Eastern Nearctic. Roadsides. Grass.
- Sergiolus decoratus* Kaston\*. B2 (PRE). Nearctic. Beaches. Under beach debris.
- Sergiolus montanus* (Emerton). A4, B2, B3 (CNC, PRE). Nearctic. Bogs, buildings.
- Sergiolus ocellatus* (Walckenaer)\*. A3, B2 (CNC). Nearctic. Coniferous and deciduous woods. Litter.
- Sosticus loricatus* (L. Koch)\*. A3 (MMMN). Holarctic. Buildings.
- Zelotes fratris* Chamberlin. A1-4, B2, C1, C2, C4, E1, H2, J4 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Mixed woods, meadows, bogs, river banks. Litter, grass.
- Zelotes lasalanus* Chamberlin. A2 (CNC). Nearctic. Prairies. Grass.
- Zelotes puritanus* Chamberlin. A2, B2, C2, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Fields, bogs, lake shores. Litter.

## FAMILY LIOCRANIDAE

*Agroeca ornata* Banks. A3, B1-3, C4, H2 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods, bogs, meadows. Moss, litter.

*Agroeca pratensis* Emerton. A2, A3, B2 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous woods, meadows. Grass, leaf litter.

*Phrurotimpus borealis* (Emerton). A2, A3, B2, C1, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Mixed woods, deciduous woods, meadows. Grass, leaf litter.

*Phrurotimpus certus* Gertsch. B2 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.

*Scotinella manitou* Levi. B2 (CNC). Nearctic. Meadows. Grass.

*Scotinella pugnata* (Emerton). A3, B2, C1, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous woods, meadows, beaches. Leaf litter, grass.

## FAMILY CLUBIONIDAE

*Castianeira cingulata* (C. L. Koch)\*. A3, C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Deciduous woods, mixed woods. Leaf litter.

- Castianeira descripta* (Hentz). A3, B2 (CNC). Eastern Nearctic. Fields. Grass.
- Castianeira longipalpa* (Hentz). A3, B2 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous woods, meadows. Grass, leaf litter.
- Clubiona abboti* L. Koch. A3 (AIT, CNC). Nearctic. Deciduous woods, meadows, fields. Leaf litter.
- Clubiona bryantae* Gertsch. A4, G3 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Bogs.
- Clubiona canadensis* Emerton. A2-4, B1-3, C1, D1, D3, E1, H1, H2 (AIT, BUC, CNC, PRE). Nearctic. Boreal forest, aspen parkland. Coniferous and deciduous woods, bogs. Leaf litter, rotting stumps.
- Clubiona chippewa* Gertsch. A3, B2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal. Deciduous woods. Leaf litter.
- Clubiona furcata* Emerton. A3, A4, B3, C1, C2, H2 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Deciduous woods, bogs, meadows. Leaf litter.
- Clubiona johnsoni* Gertsch. A2, A3 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Deciduous woods, meadows. Grass.
- Clubiona kastoni* Gertsch. A3, A4, B2, C1, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Coniferous woods, deciduous woods, prairies. Grass, leaf litter.
- Clubiona kulczynskii* Lessert. A4, B1-3, C2, C4, F1, H2 (AIT, BUC, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Deciduous woods, bogs. Rolled leaves, leaf litter.
- Clubiona maritima* L. Koch\*. A3 (AIT). Eastern Nearctic. River banks. Deciduous tree and shrub foliage.
- Clubiona mixta* Emerton. A2, B1, B3, C3 (AIT, BUC, CNC, MMMN). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Clubiona moesta* Banks. A1-3, B2, C2, D1, E1 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Deciduous woods. Deciduous foliage.
- Clubiona norvegica* Strand. A1, A2, B2, D2, J4 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Sloughs. Grass.
- Clubiona obesa* Hentz. A2, C1 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Clubiona opeongo* Edwards. A4, B2, B3, C1, C2 (CNC). Nearctic. Boreal. Bogs, meadows. Moss, litter.
- Clubiona praematura* Emerton\*. J4 (MMMN). Holarctic. Boreal. Sedge meadows. Sedges, grasses.
- Clubiona riparia* L. Koch. A2, A3, B2, B3 (AIT, CNC, COS). Holarctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods, bogs. Foliage of grasses, shrubs.
- Clubiona trivialis* C. L. Koch. B1, B2, H2, K2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Boreal forest. Coniferous woods, deciduous woods. Moss, grass, coniferous foliage.

## FAMILY THOMISIDAE

- Coriarachne brunneipes* Banks. A4, H2 (CNC, MMMN). Nearctic. Boreoalpine. Coniferous woods. Tree trunks.
- Coriarachne utahensis* (Gertsch). A2-4, B2, B3, C2 (AIT, CNC). Nearctic. Coniferous and deciduous woods, bogs. Tree trunks.
- Misumena vatia* (Clerck). A2-4, B3, B4, E1, E2, F1, H2, H4 (AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Trees, shrubs, herbs. Flowers.
- Misumenops asperatus* (Hentz). A2, A3 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Deciduous woods, spruce woods. Tree foliage.
- Ozyptila conspurcata* Thorell. A3, B2 (AIT, CNC). Western Nearctic. Boreoalpine. Bogs, meadows, deciduous woods. Moss.
- Ozyptila curvata* Dondale & Redner. A4 (CNC). Eastern Nearctic. Boreoalpine. Bogs.
- Ozyptila distans* Dondale & Redner\*. A3 (AIT). Nearctic. Boreoalpine. Meadows, deciduous woods. Litter.
- Ozyptila gertschi* Kurata. A1, A3, C2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Meadows, deciduous woods, coniferous woods. Grass litter.
- Ozyptila sincera canadensis* Dondale & Redner. A2-4, B2, B3, C1, C2, C4 (AIT, CNC). The species *sincera* is holarctic, the subspecies *canadensis* nearctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods, prairies. Leaf litter.
- Tmarus angulatus* (Walckenaer). B3, B4 (CNC). Nearctic. Boreal forest. Deciduous woods, tamarack woods. Tree branches.
- Xysticus acquiescens* Emerton. A2, A3 (CNC, MMMN). Western Nearctic. Prairies. Grass, building.

- Xysticus britcheri* Gertsch. A1, A3, A4, B2, B3, C2, H2, J4 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Boreal. Bogs, sloughs, fields. Leaf litter.
- Xysticus canadensis* Gertsch. B1, B2, C2 (CNC). Holarctic. Boreal. Bogs. Moss.
- Xysticus chippewa* Gertsch\*. A4, H2 (CNC). Holarctic. Bogs, lake shores. Ground litter.
- Xysticus discursans* Keyserling. A1-3 (CNC). Nearctic. Mixed prairie, river banks. Grass.
- Xysticus elegans* Keyserling. A2-4, B1 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Deciduous woods, prairies, meadows. Leaf litter.
- Xysticus ellipticus* Turnbull, Dondale & Redner. A1, B1, C2, C4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreoalpine. Mixed woods, fields. Grass. moss.
- Xysticus emertoni* Keyserling. A2-4, B2-4, H2, J4 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Boreal forest, aspen parkland. Coniferous and deciduous woods, meadows. Grass, leaf litter.
- Xysticus ferox* (Hentz). A1, A3 (AIT, CNC, PRE). Nearctic. Deciduous woods, fields, meadows. Leaf litter, grass.
- Xysticus labradorensis* Keyserling. J4 (CNC). Holarctic. Arctic. Tundra.
- Xysticus luctans* (C. L. Koch). A3 (AIT). Eastern Nearctic. Meadows. Grass.
- Xysticus luctuosus* (Blackwall). A2-4, B2, C2, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods. Leaf litter.
- Xysticus montanensis* Keyserling. A1 (CNC). Western Nearctic. Boreoalpine. Prairies. Grass.
- Xysticus nigromaculatus* (Keyserling). A2 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Muddy soil.
- Xysticus obscurus* Collett. C2, C4, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal. Bogs, mixed woods. Litter.
- Xysticus punctatus* Keyserling. A4, B2, B3 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Coniferous woods. Coniferous foliage.
- Xysticus triangulosus* Emerton. E1, H4, J4 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Boreal forest. Coniferous woods. Ground debris.
- Xysticus triguttatus* Keyserling. E1, H4, J4 (CNC). Nearctic. Prairies, fields. Grass, shrub foliage.
- Xysticus winnipegensis* Turnbull, Dondale & Redner. A3, B2, B3, C1 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Deciduous woods, bogs. Leaf litter.

## FAMILY PHILODROMIDAE

*Ebo bucklei* Platnick\*. C2 (CNC). Western Nearctic. Prairies, fields. Grass.

*Philodromus alascensis* Keyserling. B1, G3, J4 (BUC, CNC). Holarctic. Coniferous woods. Conifer foliage.

*Philodromus cespitum* (Walckenaer). A1-4, B2, B3, H2 (AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Widespread. Coniferous and deciduous woods. Tree and shrub foliage.

*Philodromus histrio* (Latreille). A3, B2, C2, H2 (AIT, CNC). Holarctic. Boreal forest. Deciduous woods. Tree and shrub foliage.

*Philodromus imbecillus* Keyserling. A3 (AIT). Nearctic. Meadows. Grass.

*Philodromus mineri* Gertsch\*. A3, B2 (CNC, COS). Eastern Nearctic. Deciduous woods, meadows.

*Philodromus oneida* Levi. B3, D1 (AIT, CNC). Nearctic. River banks. Tree and shrub foliage.

*Philodromus peninsulanus* Gertsch. A3, B3 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Boreal forest. Coniferous woods. Coniferous foliage.

*Philodromus pernix* Blackwall. A3, A4 (CNC). Nearctic. Boreoalpine. Coniferous woods. Coniferous foliage.

*Philodromus placidus* Banks. A3, A4, B1-3, C2, D3, E1, G3 (AIT, CNC). Nearctic. Coniferous woods. Coniferous foliage.

*Philodromus praelustris* Keyserling\*. A2, A3, B4 (AIT, MMMN, PRE). Nearctic. Boreal. Deciduous woods. Deciduous tree and shrub foliage.

*Philodromus rufus quartus* Dondale & Redner. A1-4, B2, C3, D3, D1, G3 (AIT, CNC). The species *rufus* is holarctic, the subspecies *quartus* nearctic. Coniferous and deciduous woods. Coniferous foliage.

*Philodromus vulgaris* (Hentz). A3, A4 (CNC, PRE). Nearctic. Deciduous woods. Tree trunks, buildings.

*Thanatus arcticus* (Thorell)\*. J4 (MMMN). Holarctic. Tundra.

- Thanatus coloradensis* Keyserling. A1 (CNC). Holarctic. Boreoalpine. Meadows, prairies. Ground litter.
- Thanatus formicinus* (Clerck). A1, A3, B1, B2, B4, C2 (AIT, CNC, MMMN). Holarctic. Boreoalpine. Coniferous and deciduous woods, fields. Ground litter.
- Thanatus rubicellus* Mello-Leitão. A2, A3, C2, J4 (AIT, CNC). Nearctic. Boreal forest. Prairies, fields, meadows. Ground litter.
- Thanatus striatus* C. L. Koch. A1-3 (AIT, CNC, PRE). Holarctic. Boreoalpine. Meadows, sloughs, deciduous woods. Ground litter.
- Tibellus asiaticus* Kulczyński\*. B1, B3 (CNC, MMMN). Holarctic. Boreal. Fields, mixed prairie. Tall grass.
- Tibellus duttoni* (Hentz)\*. B2 (CNC). Nearctic. Bogs. Tall grass.
- Tibellus maritimus* (Menge). A1, A3, A4, B1-3, C2, G3, I4, J4 (AIT, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Widespread. Fields, sloughs, lake shores, mixed prairie. Tall grass.
- Tibellus oblongus* (Walckenaer). A2-4, B1, B3, C4, G3, H1, J4 (AIT, BUC, CNC, COS, MMMN, PRE). Holarctic. Boreal forest. Deciduous woods, meadows, fields, bogs, mixed prairie. Tall grass.
- FAMILY SALTICIDAE
- Admestina wheeleri* Peckham & Peckham\*. A3 (AIT). Eastern Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Bianor aemula* (Gertsch)\*. B2, B3, C1 (CNC, COS). Eastern Nearctic. Bogs, mixed woods. Tree and shrub foliage.
- Eris militaris* (Hentz) [= *marginata* (Walckenaer)]. A3, A4, B3, C4, D1, D2, H2 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Coniferous and deciduous woods. Deciduous tree and shrub foliage.
- Euophrys monadnock* Emerton. B2 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Evarcha hoyi* (Peckham & Peckham). A3, B1-3, C4, H2 (AIT, CNC, MMMN). Nearctic. Mixed woods, deciduous woods, meadows. Deciduous tree and shrub foliage, grass.
- Habrocestum pulex* (Hentz)\*. C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal forest. Deciduous woods. Rock surfaces.
- Habronattus altanus* Gertsch. A2 (CNC). Western Nearctic. Prairies. Grass.
- Habronattus americanus* (Keyserling)\*. B2 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Leaf litter.
- Habronattus cognatus* (Peckham & Peckham). B2 (AIT, PRE). Eastern Nearctic. Beaches. On sand.
- Habronattus decorus* (Blackwall)\*. A3 (AIT, CNC). Nearctic. Meadows, river banks. Shrub foliage, herbs, grass.
- Maevia inclemens* (Walckenaer). B3 (MMMN). Eastern Nearctic. Boreal forest. Coniferous woods. Tree trunks.
- Metacyrba undata* (De Geer)\*. A3 (CNC). Eastern Nearctic. Deciduous woods. Tree trunk.
- Metaphidippus flavipedes* (Peckham & Peckham)\*. A3, A4, E1, G3, H2, H4 (AIT, CNC, MMMN, PRE). Nearctic. Boreal. Coniferous woods, bogs. Coniferous foliage.
- Metaphidippus insignis* (Banks)\*. A3 (MMMN). Eastern Nearctic. Deciduous woods. Deciduous tree and shrub foliage.
- Metaphidippus montanus* (Emerton)\*. H4 (CNC). Nearctic. Boreal. Coniferous woods. Coniferous foliage.
- Metaphidippus protervus* (Walckenaer)\*. A3, B2, B3, H2 (AIT, CNC, MMMN). Eastern Nearctic. Mixed woods, deciduous woods. Deciduous tree and shrub foliage.
- Neon ellamae* Gertsch & Ivie\*. A3 (AIT). Western Nearctic. Meadows. Grass litter.
- Neon nellii* Peckham & Peckham\*. A3, B2, C1 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Mixed woods, deciduous woods. Leaf litter.
- Peckhamia picata* (Hentz)\*. A4 (AIT). Eastern Nearctic. Mixed woods. Ground debris.
- Phidippus borealis* Banks. A2-4 (AIT, CNC, PRE). Nearctic. Bogs, meadows. Moss, under rocks and logs.
- Phidippus* sp. aff. *johnsoni* Peckham & Peckham. A3 (AIT). Western Nearctic. Deciduous woods. Tree foliage.
- Phidippus purpuratus* Keyserling. A3, A4, B2-4 (AIT, BUC, MMMN, PRE). Nearctic. Boreal forest. Rock outcrops.
- Phidippus whitmanii* Peckham & Peckham\*. A3,

- B2 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Deciduous woods, meadows. Leaf litter, shrubs.
- Salticus scenicus* (Clerck). A3 (AIT). Cosmopolitan. Buildings.
- Sitticus fasciger* (Simon)\*. J4 (MMMN). Holarctic. Rock outcrops, buildings.
- Sitticus finschii* (L. Koch)\*. A4 (CNC). Holarctic. Boreal forest. Bogs.
- Sitticus lineolatus* (Grube)\*. J4 (CNC). Holarctic. Tundra.
- Sitticus palustris* (Peckham & Peckham). A1, A3, A4, B2, J4 (CNC, MMMN). Nearctic. Boreal. Mixed woods, bogs, meadows. Deciduous tree foliage.
- Sitticus striatus* Emerton\*. A3 (AIT, CNC). Eastern Nearctic. Meadows. Grass.
- Synageles occidentalis* Cutler. A4 (CNC). Western Nearctic. Bogs.
- Talavera minuta* (Banks)\*. A3, B2 (AIT, CNC). Holarctic. Mixed woods, deciduous woods, river banks. Grass, litter.
- Tutelina hartii* (Emerton). A3 (CNC). Nearctic. Deciduous woods. Deciduous tree foliage.
- Tutelina similis* (Banks). C4 (AIT). Eastern Nearctic. Boreal forest. Deciduous woods. Tree foliage.

## Discussion

### NATURE OF INFORMATION ON THE SPIDER FAUNA OF MANITOBA

Most intensive spider collecting has been done south of 52°N (grids A and B) (Fig. 2), notably in the vicinity of Winnipeg, Riding Mountain National Park, and Taiga Biological Station (51°02'N, 95°20'W). Collecting north of 52°N includes the collection locations Churchill (58°47'N, 94°11'W), Southern Indian Lake (56°47'N, 98°56'W), and Taiga Biological Station. A total of 1559 grid references were tabulated in the results for the 483 species, an average of 3.2 grid references/species. However, a latitudinal analysis reveals a southern collecting bias, with 885 of the 1559 grid references (57%) in the A and B grids (south of 51°N), and 1229 or 79% in the A-C grids, i.e., south of 52°N. Hence only 330 or 21% of the total grid references occur north of 52°N, with 151 or 49% of these references for specimens from Southern Indian Lake

and Churchill. The largest number of grid references is 237 for A3, which includes the city of Winnipeg (15% of the total of all grid references for the province). Seventeen grid squares (D4, E3, F5, G1, G4, G5, H3, H5, H6, I1, I2, I3, J1, J2, J3, J5, and K1) have no spider records; these represent more remote and inaccessible areas of Manitoba in the northeast and northwest. We need more collecting there to survey the fauna as a whole. We feel that the species of spiders listed here may represent an estimated 80% of the total for Manitoba. This estimate is based on the total species found in other provinces and on the occurrence of species in adjacent regions and probably to be found in Manitoba with further collecting.

The biodiversity of species in this province is apparent in a comparison of the provincial land mass (6.5% of Canada) (Payne *et al.*, 1975) with the percentage of the total species within the country; our 483 species represent 37% of the total species in Canada (Dondale, 1979). Likewise we have 20 families, or 59% of those recorded for the country.

In Table I, we compare Manitoba's spider fauna with that of other Canadian provinces. The Manitoban fauna of 483 species in 20 families compares with British Columbia's 567 species in 28 families (West *et al.*, 1984, 1988), Québec's 553 species in 19 families (G. Bélanger & R. Hutchinson, unpublished data), and Newfoundland's 273 species in 17 families (Hackman, 1954; L. Hollett, unpublished data). If the comparison is based on total species within pairs of provinces, Manitoba shares 253 species (32%) with British Columbia, 371 species (56%) with Québec, and 203 species (37%) with Newfoundland. We infer that the Manitoba spider fauna is more similar to that of eastern Canada than to that of British Columbia.

### DISTRIBUTION PATTERNS OF MANITOBA SPIDERS

Many species in the province that were previously known from only one or a few scattered localities are now seen to have definable patterns of distribution. For example, some 30 species of eastern Canada and the northeastern United States apparently find their western limits within the borders of Manitoba, e.g., *Cybaeopsis tibialis*, *Centromerus denticulatus*, *Eperigone tridentata*, *Islandiana longisetosa*, *Scotinotylus exsectoides*, *Walckenaeria pallida*, *Pirata montanus*, *Geolycosa wrightii*, *Ozyptila curvata*, *Clubiona*

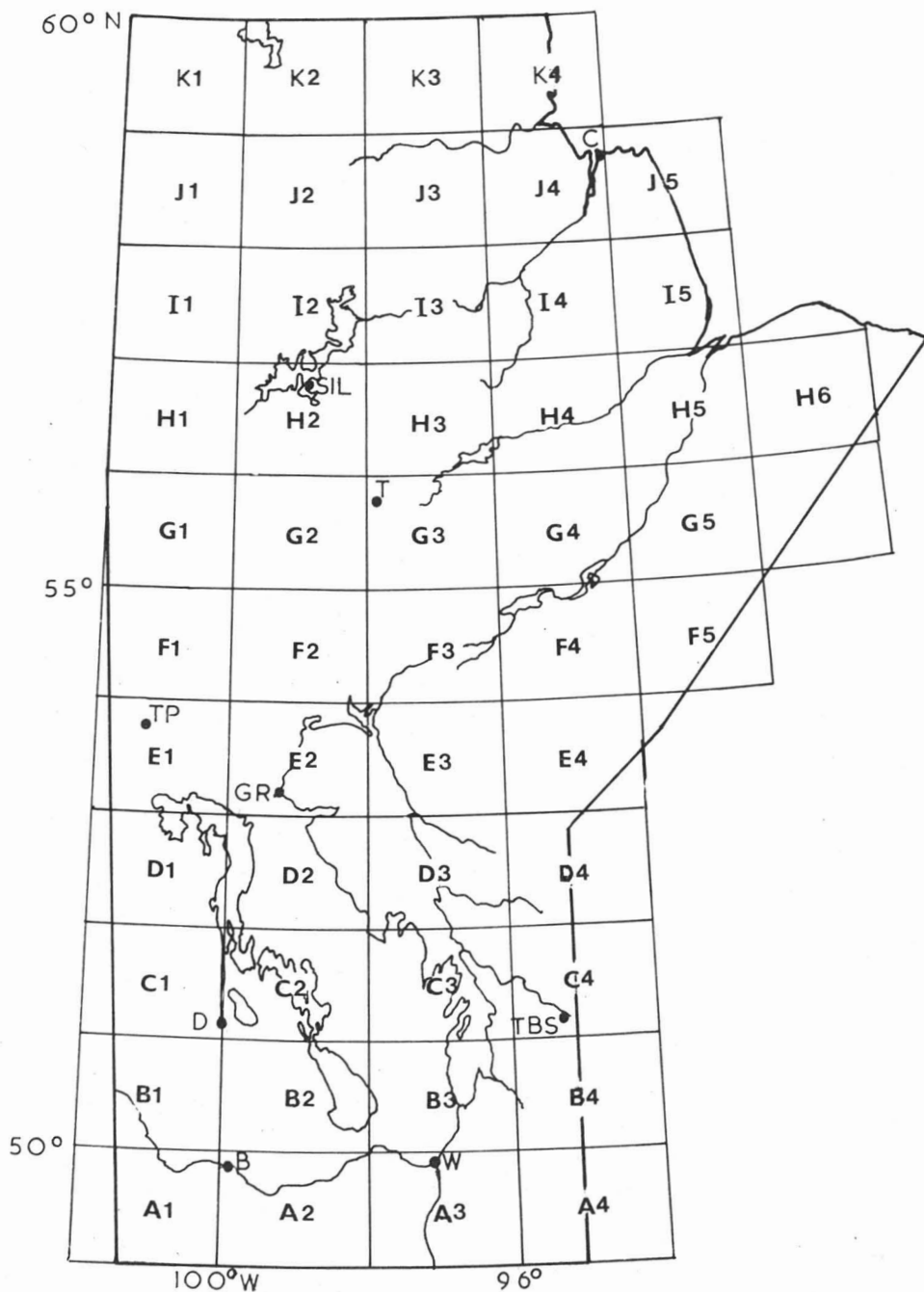


Figure 2. A grid map of Manitoba, divided by degrees of latitude and longitude, defining the labelled squares used to refer to collection localities in the checklist. C = Churchill, SIL = Southern Indian Lake, T = Thompson, TP = The Pas, GR = Grand Rapids, D = Dauphin, TBS = Taiga Biological Station, B = Brandon, and W = Winnipeg.

TABLE I

Numbers of species of spiders from selected geographic regions within Canada (MB = Manitoba, BC = British Columbia, PQ = Québec, NF = Newfoundland)

Family	MB	BC*	PQ**	NF***
Uloboridae	1	1	2	0
Dictynidae	21	16	19	7
Amaurobiidae	8	12	7	4
Theridiidae	31	42	46	21
Linyphiidae	51	74	64	46
Erigonidae	128	122	150	91
Araneidae	27	32	29	19
Tetragnathidae	13	9	14	5
Agelenidae	10	29	15	5
Hahniidae	5	6	5	4
Mimetidae	2	2	3	0
Pisauridae	4	1	5	2
Lycosidae	40	46	49	20
Oxyopidae	1	1	0	0
Gnaphosidae	31	46	29	9
Clubionidae	26	23	32	12
Thomisidae	29	32	29	9
Philodromidae	22	28	17	7
Salticidae	33	34	33	10
Other families	0	11	5	2
Total	483	567	553	273

\* from West *et al.*, 1984, 1988.

\*\* from G. Bélanger & R. Hutchinson, unpublished.

\*\*\* from Hackman, 1954 and L. Hollett, unpublished.

*obesa*, *Sergiolus decoratus*, *Habrocestum pulex* and *Phidippus whitmanii*. Similarly species of western Canada find their eastern limits in Manitoba, e.g., *Titanoeca nigrella*, *Lathys alberta*, *Sciastes hastatus*, *Pardosa ontariensis*, *Ebo bucklei*, *Xysticus acquiescens*, *Neon ellamae*, *Sitticus fasciger*, and *Habronattus altanus*. Many of these are characteristically found in the boreal forest. Those species with more southerly ranges may have expanded northward into Manitoba at about 6000 B.P., when the prairie extended to approximately 54°N and mixed woods to approximately 55°N (Lehmkuhl, 1980; Shay, 1984). A number of arctic or subarctic species extend southward into the tundra zone bordering Hudson Bay, e.g., *Alopecosa hirtipes* and *Pardosa podhorskii*. Hence Manitoba is seen as an area of major overlap for North American spiders, this overlap reflecting the province's central location and broad range of biotic communities.

One hundred forty-one (29%) of the species of Manitoba spiders are indicated as holarctic. Four of these, namely, *Argiope trifasciata*, *Achaearanea tepidariorum*, *Tegenaria domestica*, and *Salticus scenicus*, are cosmopolitan in range; the last three are associated with buildings and are generally regarded as introductions from Europe. Other introduced species, but with more limited occurrence in Manitoba, are *Steatoda castanea* and *Lepthyphantes nebulosus*. The remaining holarctic species are believed to have occupied Manitoba since the retreat of the Pleistocene glaciers, e.g., *Neriene clathrata*, *Pityohyphantes phrygianus*, *Baryphyma kulczynskii*, *Maso sundevalli*, *Araneus marmoreus*, *Tetragnatha extensa*, *Arctosa alpigena*, *Pardosa hyperborea*, *Misumena vatia*, *Philodromus cespitum*, and *Sitticus finschii*.

For many spider species, the major habitat is still unknown, but for those species for which it is known, 10 are mainly arctic or subarctic, 84 are mainly boreal, 58 are mainly boreoalpine, and 28 mainly grassland. Having about two-thirds of its land surface covered by boreal forest, Manitoba is occupied mainly by spiders characteristic of that biome. Peatland litter is the main habitat for many of the Linyphiidae, Erigonidae, Amaurobiidae, Hahniidae, Gnaphosidae, Clubionidae, Lycosidae, and Thomisidae. Coniferous tree foliage is the primary habitat for such species as *Hyptiotes gertschi*, *Theridion glaucescens*, *Pityohyphantes costatus*, *Grammonota angusta*, and *Xysticus punctatus*. Tall grass and shrubs are primary habitats for such spiders as *Tibellus oblongus* and *Sitticus palustris*, and tree bark is the main habitat for the species of *Coriarachne*.

#### SUGGESTIONS FOR FURTHER RESEARCH

Difficulties arise in attempting a faunistic analysis in a province such as Manitoba, with not one but four biomes and its many inaccessible areas. A convenient means of collecting north of 52°N, especially in remote areas, would greatly add to our knowledge of the nature of Manitoba's spider fauna. Here and elsewhere, more microhabitat information will facilitate collection of "obscure" and "rare" species, as previously mentioned. Check lists in adjacent provinces and states would undoubtedly include many species found in Manitoba and would give a more comprehensive overview of arachnid distributional patterns in mid-continental North America.

### Acknowledgements

Many workers have contributed to this study. We particularly thank the curators of the various collections, who kindly allowed us to examine specimens under their ownership or care. Jim Redner generously contributed his taxonomic expertise to the problems of synonymy. Dr Yuri Marusik, Magadan, U.S.S.R., brought to our attention a number of North American (and Manitoban) species that he has discovered in Siberia or the Soviet Far East in recent years. Lastly, we thank Drs W. O. Pruitt, Jr., R. E. Roughley, R. Wrigley, S. Koponen, and J. R. Duncan for their constructive comments on the manuscript.

### References

- AITCHISON, C. W., 1978. Spiders active under snow in southern Canada. — *Symp. zool. Soc. Lond.*, 42: 139-148.
- AITCHISON, C. W., 1984. The phenology of winter-active spiders. — *J. Arachnol.*, 12: 249-271.
- CHAMBERLIN, R. V. & W. J. GERTSCH, 1958. The spider family Dictynidae in America north of Mexico. — *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 116: 1-152.
- CRIDDLE, N., 1917. Some habits of two burrowing spiders in Manitoba. (*Ottawa Nat.*). — *Can. Fld-Nat.*, 31: 104-107.
- DANKS, H. V. & R. G. FOOTIT, 1989. Insects of the boreal zone of Canada. — *Can. Ent.*, 121: 625-690.
- DONDALE, C. D., 1979. Araneae. — Pages 247-250 in H. V. Danks (ed.). *Canada and its insect fauna*. Mem. ent. Soc. Can., no. 108, 573 p.
- DONDALE, C. D. & J. H. REDNER, 1978. The Insects and Arachnids of Canada. Part 5. The crab spiders of Canada and Alaska (Araneae: Philodromidae and Thomisidae). — *Publs Dep. Agric. Can.*, no. 1663, 255 p.
- DONDALE, C. D. & J. H. REDNER, 1982. The Insects and Arachnids of Canada. Part 9. The sac spiders of Canada and Alaska (Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae). — *Publs Dep. Agric. Can.*, no. 1724, 194 p.
- DONDALE, C. D. & J. H. REDNER, 1990. The Insects and Arachnids of Canada. Part 17. The wolf spiders, nurseryweb spiders, and lynx spiders of Canada and Alaska (Araneae: Lycosidae, Pisauridae and Oxyopidae). — *Publs Dep. Agric. Can.*, no. 1856, 383 p.
- GRISWOLD, C., 1987. Revision of the jumping spider genus *Habronattus*. — *Univ. Calif. Publs Ent.*, 107: 1-344.
- HACKMAN, W., 1954. The spiders of Newfoundland. — *Acta zool. fenn.*, 79: 1-99.
- IVIE, W., 1965. The spiders of the genus *Islandiana* (Linyphiidae, Erigoninae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 2221, 15 p.
- IVIE, W., 1969. North American spiders of the genus *Bathypantes* (Araneae, Linyphiidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 2364, 70 p.
- LEECH, R., 1972. A revision of the nearctic Amaurobiidae (Arachnida: Araneida). — *Mem. ent. Soc. Can.*, 84, 182 p.
- LEHMKUHL, D. M., 1980. Temporal and spatial changes in the Canadian insect fauna: Patterns and explanations. *The Prairies*. — *Can. Ent.*, 112: 1145-1159.
- LEVI, H. W., 1954. Spiders of the genus *Euryopis* from North and Central America (Araneae, Theridiidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 1666, 48 p.
- LEVI, H. W., 1955. The spider genera *Coressa* and *Achaearanea* in America north of Mexico (Araneae, Theridiidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 1718, 33 p.
- LEVI, H. W., 1957. The spider genera *Enoplognatha*, *Theridion* and *Paidisca* in America north of Mexico (Araneae, Theridiidae). — *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 112: 1-123.
- LEVI, H. W., 1971. The *diadematus* group of the orb-weaver genus *Araneus* north of Mexico (Araneae: Araneidae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 141: 131-179.
- LEVI, H. W., 1973. Small orb-weavers of the genus *Araneus* north of Mexico (Araneae: Araneidae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 145: 473-552.
- LEVI, H. W., 1974. The orb-weaver genera *Araniella* and *Nuctenea* (Araneae: Araneidae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 146: 291-316.
- LEVI, H. W., 1980. The orb-weaver genus *Mecynogea*, the subfamily Metinae and the genera *Pachygnatha*, *Glenognatha* and *Azilia* of the subfamily Tetragnathinae north of Mexico (Araneae: Araneidae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 149: 1-74.
- LEVI, H. W., 1981. The American orb-weaver genera *Dolichognatha* and *Tetragnatha* north of Mexico (Araneae: Araneidae, Tetragnathinae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 149: 271-318.
- MILLIDGE, A. F., 1981a. The erigonine spiders of North America. Part 3. The genus *Scotinotylus* Simon (Araneae: Linyphiidae). — *J. Arachnol.*, 9: 167-213.
- MILLIDGE, A. F., 1981b. A revision of the genus *Gonatium* (Araneae: Linyphiidae). — *Bull. Br. Arachnol. Soc.*, 5(6): 253-277.
- MILLIDGE, A. F., 1983. The erigonine spiders of North America. Part 6. The genus *Walckenaeria* Blackwall (Araneae, Linyphiidae). — *J. Arachnol.*, 11: 105-200.



- MILLIDGE, A. F., 1984. The erigonine spiders of North America. Part 7. Miscellaneous genera (Araneae, Linyphiidae). — *J. Arachnol.*, 12: 121-169.
- MILLIDGE, A. F., 1987. The erigonine spiders of North America. Part 8. The genus *Eperigone* Crosby and Bishop (Araneae, Linyphiidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 2885, 75 p.
- OPELL, B. D. & J. A. BEATTY, 1976. The nearctic Hahniidae (Arachnida: Araneae). — *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 147: 393-433.
- PAYNE, M. M., M. B. GROSVENOR, G. M. GROSVENOR & W. T. PEELE, 1975. National Geographic Atlas of the World. — National Geographic Society, Washington, D. C., 330 p.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1975a. A revision of the spider genera *Haplodrassus* and *Orodassus* (Araneae, Gnaphosidae) in North America. — *Am. Mus. Novit.*, no. 2583, 40 p.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1975b. A revision of the spider genus *Gnaphosa* (Araneae, Gnaphosidae) in America. — *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 155: 1-66.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1976. A revision of the spider genera *Rachodrassus*, *Sosticus* and *Scopodes* (Araneae, Gnaphosidae) in North America. — *Am. Mus. Novit.*, no. 2594, 33 p.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1977. A revision of the spider genera *Herpyllus* and *Scotophaeus* (Araneae, Gnaphosidae) in North America. — *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 159: 1-44.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1981. A revision of the spider genus *Sergiolus* (Araneae, Gnaphosidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 2717, 41 p.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1982. A revision of the American spiders of the genus *Drassyllus* (Araneae, Gnaphosidae). — *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 173: 1-97.
- PLATNICK, N. I. & M. V. SHADAB, 1988. A revision of the American spiders of the genus *Micaria* (Araneae, Gnaphosidae). — *Am. Mus. Novit.*, no. 2916, 64 p.
- SCUDDER, G. G. E., 1979. Present patterns in the flora and fauna of Canada. — Pages 87-179 in H. V. Danks (ed.). *Canada and its insect fauna*. *Mem. ent. Soc. Can.*, no. 108, 573 p.
- SHAY, C. T., 1984. The history of Manitoba's vegetation. — Chapter 5, pages 93-125 in J. T. Teller (ed.). *Natural Heritage of Manitoba: Legacy of the Ice Age*. Manitoba Museum of Man and Nature, Winnipeg, 208 p.
- WEST, R. C., C. D. DONDALE & R. A. RING, 1984. A revised checklist of the spiders (Araneae) of British Columbia. — *J. ent. Soc. B. C.*, 81: 80-90.
- WEST, R. C., C. D. DONDALE & R. A. RING, 1988. Additions to the revised checklist of the spiders (Araneae) of British Columbia. — *J. ent. Soc. B. C.*, 85: 77-86.



## Quelques nouveaux trichoptères indiens (Trichoptera)

Fernand SCHMID

Centre de la recherche biosystématique  
Agriculture Canada  
Ottawa (Ontario) K1A 0C6

### Résumé

Ce travail présente les descriptions de cinq espèces nouvelles de trichoptères indiens, appartenant à quatre genres, dont deux sont nouveaux, et se classent dans trois familles. *Ptilocolepus atiloma* sp. n. (Hydroptilidae), *Poeciloptila atyalpa* et *falcata* n. gen. et spp. n. (Glossosomatidae), *Gumaga amudita* sp. n. et *Asahaya asambaddha* gen. n. et sp. n. (Sericosomatidae). Quelques considérations générales sur les Protoptilinae et les Sericosomatidae sont aussi données.

### Abstract

This paper contains the descriptions of five new species of Indian Trichoptera, belonging to four genera, two of which are new, and belonging to three families. *Ptilocolepus atiloma* sp. n. (Hydroptilidae), *Poeciloptila atyalpa* and *falcata* gen. n. and spp. n. (Glossosomatidae), *Gumaga amudita* sp. n. and *Asahaya asambaddha* gen. n. and sp. n. (Sericosomatidae). A few general remarks are also given on the Protoptilinae and Sericosomatidae.

### Introduction

Ce travail présente la description de cinq nouvelles espèces de trichoptères de l'Inde, appartenant à quatre genres dont deux sont nouveaux. Ces genres ne sont pas apparentés entre eux et se classent dans trois familles différentes, *Ptilocolepus* (Hydroptilidae) et *Poeciloptila* (Glossosomatidae) étant des Annulipalpes, et *Gumaga* et *Asahaya* (Sericosomatidae) des Integripalpes. Suivent également quelques remarques sur la primitivité des Protoptilinae orientaux et la présence de vrais Sericosomatidae dans la région océanienne.

Le matériel étudié ici a été capturé en Inde par l'auteur. Dans les descriptions spécifiques, seul l'holotype ♂ et s'il y a lieu l'allotype ♀ sont désignés, mais il est sous-entendu que tous les spécimens étudiés sont considérés comme paratypes. Ce matériel est déposé dans la Collection Nationale Canadienne (CNC) des Insectes, à Ottawa.

### *PTILOCOLEPUS ATILOMA* SP. N.

Corps brun roux, à abondante pilosité noirâtre. Pattes brunes, avec le fémur antérieur et les trois premiers articles des tarsi médians blanc argenté. Ailes antérieures noirâtres, recouvertes d'une très abondante pilosité hérissée. Il y a deux aires où la membrane a un éclat bleu métallique assez vif et sur lesquelles la pilosité est clairsemée; l'une s'étend sur toute la base de l'aile; l'autre forme une large bande transversale sur l'anastomose et chez certains spécimens, mais non tous, elle se prolonge en croissant le long du bord postérieur.

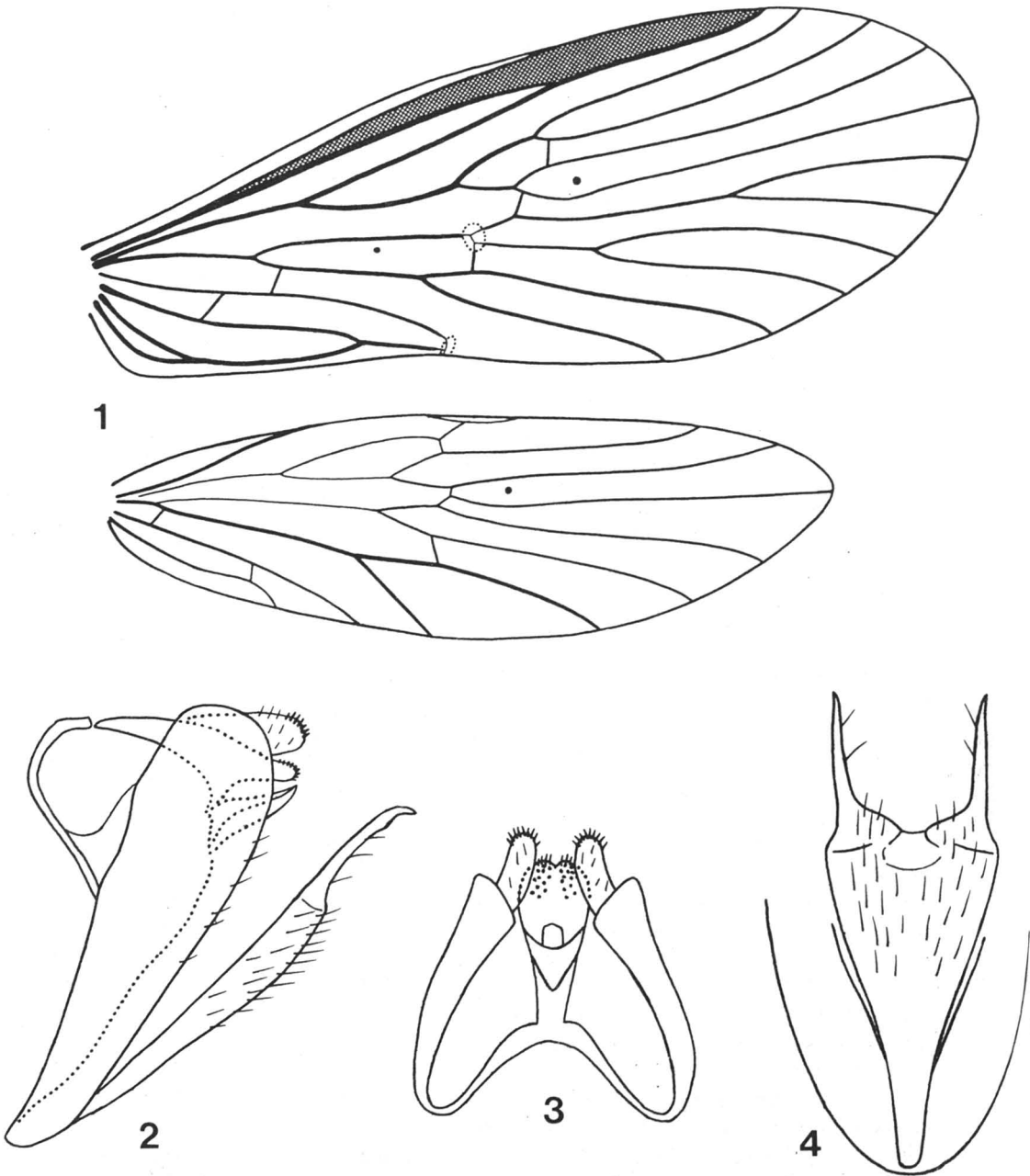
Nervulation (fig. 1). Fort semblable à celle de *P. granulatus* Pictet, mais, aux ailes antérieures, SR se détache plus tardivement de R1 et la cellule discoïdale est plus petite.

Génitalia mâle (fig. 2-4). Peu différents de ceux des espèces européennes. Le IX<sup>e</sup> segment est nettement plus court. Appareil phallique en position plus élevée et immédiatement en-dessous

des appendices intermédiaires. Appendices inférieurs apparaissant très grêles en vue latérale. Second article non bifide, mais en ergot simple et grêle; il est intimement fusionné au premier article et la suture est à peine visible. Génitalia femelle en ovipositeur assez long.

Envergure ♂ ♀ : 5,5-8 mm.

Holotype ♂ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Mawpran, 4-7-II-1961. Allotype ♀ : *Ibid.*, Tarangblang, 27-XII-1959 (CNC 21234).



Figures 1-4. *Ptilocolepus atiloma*. — Fig. 1, nervulation; 2, génitalia ♂, de profil; 3, idem, de dessus; 4, appendices inférieurs, de face.

*P. atiloma* (sanskrit, très velu) m'est connu du Kameng, où je l'ai capturé au filet en mars et mai, près de ruisselets graveleux situés vers 400 m d'altitude. Par contre, il paraît nettement plus répandu dans les Khasi Hills où je l'ai rencontré de décembre à mars, entre 100 et 1300 m, près de gîtes hygropétriques, ruisselets et petits torrents, et occasionnellement près de gros ruisseaux calmes, toujours au filet.

La découverte d'un *Ptilocolepus* en Assam est très inattendue, car ce genre n'avait encore jamais été signalé hors de la région européenne, dont il semblait être un des éléments faunistiques typiques, comme les *Rhyacophila* du groupe *vulgaris*. Il est étonnant qu'en dépit de son grand isolement géographique, *P. atiloma* soit si étroitement semblable aux espèces européennes (Malicky, 1983, p. 29). Il s'en distingue principalement par les aires métalliques des ailes antérieures, chose très rare parmi les trichoptères. L'aire du genre apparaît fortement discontinue, car aucun *Ptilocolepus* ne semble peupler l'Himalaya central, ni l'Indou-Kouch. Ce cas de répartition est certainement à rapprocher de celui de *Larcasia Navas*.

### Protoptilinae orientales

Les Protoptilinae sont une grande sous-famille largement représentée à travers les trois Amériques. En Asie, leurs effectifs sont fort pauvres. Le genre sibérien et japonais *Uenotrichia* Tsuda (= *Padunia* Martynov) contient cinq espèces. Le genre népalais *Nepaloptila* Kimmins (1964) n'en comprend qu'une. Le présent travail fait connaître un second genre indien. *Poeciloptila*, avec deux espèces nouvelles. Un certain nombre de ♀♀ isolées non identifiables, signalées ci-après, appartiennent à deux ou trois autres espèces non nommées, une seule paraissant entrer dans le genre *Nepaloptila*.

Les genres *Uenotrichia*, *Nepaloptila*, et *Poeciloptila* ne paraissent pas spécialement apparentés et aucune spécialisation commune ne permet ni de les grouper entre eux, ni de les rattacher à quelque genre américain.

Dans un récent travail (Schmid, 1989, p. 110, fig. 252), j'ai démontré qu'un bon nombre de lignées primitives, monticoles, rhéophiles et sténothermes froides peuplant la région néarctique sont issues de dispersions secondaires d'origine orientale, probablement cénozoïques, car leurs

espèces les plus primitives et les plus nombreuses sont actuellement localisées dans la région orientale. Qu'en est-il des Protoptilinae? Si l'on considère le nombre de leurs espèces, la situation est radicalement inverse de celles des lignées néarctiques mentionnées plus haut. Actuellement, trois espèces seulement sont connues du sud de l'Asie, alors que le nombre des genres et des espèces américains est très grand, la sous-famille étant très largement répartie à travers les Amériques néarctique et néotropicale. Qu'en est-il de la primitivité relative des deux genres orientaux par rapport aux lignées américaines? Ceux-là présentent un caractère primitif absent chez les genres américains, la F5 des ailes antérieures est constamment présente. Le genre *Nepaloptila* est incontestablement le plus primitif par la présence des cinq fourches aux ailes antérieures et par la largeur de ces ailes au niveau du ptérostigma, ces dernières toutefois étant pointues. Cependant, à l'autre extrémité de l'immense aire de répartition de la sous-famille, au Chili, le genre *Tolhuaca* (Schmid, 1964, p. 336, fig. 2d nec c) montre des caractères alaires plus primitifs que ceux de *Nepaloptila*, toutes les fourches des ailes antérieures étant également présentes et les deux ailes étant aussi larges et arrondies que celles des Glossosomatinae. Toutefois, les génitalia du mâle de *Tolhuaca* sont réduits à l'extrême, c'est-à-dire beaucoup plus spécialisés que ceux de *Nepaloptila*. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est donc impossible de déterminer de quel continent sont originaires les Protoptilinae. Beaucoup d'entre eux ne sont d'ailleurs pas des sténothermes froids.

### NEPALOPTILA KIMMINS

Une grande série de spécimens de Sangti, en Kameng, 12-IV-1961, capturés au filet et à la lumière, sont tous des ♀♀. Il n'est donc pas possible de les déterminer spécifiquement. Leur nervulation correspond bien aux figures que Kimmins (1964, p. 38, fig. 5) a données de *N. coei*, avec toutes les fourches présentes aux ailes antérieures et Cu1b longue (fig. 7).

Une autre grande série d'insectes, également du Kameng, Bhairabkunda, 3-4, 7, 8-III-1961, sont tous aussi des ♀♀ et une ♀ isolée du Sikkim, Naya Bazar, 28-III-1959, correspondraient également à *N. coei*, si ce n'est que la F4 des ailes antérieures est absente et en conséquence les ailes sont plus étroites au niveau du ptérostigma. En l'absence des génitalia du mâle,

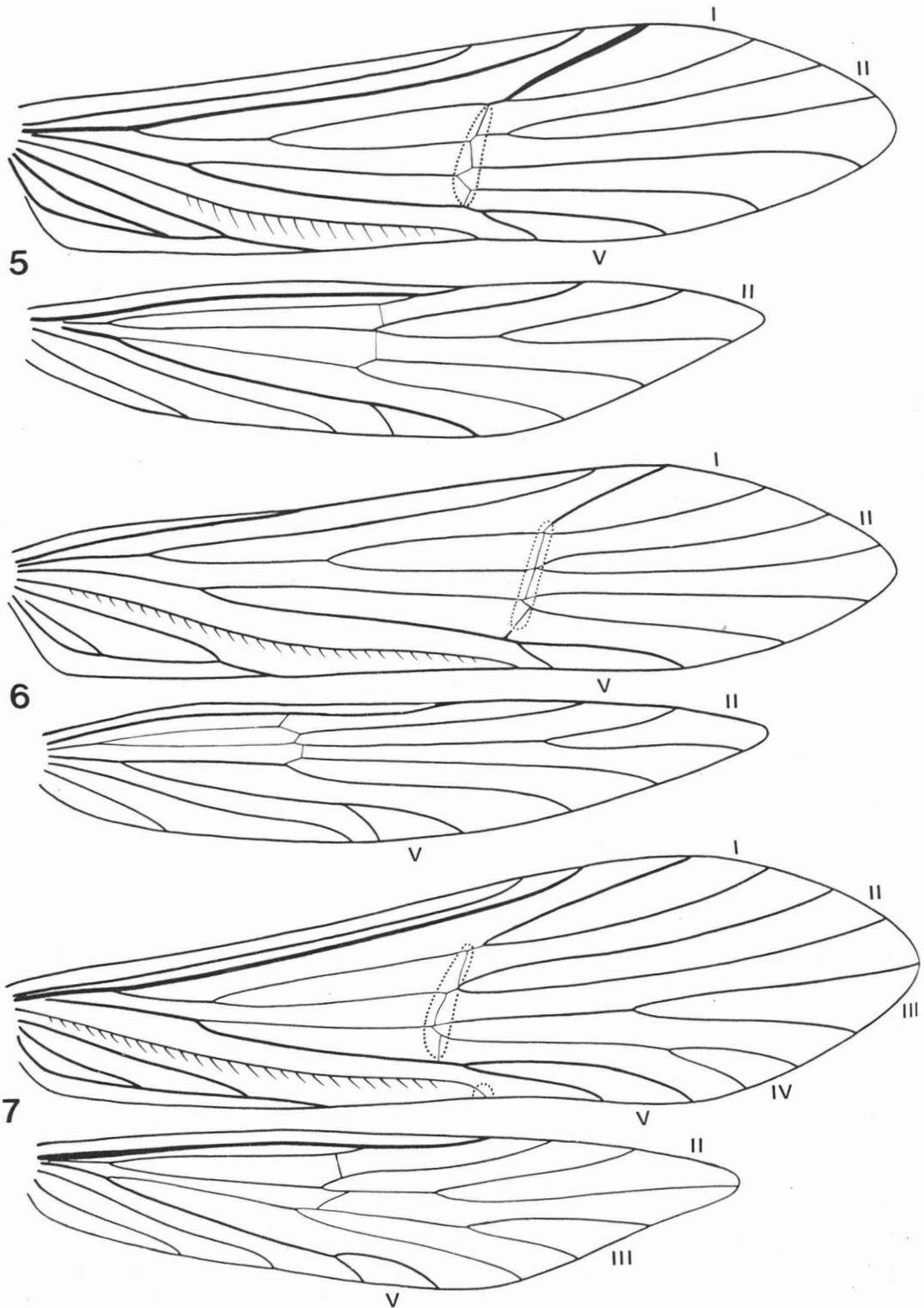


Figure 5. *Uenotrichia adelungi*, nervulation. — Figure 6. *Poeciloptila atyalpa*, nervulation. — Figure 7. *Nepaloptila* sp.? (spécimen de Sangti), nervulation.

il n'est pas possible de déterminer s'ils sont conspécifiques avec *N. coei*.

#### *POECILOPTILA* GEN. N.

Je réunis dans le même cadre générique deux espèces nouvelles qui sont très différentes l'une de l'autre par leurs forts caractères sexuels secondaires du mâle, de même que par la nervulation. Mais leurs génitalia présentent plusieurs caractères communs qui montrent que leur parenté est assez étroite.

Taille minuscule : longueur de l'aile antérieure 2 mm.

Ailes antérieures brun doré brillant et avec deux taches transversales blanches à l'apex de l'aire anale et sur l'anastomose.

Nervulation (fig. 6, 8-10). Aux ailes antérieures, Sc très courte et aboutissant précocement au bord de l'aile. F1, 2 et 5 seules présentes. Cu1b courte. Cellule thyridiale très longue et débutant peu après la naissance du SR. Aux ailes postérieures, F2 et 5 seules présentes. VI<sup>e</sup> sternite abdominal avec une courte et très fine pointe ventrale.

Génitalia mâle. IX<sup>e</sup> segment apparaissant triangulaire, vu de profil, fortement réduit ventralement où il est entièrement intégré aux appendices inférieurs; faces latérales avec une série linéaire de longues et fortes soies recouvrant les pièces génitales et fortement raccourcies sur les figures 11 et 13, afin de ne pas masquer l'arrière-plan. X<sup>e</sup> segment peu proéminent; faces latérales membraneuses, ce qui lui permet de basculer vers le bas. En-dessous du X<sup>e</sup> segment, se trouve une pièce paire, bifide, qui est en relation avec le mouvement de dépression. Appendices inférieurs petits et difficiles à séparer visuellement du IX<sup>e</sup>. Appareil phallique grand, de structure simple et avec quelques épines apicales ou préapicales. Cet appareil est pourvu d'une grande branche ventrale qui lui sert probablement de cran d'arrêt, empêchant un mouvement vers le bas; il y a également deux courts tendons latéraux.

Espèces-type : *Poeciloptila falcata* sp. n.

Le genre *Poeciloptila* est donc principalement défini par quelques caractères génitaliaiens, tels les faces membraneuses du X<sup>e</sup> segment permettant un mouvement de dépression et la présence d'une grande branche ventrale à l'appareil phallique. Il n'est pas spécialement apparenté à *Nepaloptila*.

#### *POECILOPTILA ATYALPA* SP. N.

Ailes antérieures sans dimorphisme sexuel. Aux antérieures, la cellule discoïdale est grande et sept à huit fois plus longue que large. Aux ailes postérieures, R1 est bien visible et aboutit précocement sur R2 + 3. SR et SM bifurquent au même niveau, avant le milieu de la longueur de l'aile, la première non pédonculée. R4 et R5 aboutissent chacun à un bord de l'aile, à des niveaux très différents (fig. 6).

Génitalia mâle (fig. 13). L'intervalle entre les VII<sup>e</sup> et VIII<sup>e</sup> tergites contient un gros granule impair, de couleur sombre, à moitié évaginable. IX<sup>e</sup> segment fortement raccourci, surtout ventralement. X<sup>e</sup> segment composé d'une plaque dorsale horizontale et de deux plaques latérales, verticales, articulées entre elles et pouvant basculer vers le bas. Faces latérales apicales du IX<sup>e</sup> segment formant une grande pièce, largement échancrée et bifide. Appendices inférieurs disparus ou intégrés au IX<sup>e</sup> segment et non visibles en temps que tels. Appareil phallique avec l'apex membraneux et pourvu de trois paires d'épines; branche ventrale non grêle, de forme irrégulière; tendons latéraux minuscules et non visibles de profil.

Longueur de l'aile antérieure : 2 mm.

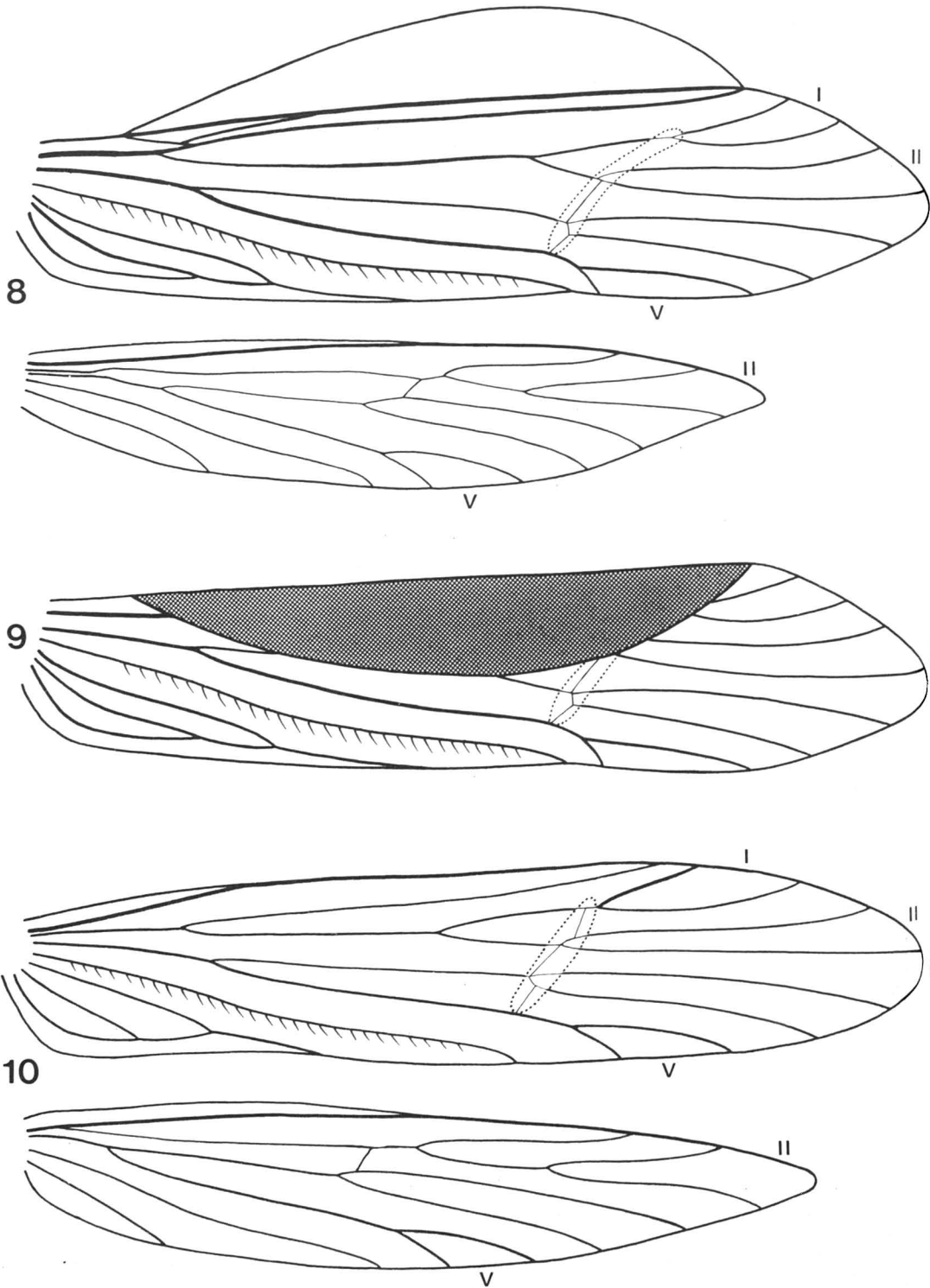
Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Barato, 24-IV-1960 (CNC 21236).

J'ai capturé *P. atyalpa* (sanskrit, très petit, très faible) près de la rivière *Myriang*, assez grande et belle rivière aux eaux vertes et turbides, au lit rocheux et algueux, formant des rapides et des endroits tranquilles et profonds, au filet, vers 900 m d'altitude.

#### *POECILOPTILA FALCATA* SP. N.

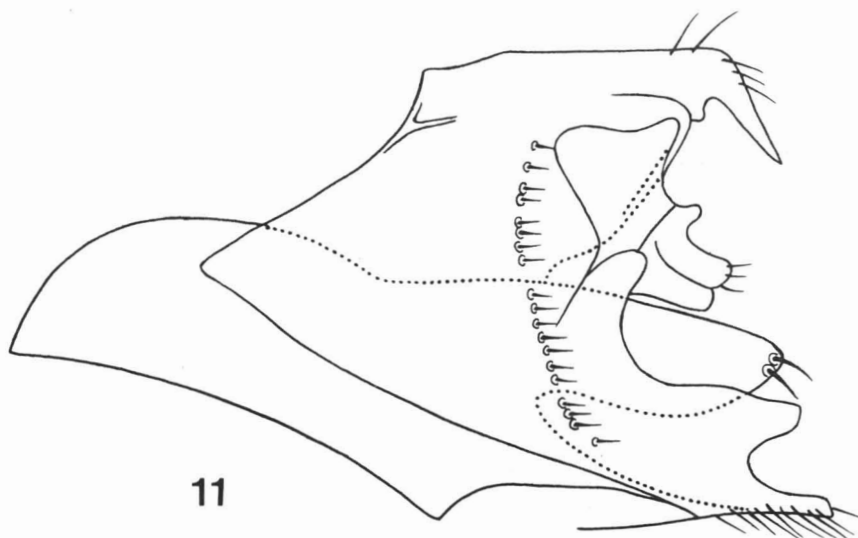
Ailes antérieures montrant un fort dimorphisme sexuel dans la forme, mais assez faible dans la nervulation. Chez le mâle, aire costale élargie en une très grande demi-ellipse, aussi large que la moitié de la largeur de l'aile et rabattue sur l'aile vers l'arrière. Mais ce grand repli ne protège nulle pilosité spécialisée. Ce caractère est très frappant et étrangement semblable à celui de *Melanotrichia chichupala* Schmid (1982, p. 15, fig. 26). Chez la femelle, les ailes ont la forme habituelle dans la sous-famille.

Nervulation (fig. 8-10). Chez le mâle, aux ailes antérieures, R1 étroitement accolée à C et

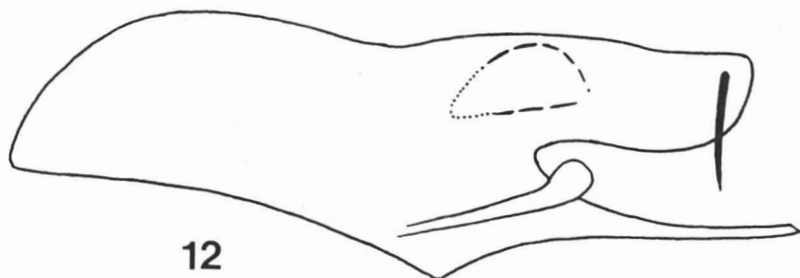


Figures 8-10. *Poeciloptila falcata*. — Fig. 8, nervulation du ♂, avec l'aire costale des ailes antérieures artificiellement soulevée; 9, idem, avec cette aire naturellement rabattue; 10, idem, nervulation de la ♀.

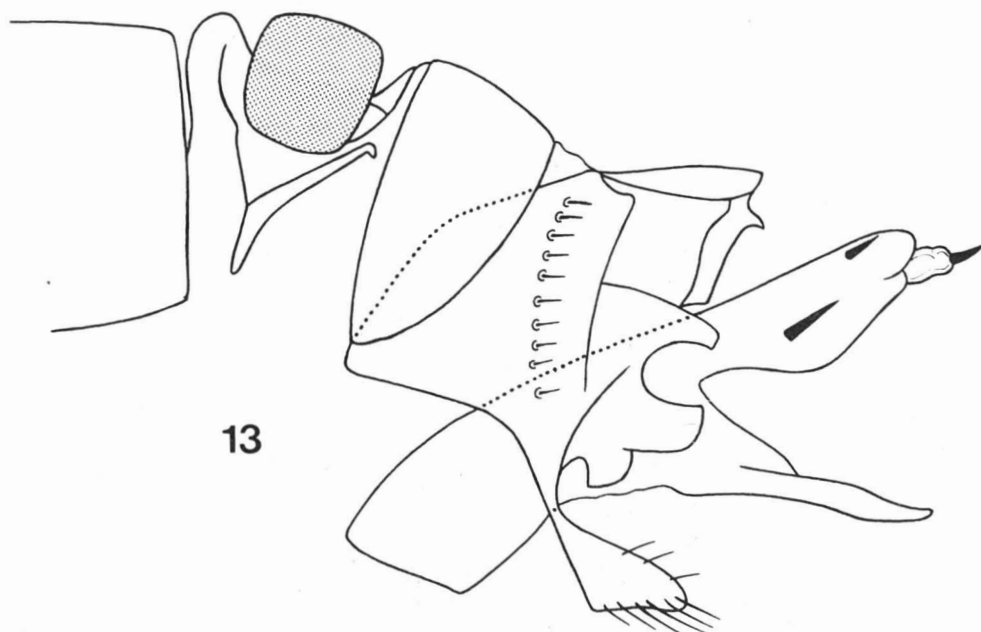




11



12



13

Figures 11-12. *Poeciloptila falcata*. — Fig. 11, génitalia ♂, de profil; 12, appareil phallique du même.  
— Figure 13. *Poeciloptila atyalpa*, génitalia ♂, de profil.

régulièrement parallèle à cette dernière sur toute sa longueur. Cellule discoïdale raccourcie, triangulaire et en situation relativement apicale. F1 pas élargie. Chez la femelle, cellule discoïdale quatre fois plus longue que large et en situation plus médiane. F1 large. Chez les deux sexes, aux ailes postérieures, R1 entièrement disparue. F2 et F5 seules présentes. SR pétiolée. R4 et R5 aboutissent chacun à un bord de l'aile, presque en face l'une de l'autre.

Génitalia mâle (fig. 11-12). IX<sup>e</sup> segment avec ses bords latéraux antérieurs formant un grand angle presque aigu. Bord dorsal apical du X<sup>e</sup> segment formant une forte pointe impaire, dirigée vers le bas, et pouvant basculer vers le bas dans la cavité génitale. Faces latérales apicales du IX<sup>e</sup> segment formant deux corpuscules accolés et de forme oblongue. Appendices inférieurs largement fusionnés au IX<sup>e</sup> segment et formant une grande concavité pour la déposition de l'appareil phallique; bords latéraux apicaux fortement échan-crés. Appareil phallique armé de deux épines apicales paires et symétriques, dirigées vers le bas; il contient un corpuscule interne de couleur claire; branche ventrale régulièrement très grêle et les deux tendons latéraux bien visibles.

Longueur de l'aile antérieure: 1,75-2 mm.

Holotype ♂ et allotype ♀: Inde, Assam, Manipour, Tipaimukh, 6-7-IX-1960 (CNC 21235).

*P. falcata* est unique dans la sous-famille par les caractères sexuels secondaires des ailes antérieures du mâle.

J'ai capturé cette espèce à la lumière près de la rivière *Barak* large de 50 m, aux rives boueuses, aux eaux abondantes, fortement turbides, calmes et lentes, vers 30 m d'altitude. Trois autres ♀ ♀ ont une nervulation semblable aux spécimens de Tipaimukh et pourraient appartenir aussi à *P. falcata*. Elles ont été capturées, également à la lumière, à Gauhati, le 26-IX-1960, au bord du *Brahmapoutra*, grand fleuve de 1 km de large environ, aux eaux tranquilles, turbides, rapides et sans doute profondes.

#### *GUMAGA AMUDITA* SP. N.

Corps, pattes et ailes antérieures densément recouverts de pilosité gris clair, spécialement abondante sur la tête et le thorax. Antennes jaunâtres. Scape petit et ne recouvrant pas le vertex. Palpes maxillaires du mâle très petits, uni-

articulés et avec un petit lobe interne non érectile. Nervulation sans particularité.

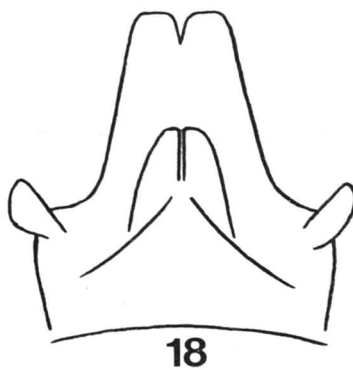
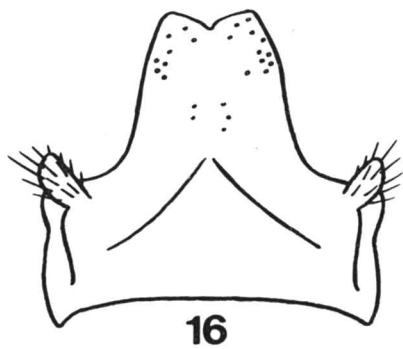
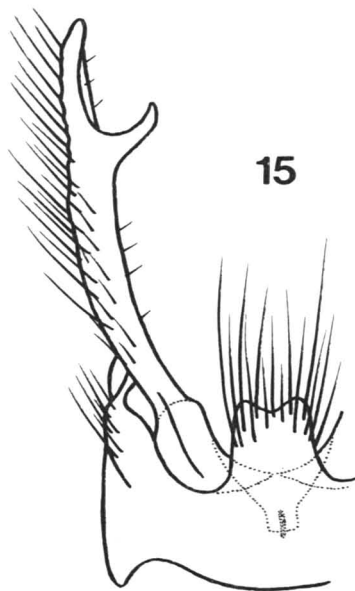
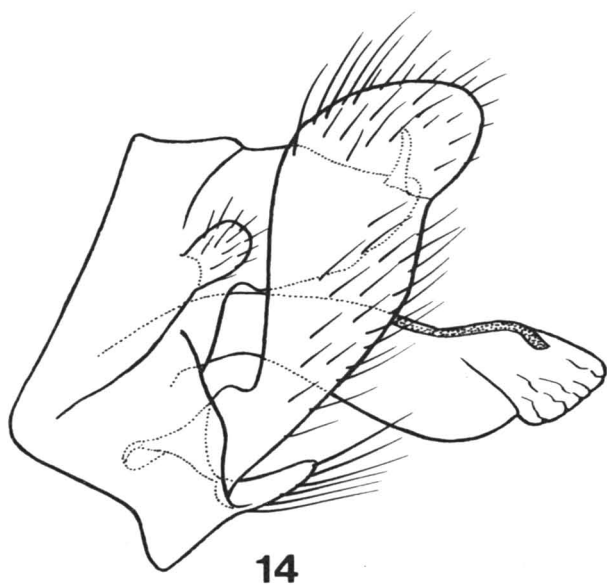
Génitalia mâle (fig. 14-17). Plaque ventrale apicale du IX<sup>e</sup> segment petite, à peu près aussi longue que large et avec une dépression apicale variable, mais légère. X<sup>e</sup> segment simple et apparaissant triangulaire, vu de profil; trapézoïdal vu de dessus, avec ses faces latérales un peu convexes et une échancrure apicale peu marquée; face dorsale régulièrement convexe et peu distincte du IX<sup>e</sup> segment. Appendices inférieurs grands, longs, de forme simple, arrondis et avec une légère échancrure subapicale postérieure; face interne avec une corne légèrement arquée et insérée non pas au bord de l'article, mais un peu à l'intérieur de l'échancrure sus-nommée. Édéage simple, avec son extrémité un peu érectile; partie dorsale apicale pourvue d'une bande sclérotisée, formant ressort et pouvant s'évagner, entraînant l'endothèque, un peu comme chez le genre *Apsilochorema*.

Envergure ♂ ♀: 13-19 mm.

Holotype ♂ et allotype ♀: Inde, Pauri Garhwal, Khumyara, 3-4-V-1958 (CNC 21237).

Cette espèce m'est connue d'une seule localité du Pauri Garhwal, où je l'ai capturée au filet au début et à la fin mai, vers 1400 m d'altitude, près de petits ruisseaux de jungle dense, coulant sur un lit moussu et détrempant des feuilles mortes et bordé de gîtes hygropétriques. Je l'ai également rencontrée assez communément au Sikkim en avril et mai, entre 700 et 1800 m, près de petits ruisseaux à forte végétation, toujours au filet, sauf une fois à la lumière. Quelques spécimens ♀ ♀ de l'État de Manipour semblent se classer ici.

L'identité de *G. amudita* (sanskrit, triste) n'est pas certaine. Elle se distingue de *Notidobia nigra* Mosely par sa coloration grise et la corne interne des appendices inférieurs située à l'intérieur du bord apical des appendices. Elle est encore plus voisine de *Gumaga okinawaensis* Tsuda. Mes spécimens indiens ne se distinguent d'une série d'insectes japonais provenant de Tobotoko 26-V-1953 (R. Ishikawa) que par leur taille plus grande, leur coloration moins foncée et le relief de la face dorsale du X<sup>e</sup> segment plus accusé (fig. 18). Je considère provisoirement mes insectes indiens comme distincts des autres, préférant risquer un synonyme plutôt qu'un homonyme. Mais il n'est pas exclus que *G. amudita*, *N. nigra* et *G. okinawaensis* soient la même espèce, de très large répartition et un peu variable



Figures 14-17. *Gumaga amudita*, génitalia ♂. — Fig. 14, de profil; 15, de dessous; 16, X<sup>e</sup> segment, de dessus; 17, apex de l'appareil phallique. — Figure 18, X<sup>e</sup> segment de *Gumaga okinawaensis*, de dessus.

géographiquement. Il va sans dire que la position marginale ou pré-marginale du *mesal hook* des appendices inférieurs est un caractère bien trop faible pour servir de base aux deux sous-genres de *Gumaga s. str.* et *Neogumaga* de Ross & Wallace (1974, p. 44), d'autant plus que ce caractère ne correspond pas à la répartition transpacifique des insectes.

#### ASAHAYA GEN. N.

Dimorphisme sexuel de la tête fortement accentué. Tête du mâle avec deux paires de tubercules seulement, les postérieurs internes étant en très grands ovales et les postérieurs externes très petits. Scape fortement agrandi et recouvrant le vertex sur toute la surface de ce dernier (fig. 20); il est massif, réniforme et simple; face interne formant une légère concavité contenant un petit organe évaginable mais non érectile, allongé et courtement cilié sur sa partie apicale postérieure (fig. 21). Deuxième article des antennes un peu plus long qu'épais et troisième article environ quatre fois plus long que le deuxième. Palpes maxillaires petits, uni-articulés, simples, boursofflés et recourbés vers le haut contre la face. Palpes labiaux grands, chaque article étant un peu plus long et plus grêle que le précédent.

Tête de la femelle avec le scape de la grandeur habituelle et avec les tubercules antérieurs présents et minuscules. Palpes maxillaires penta-articulés, très grands et velus.

Chez les deux sexes, les yeux sont très velus. Mésoscutum avec deux tubercules circulaires et minuscules. Éperons ♂ ♀ 1, 2, 2.

Ailes de forme, de nervulation et de coloration semblables chez les deux sexes; elles sont densément recouvertes de pilosité couchée, étroites, mais les antérieures sont obtuses à leur extrémité; les postérieures sont nettement plus étroites que les antérieures et effilées à leur extrémité.

Nervulation (fig. 19). Assez incomplète, avec les fourches 1, 2 et 3 présentes aux ailes antérieures, et 1 et 2 (ou 3 selon la façon d'interpréter la bifurcation de SR et de M) et 5 seulement aux ailes postérieures. Aux ailes antérieures, la nervulation ne montre guère d'autres particularités, sinon que la cellule discoïdale est relativement très petite. Aux ailes postérieures, elle est ouverte.

Génitalia mâle (fig. 23-25). VII<sup>e</sup> sternite avec une petite plaque rectangulaire. IX<sup>e</sup> segment très

allongé latéralement et sans plaque ventrale. Appendices préanaux en grands boutons proéminents. X<sup>e</sup> très long et de constitution complexe; composé d'une partie dorsale médiane, très longuement ogivale et de deux parties latérales inférieures, deux fois plus courtes, lancéolées et velues sur leur bord apical interne. Appendices inférieurs de forme très bizarrement contournée, avec leur moitié basale verticale, leur moitié apicale horizontale et terminée par un fort ergot; ventralement, les deux appendices inférieurs forment chacun un triangle grêle, fortement sétifère, largement distants l'un de l'autre. Appareil phallique de taille considérable et sans édéage ni paramères, réduit à la phallothèque et à une courte endothèque érectile. Génitalia femelle très peu proéminents et avec une grande écaille vulvaire sclérotisée et striée (fig. 22).

Espèce-type: *Asahaya asambaddha* sp. n.

À ce jour, le genre *Asahaya* (sanskrit, sans ami, ni compagnon) ne contient qu'une seule espèce dravidiennne. C'est un genre séricostomatide très typique et qui n'est voisin d'aucun autre. Il est impossible de dire s'il a une origine septentrionale ou si c'est un élément gondwanien égaré.

#### ASAHAYA ASAMBADDHA SP. N.

Il y a un dimorphisme sexuel dans la coloration de la tête. Chez le mâle, toute la tête et spécialement le scape sont jaune clair et comme décolorés. La pilosité y est très foncée et donc très visible, de même que le reste des antennes. Chez la femelle, la tête est du brun ordinaire, avec le vertex glabre et très brillant, comme poli.

Ailes antérieures brun foncé et uniformément parsemées sur toute leur surface de minuscules macules dorées très brillantes et bien visibles à l'œil nu. Ailes postérieures uniformément foncées. Pattes montrant le même dimorphisme sexuel dans la coloration que la tête; celles du mâle avec des segments décolorés comme le scape, celles de la femelle uniformément brunes.

Longueur de l'aile antérieure ♂ ♀ : 4,5-5,5 mm.

Pour les génitalia des deux sexes, voir les figures 22-25.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Kerala, Periyakanal, 16-XII-1958. (CNC 21238).

*A. asambaddha* (sanskrit, isolé) ne m'est connu que d'une seule localité, où je l'ai capturé

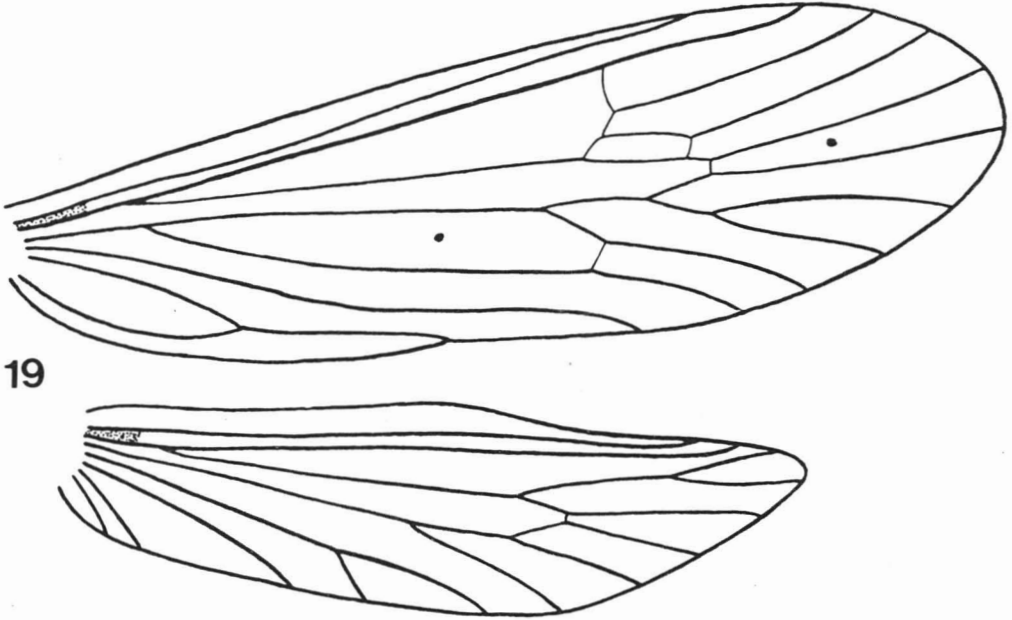
au filet, sur un terrain herbu et détrempé vers 1700 m d'altitude.

### *Sericostomatidae gondwaniens*

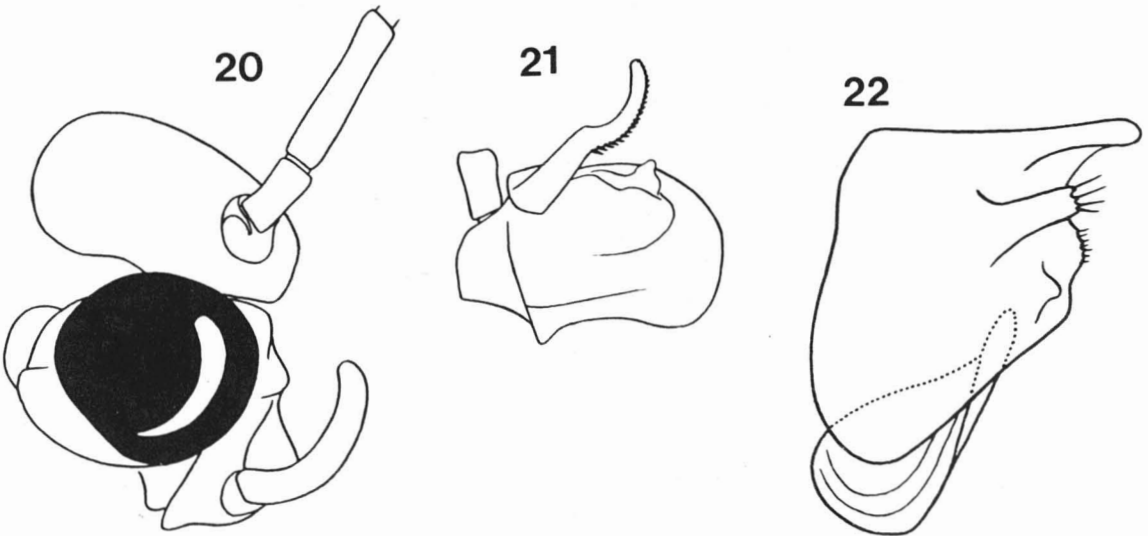
C'est en 1944 déjà que Ross éleva au rang familial les cinq sous-familles des vieux Sericostomatidae de McLachlan. Dans l'hémi-

sphère septentrional, où cette famille a une très vaste répartition continue, holarctique et orientale, son initiative a été adoptée immédiatement et sans difficulté par tous les auteurs.

Mais il n'en est pas de même dans l'hémisphère austral où l'aire des Sericostomatidae est aussi fortement discontinue que les surfaces con-



19

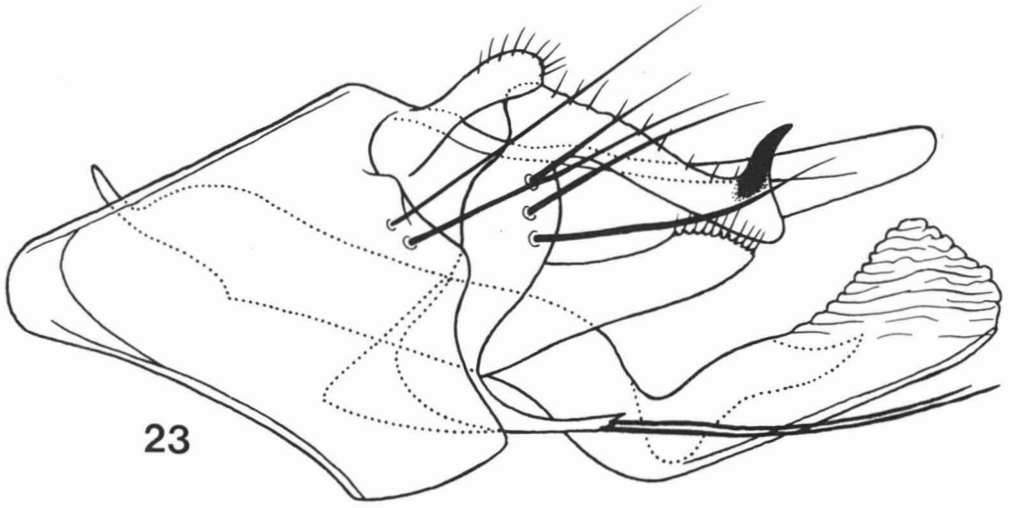


20

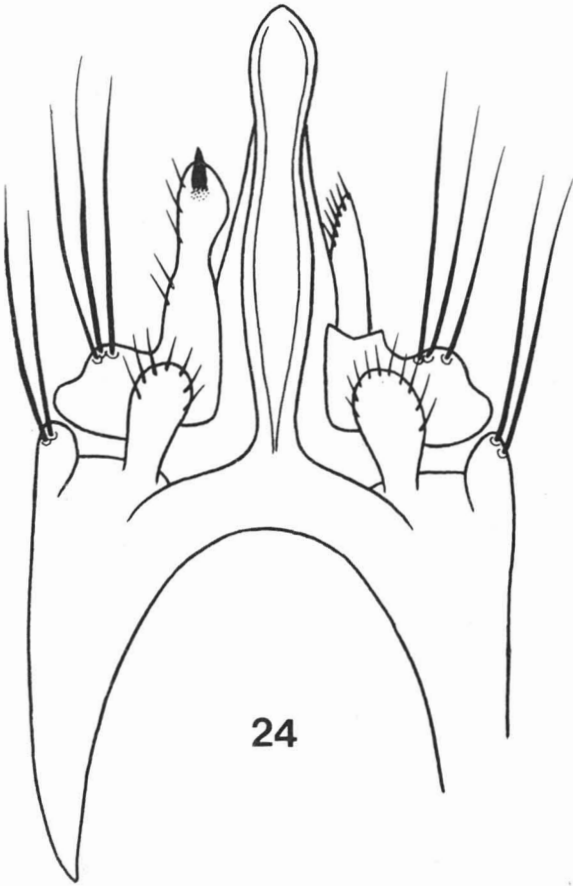
21

22

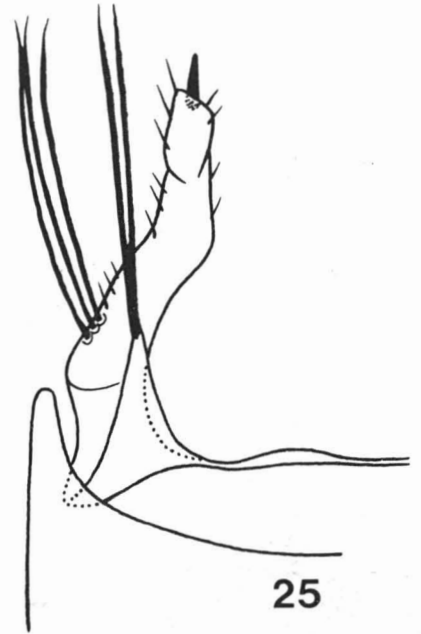
Figures 19-22. *Asahaya asambaddha*. — Fig. 19, nervation; 20, tête du ♂, de profil; 21, les deux premiers articles des antennes du ♂, vue interne; 22, génitalia ♀, de profil.



23



24



25

Figures 23-25. *Asahaya asambaddha*, génitalia ♂. — Fig. 23, de profil; 24, de dessus; 25, appendice inférieur, de dessous.

tinental: sud de la région néotropicale, Afrique australe et région océanienne. La composition des Sericostomatidae (*sensu* McLachlan) de ces trois régions différerait évidemment de celle des régions septentrionales. Ainsi, dans le sud de la région néotropicale, sur les douze genres connus, trois ont été déplacées dans deux familles distinctes, les Tasimiidae et les Kokiriidae. Les neuf autres sont restés dans la famille des Sericostomatidae, la majorité en étant des représentants très typiques. En Afrique du sud, sur les onze genres décrits, trois ont été déplacés dans les Goeridae et les Lepidostomatidae et trois autres élevés chacun au niveau familial. Les cinq autres sont de vrais Sericostomatidae.

Dans la région océanienne, la situation est plus confuse (Neboiss, 1986). Les vieux Sericostomatidae de McLachlan, Mosely, et Kimmins constituaient un vaste ensemble très divers, hétérogène et hétéroclite. Sur quarante genres décrits, six ont été déplacés dans les Goeridae, les Lepidostomatidae et les Helicopsychidae. Sept autres ont été groupés dans deux familles, les Tasimiidae et les Kokiriidae, qui ont chacun aussi des représentants dans la région néotropicale. Les vingt-sept autres ont été répartis dans non moins de cinq familles distinctes, exclusivement océaniques et sans parentées reconnues avec les autres. Considérant que les vrais Sericostomatidae ont des représentants dans les régions néotropicale et africaine et, comme le mentionne ce travail, dans l'Inde péninsulaire, il serait très étonnant qu'ils n'en aient pas aussi dans la région océanienne. Or, il se trouve que plusieurs genres tels *Castora* Mosely, *Lingora* Mosely, *Pycnocentria* McLachlan, *Pycnocentrodus* Tillyard et *Olinga* McLachlan montrent des caractères des

vrais Sericostomatidae, dans la nervulation et les génitalia, si je puis en juger par la littérature. Ces cinq genres sont actuellement compris, avec huit autres, dans la famille des Conoesucidae. Si ces treize genres formaient réellement une unité phylétique, il conviendrait de vérifier si cette dernière mérite bien un statut familial indépendant ou si elle entre dans le même cadre familial que le genre *Sericostoma*. Cette tâche ne pourra être effectuée que par une étude générale de la famille, en tenant compte des caractères taxonomiques de ses composants et non surtout de leur répartition géographique.

### Références

- KIMMINS, D. E., 1964. On the Trichoptera of Nepal. — Bull. Brit. Mus. (N. H.) Ent., 15 (2), p. 33-55.
- MALICKY, H., 1983. Atlas der Europäischen Köcherfliegen. — Junk Publisher, the Hague, Boston, London.
- NEBOISS, A., 1986. Atlas of Trichoptera of the SW Pacific-Australian Region. Series Entomologica 36. — Junk Publisher, Dordrecht, Boston, Lancaster, 286 p.
- ROSS, H. H., 1944. The caddis-flies, or Trichoptera, of Illinois. — Ill. nat. Hist. Surv., 23 (1), 326 p.
- ROSS, H. H. & J. B. WALLACE, 1974. The North American genera of the family Sericostomatidae. — J. Georgia ent. Soc., 9: 42-48.
- SCHMID, F., 1964. Contribution à l'étude des Trichoptères néotropicaux. — Tijdschr. Ent., 107: 307-339.
- SCHMID, F., 1982. La famille des Xiphocentronides. — Mém. Soc. ent. Can., 121: 1-127.
- SCHMID, F., 1989. Les Hydrobiosides. — Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. Ent., Suppl., 59: 1-154.





# Contributions to the rotifers of the Canadian High Arctic.

## 1. Monogonont rotifers from Little Cornwallis Island, Northwest Territories

W. H. DE SMET and J.M. BAFORT<sup>1</sup>

Laboratorium Plant — en Dierkundige Algemene Biologie  
Universiteit Antwerpen, RUCA  
Groenenborgerlaan 171, B-2020  
Antwerpen, Belgium

### Résumé

Quatre échantillons (trois de plancton, et un de mousses submergées) de la zone littorale ont été étudiés quant à la faune rotiférienne. Cinquante et un taxons furent rencontrés dont 49 ont été identifiés à l'espèce. La plupart des espèces sont cosmopolites; six espèces se rencontrent dans les zones arctiques, boréales et arctiques boréo-alpines. Trente-deux espèces sont nouvelles pour le Haut Arctique Canadien. Une nouvelle sous-espèce (*Keratella cochlearis polaris*) et une nouvelle forme (*Notholca latistyla* f. *ecauda*) sont décrites.

### Abstract

In this contribution three samples of plankton and one of submerged mosses from the littoral zone were studied for their rotifer content. Fifty one taxa have been identified, 49 of which to species level. The majority of the species are cosmopolitan; there are six species inhabiting the arctic, boreal and arctic boreo-alpine regions. Thirty-two species are new to the Canadian High Arctic. A new subspecies (*Keratella cochlearis polaris*) and form (*Notholca latistyla* f. *ecauda*) are described.

### Introduction

Information on the rotifer fauna of the Canadian High Arctic is scarce. McLaren (1964) collected *Keratella hiemalis* and *K. cochlearis* from Lake Hazen on Ellesmere Island (latitude 81°50'N). During their study of the production of zooplankton in Char Lake, Cornwallis Island (latitude 75°N), Rigler *et al.* (1974) only encountered *Keratella cochlearis*. Minns (1977) studied the limnology of Immerk, Fish and Loon Lake on Devon Island (latitude 75°N) and identified *Filinia* spp., *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* and *Polyarthra* spp. Chengalath & Koste (1989) studied samples from 38 ponds on Bathurst Island (latitude 75°43'N) and reported 21 species. Finally, Nogrady & Smol (1989) investigated the rotifer fauna from five high-arctic ponds on Cape

Herschel, Ellesmere Island (latitude 78°37'N) and listed 33 species.

One of us (J.M.B.) stayed on Little Cornwallis Island in August 1988 and sampled two lakes and a pond. The rotifers identified are listed below.

### Materials and methods

Little Cornwallis Island (75°35'N, 96°30'W) is a small island of the Canadian High Arctic, located between Bathurst and Cornwallis islands. It has a tundra climate with mean annual temperatures below freezing (−15°C to −18°C). The mean minimum and maximum temperatures for July are respectively 1.7°C and 7.2°C. The number of frost-free days varies from 30 to 40; mean annual precipitation ranges from 127 mm to 254 mm (Fletcher & Young, s.d.). Geobotanically speaking, the island belongs to the northeastern Canadian-northwestern

<sup>1</sup> Algemene Microbiologie, *idem*

Greenland subprovince of the arctic tundras (Aleksandrova, 1980).

Sampling of the littoral zone was carried out on 21 August 1988 at three stations. Plankton was collected by a horizontal haul with a plankton net of 40  $\mu$ m mesh width. Submerged moss was squeezed. Rotifers were fixed and preserved in 4% formalin.

#### List of samples:

- No. 1. Frustration Lake (75°25'43"N, 96°52'23"W). Used as freshwater source by the Polaris camp (2000 l·day<sup>-1</sup>), substrate sandy with gravel, aquatic vegetation scarce, arctic char present, water temperature 2°C, pH = 7.2, gusty at the moment of sampling, surface agitated by little waves. Plankton.
- No. 2. Garrow Lake (75°23'35"N, 96°48'50"W). Depth 17 m, substrate sandy-muddy rich in organic debris, inflow of mineral plant water, water temperature 3°C, pH = 8, gusty, surface agitated by little waves. Plankton.
- No. 3. Pond in tundra, 0.2 km SE from Garrow Lake. Substrate muddy with submerged mosses near shore, water temperature 2°C, pH = 6.9. Plankton.
- No. 4. Idem no. 3. Submerged moss.

#### Annotated list of rotifers

A list of the species found during this study is given below. "Forma" indicates a particular phenotype, without taxonomical significance. Nomenclature follows Koste (1978) with minor modifications. The abbreviations and numbers following the species name refer to the sample number, the abundance and the biogeography.

Abundance: r = individual specimens or rare; f = frequent, more than 5% of recorded rotifers; m = many, more than 20% of rotifers recorded; a = abundant, more than 50% of rotifers recorded; + = empty lorica.

Biogeography: Ar = arctic; Al = alpine; B = boreal; C = cosmopolitan; L = limited and/or insufficiently known distribution.

Taxa and formae marked with an asterisk are new for the Canadian High Arctic.

#### BDELLOIDEA

Bdelloidea undeterm.: 1r, 2f, 3r, 4a.

#### MONOGONONTA

##### Brachionidae

- Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879): 1f, 2r, 3r. C.
- \* *Keratella cochlearis polaris* subsp. nov. (Pl. I, Fig. 1a-f): 1r, 2r, 3r. Ar.
- \* *K. testudo* f. *gossei* (Ahlstrom, 1943) (Pl. I, Fig. 8): 1r. C?
- K. quadrata* (O. F. Müller, 1786). 1+, 3r. C.
- \* *Notholca latistyla* (Olofsson, 1918) (Pl. II, Fig. 1a): 1r, 3r. Ar.
- \* *N. latistyla* f. *amreni* form. nov. (Pl. II, Fig. 1b): 1r, 2r. Ar.
- \* *N. latistyla* f. *ecauda* form. nov. (Pl. II, Fig. 1c-d): 1r, 2m, 3r. Ar.
- \* *N. laurentiae* Stemberger, 1976 (Pl. I, Fig. 6): 3r. B.
- N. squamula* (O. F. Müller, 1786) (Pl. I, Fig. 7): 1r, 2f, 4r. C.

##### Euchlanidae

- Euchlanis proxima* Myers, 1930 (Pl. II, Fig. 6a-b): 4r. C.

##### Mytilinidae

- \* *Lophocharis najas* Wulfert, 1942: 3r. L.
- Mytilina mucronata* (O. F. Müller, 1773): 3r, 4r. C.
- M. ventralis* (Ehrenberg, 1832): 3r, 4r. C.

##### Trichotriidae

- Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830) (Pl. I, Fig. 3): 3r, 4r. C.

##### Colurellidae

- \* *Colurella adriatica* Ehrenberg, 1831: 1r, 2r, 3r, 4r. C.
- \* *C. colurus* (Ehrenberg, 1830): 1r, 4r. C.
- \* *C. hindenburgi* Steinecke, 1917 (Pl. II, Fig. 4): 3r, 4r. C.
- C. uncinata* (O. F. Müller, 1773): 3r, 4r. C.
- \* *C. uncinata* f. *deflexa* (Ehrenberg, 1834): 3r. C.
- Lepadella acuminata* (Ehrenberg, 1834): 3r, 4r. C.
- \* *L. minuta* (Montet, 1918) (Pl. I, Fig. 4): 3r, 4r. C.
- L. ovalis* (O. F. Müller, 1786): 3r, 4r. C.
- L. patella* (O. F. Müller, 1786): 4r. C.
- \* *L. persimilis* De Ridder, 1961: 2r, 3r, 4r. C.
- \* *L. quadricarinata* (Stenroos, 1898): 3r, 4r. L.

*L. triptera* Ehrenberg, 1830 (Pl. I, Fig. 2): 3r, 4r. C.

#### Lecanidae

\* *Lecane piepelsi* De Smet, 1992 (Pl. I, Fig. 5): 4r. Ar.

*L. lunaris* (Ehrenberg, 1832): 3r, 4r. C.

*L. rotundata* (Olofsson, 1918) (Pl. II, Fig. 2): 3r, 4r. Ar, Al, B.

#### Proalidae

\* *Proales* cf. *globulifera* (Hauer, 1921): 1r. L.

#### Notommatidae

*Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1838): 3r, 4r. C.

\* *C. hoodi* (Gosse, 1896): 4r. C.

\* *C. intuta* (Myers, 1924): 4r. C.

\* *C. megalocephala* Glascott, 1893: 4r. L.

\* *C. physalis* Myers, 1924: 1r. L.

\* *C. rotunda* Wulfert, 1937 (Pl. II, Fig. 7a-c): 3r, 4r. L.

\* *C. sterea* (Gosse, 1887): 1r. C.

\* *C. ventripes* Dixon-Nuttall, 1901: 1r, 4r. C?

\* *C. ventripes* var. *angustior* Donner, 1949: 1r. C?

\* *Eosphora najas* Ehrenberg, 1830: 3r. C.

\* *Notommata cyrtopus* Gosse, 1886: 1r. C.

\* *N. glyphura* Wulfert, 1935: 3r. C?

*Resticula nyssa* Haring & Myers, 1924 (Pl. II, Fig. 8): 3r, 4r. L.

#### Trichocercidae

*Trichocerca cavia* (Gosse, 1886) (Pl. II, Fig. 3a-b): 3r, 4r. C.

\* *T. uncinata* (Voigt, 1902) (Pl. II, Fig. 9a-b): 3r, 4r. C.

#### Synchaetidae

*Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925: 2r, 3a. C.

*P. dolichoptera* f. *aptera* (Hood, 1895): 3r. C.

\* *Synchaeta lakowitziana* Lucks, 1930: 2f. Ar, Al, B.

#### Dicranophoridae

\* *Dicranophorus uncinatus* (Milne, 1886): 1r, 4r. C.

\* *Encentrum mustela* (Milne, 1885): 1r, 2r. C.

\* *Encentrum* cf. *incisum* Wulfert, 1936: 3r, 4r. L.

#### Flosculariidae

\* *Ptygura* sp.: 4r.

#### Collothecidae

\* *Collotheca* cf. *bulbosa* Berzins, 1951: 4r. L.

\* *C. ornata cornuta* (Dobie, 1849): 1r. C.

\* *Collotheca* sp.: 3r.

### Remarks on selected species

#### *EUCHLANIS PROXIMA* (Pl. II, Fig. 6a-b)

Two specimens of this rare species were found between submerged mosses. They were both characterized by their toes being twisted twice around their longitudinal axis. Arctic records from Ellesmere Island, N.W.T. by Nogrady & Smol (1989).

Dimensions: length 170  $\mu\text{m}$ , width 105  $\mu\text{m}$ , toes 52-55  $\mu\text{m}$ .

#### *KERATELLA COCHLEARIS POLARIS* subsp. nov. (Pl. I, Fig. 1a-f)

In the plankton from the littoral of Frustration Lake, Garrow Lake and the tundra pond we found a peculiar form that should be classified within the *robusta* series of *K. cochlearis* (Koste, 1978). The general shape of the lorica and the number and pattern of the dorsal facets are normal. It displays one median frontal facet and always at least one pair of nearly symmetrical carinal facets. The dorsal keel shows a definite kink to the right behind the anterocarinal facets. The lorica is ornamented with areoles. Caudal spine of varying length, stout and extending towards the ventral side; animals without caudal spine were not seen. The new "form" is different from the known types by its reduced anterior spines and the stout caudal spine. The reduction of the anterior spines is most pronounced for the antero-intermediates and antero-medians that might become knob-like or almost lacking. Antero-medians pointing inward and sometimes unequal in length. Insertion of the caudal spine broad. The caudal spine narrows more or less progressively with a more or less pronounced narrowing at the top. In very short-spined individuals the caudal spine is sometimes demarcated from the lorica by a shallow incision.

In the presence of the broad caudal spine it resembles *K. cochlearis nordica* described from the Siberian tundra by Kutikova (1978), and also the pantropical *K. cochlearis pachyacantha* Thomasson, 1980 and *Keratella cochlearis* ssp.n.? found by Nogrady (1980) in the Lac des Femmes, Québec, Canada. However, all of these subspecies have normally developed anterior

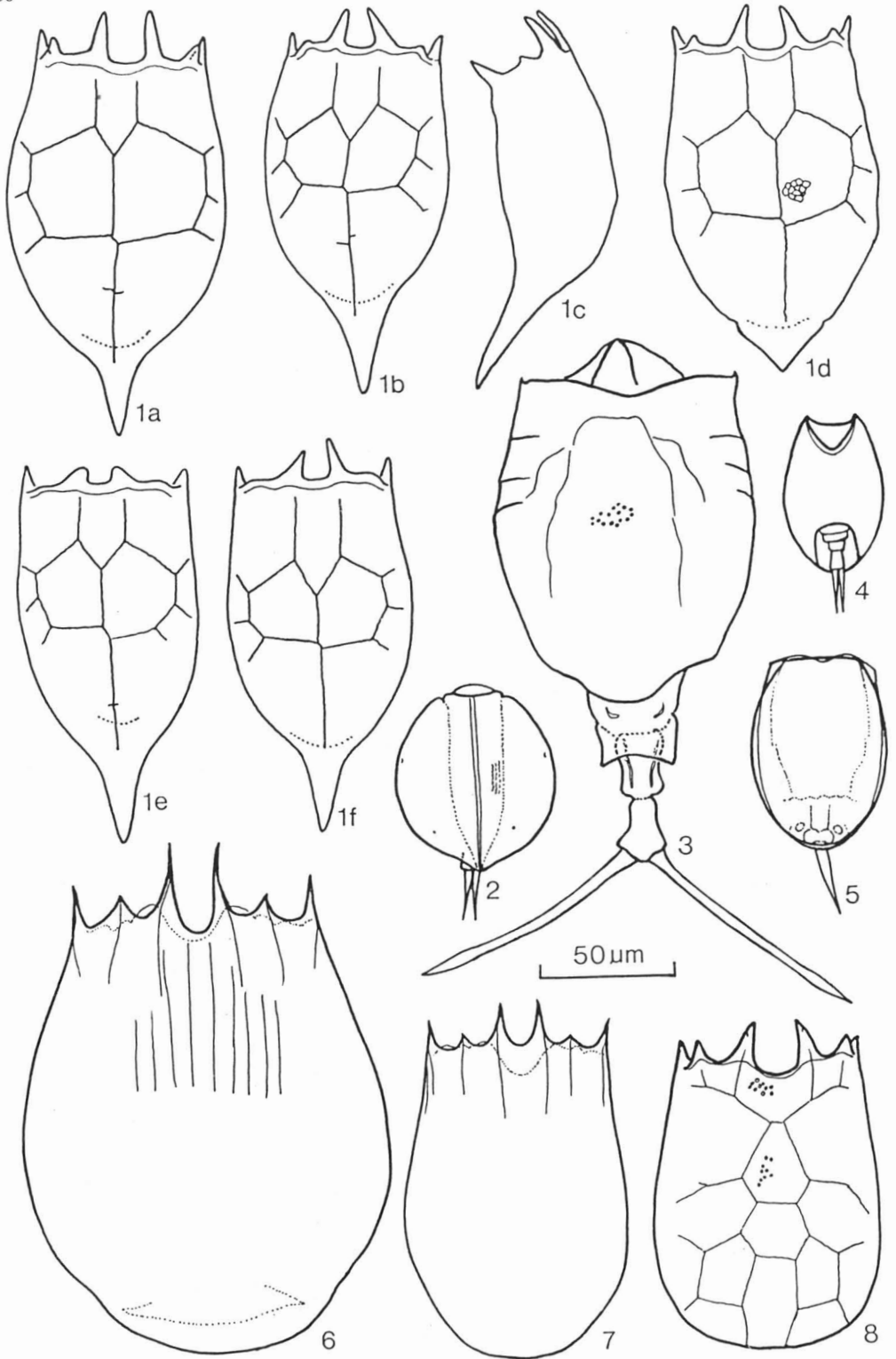


Plate I. — Figures 1a-f. *Keratella cochlearis polaris*. — Fig. 2. *Lepadella triptera*. — Fig. 3. *Trichotria tetractis*. — Fig. 4. *Lepadella minuta*. — Fig. 5. *Lecane piepelsi*. — Fig. 6. *Notholca laurentiae*. — Fig. 7. *Notholca squamula*. — Fig. 8. *Keratella testudo* f. *gossei*.

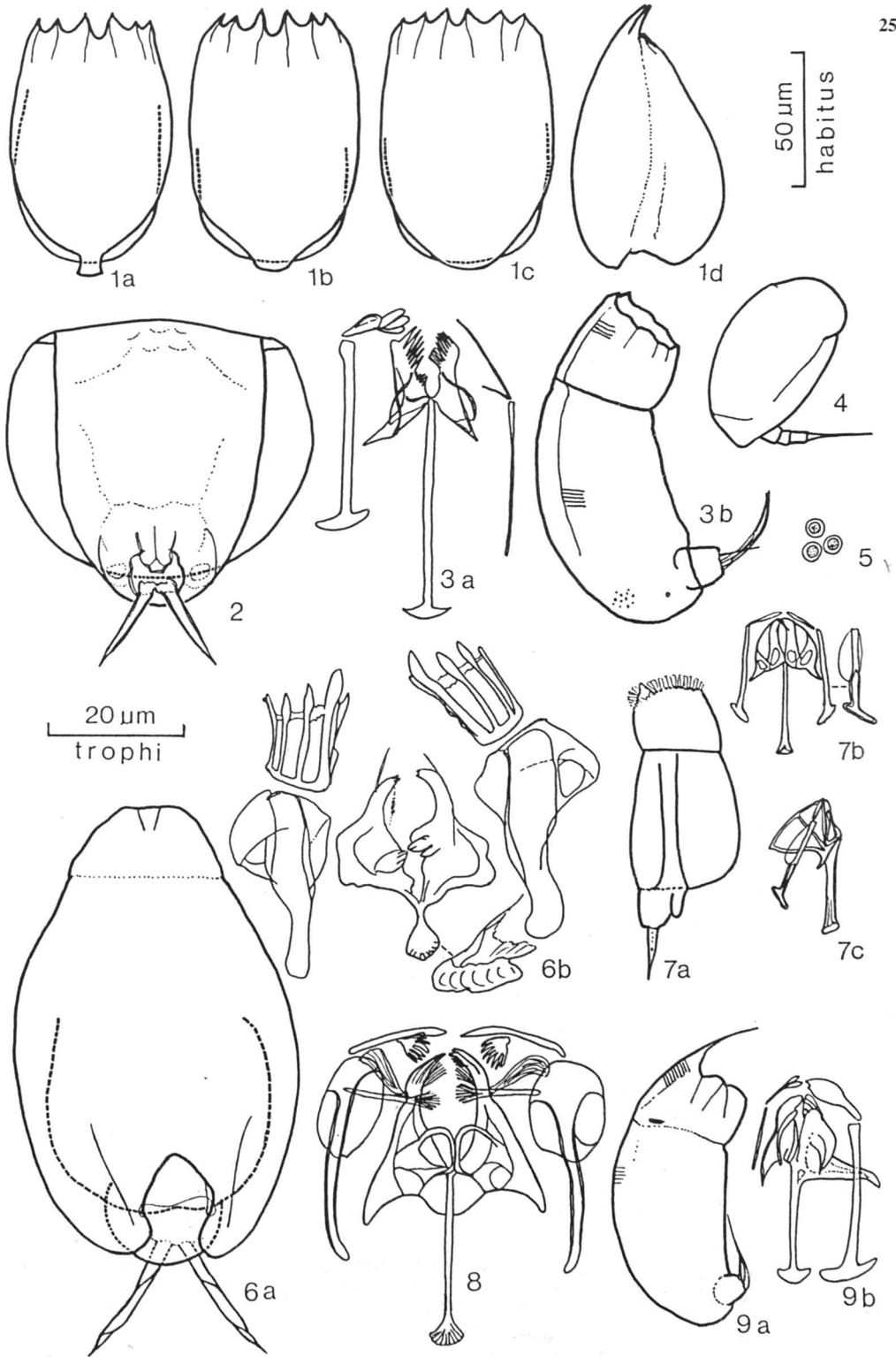


Plate II. — Figure 1a. *Notholca latistyla*. — Fig. 1b. *Notholca latistyla* f. *amreni*. — Fig. 1c-d. *Notholca latistyla* f. *ecauda*. — Fig. 2. *Lecane rotundata*. — Fig. 3a-b. *Trichocerca cavia*. — Fig. 4. *Colurella hindenburgi*. — Fig. 5. Parasites from *Ptygura* sp. — Fig. 6a-b. *Euchlanis proxima*. — Fig. 7a-c. *Cephalodella rotunda*. — Fig. 8. *Resticula nyssa*. — Fig. 9a-b. *Trichocerca uncinata*.

spines. *K. cochlearis nordica* has a straight unbroken keel and apparently much higher index for lorica length/lorica width; it is long-spined. *K. cochlearis pachyacantha* has a slimmer caudal spine which is straight and not bent ventrally, median facets inconspicuous. *Keratella cochlearis* ssp.n.? of Nogrady (1980) shows a much broader insertion of the caudal spine that narrows uniformly to a point.

Dimensions: total length 133-172  $\mu\text{m}$ , width 61-87  $\mu\text{m}$ , caudal spine 10-40  $\mu\text{m}$ , anterior spines 7-13  $\mu\text{m}$ , 1-9  $\mu\text{m}$ , 5-17  $\mu\text{m}$ .

We think this new "form" is sufficiently different from all others described so far, that it should be considered as a new subspecies. We call it *Keratella cochlearis polaris*, referring to the locality Polaris near Frustration Lake where we first discovered it.

Type locality: Frustration Lake, 75°25'43"N, 96°52'23"W.

Holotype: loricate female (Pl. I, Fig. 1b) mounted in glycerine. Paratype: a series of 20 animals mounted in glycerine. Holotype and paratypes deposited in the *Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, Brussel, Belgium (no. I. G. 27.807).

#### *KERATELLA TESTUDO* f. *GOSSEI* (Pl. I, Fig. 8)

This form was described by Ahlstrom (1943: 446, pl. 41, Fig. 8) sub *Keratella quadrata* var. *brevispina* f. *gosseii*, and correctly placed to *K. testudo* by Koste (1978).

Specimens seen smaller than usual, displaying short anterior spines. The lorica of the specimens from Little Cornwallis is 118-122  $\mu\text{m}$  long (inclusive anterior spines) and 77-82  $\mu\text{m}$  wide (155  $\mu\text{m}$  and 79  $\mu\text{m}$  respectively according to Ahlstrom, 1943). Length of antero-lateral spines 9-11  $\mu\text{m}$ , antero-intermediates 9-12  $\mu\text{m}$  and antero-medians 14-18  $\mu\text{m}$  (23-18-32  $\mu\text{m}$  according to Ahlstrom, 1943).

#### *LECANE PIEPELSI* (Pl. I, Fig. 5)

One individual of this presumably arctic species described from Barentsøya, Svalbard (De Smet, 1992) was found in submerged mosses from the tundra pool no. 4. We collected this species also in submerged mosses at three localities in the Truelove and Sparbo Hardy Lowlands, Devon Island, N.W.T. (De Smet *et al.*, unpubl. data).

Dimensions: dorsal plate length 68  $\mu\text{m}$ , ventral plate length 70  $\mu\text{m}$ , dorsal plate width 50  $\mu\text{m}$ , ventral plate width 46  $\mu\text{m}$ , toe 28  $\mu\text{m}$ .

#### *LECANE ROTUNDATA* (Pl. II, Fig. 2)

A species with an arctic boreo-alpine distribution. Arctic records from Spitsbergen, Svalbard (Olofsson, 1918), Bjørnøya, Svalbard (De Smet, 1988), Novaya Zemlya (Idelson, 1925), Bathurst Island, N.W.T. (Chengalath & Koste, 1989), Ellesmere Island, N.W.T. (Nogrady & Smol, 1989), Devon Island, N.W.T. (De Smet *et al.*, unpubl. data). Boreo-alpine records from Swedish Lapland (Pejler, 1962), the extreme north of Honshu and Hokkaido (Yamamoto, 1955; Koste, 1978, sub *L. latissima*) and from the High Atlas, Morocco (Coussement & Dumont, 1980, sub *L. cf. latissima*).

Dimensions: dorsal plate length 94-96  $\mu\text{m}$ , dorsal plate width 107-114  $\mu\text{m}$ , ventral plate length 104-112  $\mu\text{m}$ , ventral plate width 78-90  $\mu\text{m}$ , toe 35-37  $\mu\text{m}$ .

#### *NOTHOLCA LATISTYLA* (Pl. II, Fig. 1a-d)

This is a typically arctic species, described from Spitsbergen (Svalbard) by Olofsson (1918). Its presence there has been confirmed by Amrén (1964a, b). It is also known from Novaya Zemlya (Retowski, 1935), Bjørnøya (De Smet, 1988), Edgeøya (De Smet *et al.*, 1988), Hopen (De Smet, 1990), Barentsøya (De Smet, 1992) and Devon Island (De Smet *et al.*, unpubl. data). Depending on the variation in the shape of the short caudal appendage, three morphs can be distinguished. In some specimens (as in the type originally described by Olofsson, 1918) the appendage becomes terminally broader more or less and shows angular corners (Pl. II, Fig. 1a), whereas in others it more or less progressively decreases in width and displays rounded corners (Pl. II, Fig. 1b). In the samples no. 1, 2 and 3 we also found specimens without a caudal appendage (Pl. II, Fig. 1c-d). We call this new morph "f. *ecauda*"; it was rare in samples 1 and 3, but numerous in sample 2. The morph with rounded caudal appendage is called "f. *amreni*" after Amrén (1964b: p. 227, Fig. 32) who first illustrated it. There exist transitional series between f. *amreni* and f. *ecauda*; transitions between the nominate type and f. *amreni* have not been demonstrated so far. Nominate type and formae can be co-occurring. The nominate type is most fre-

quently recorded and reported from Svalbard [from Spitsbergen by Olofsson (1918) and Amrén (1964a), and by ourselves and co-workers from Barentsøya, Bjørnøya, Edgeøya and Hopen] and Devon Island, N.W.T. The f. *amreni* was hitherto only known from Spitsbergen (Amrén, 1964a) and Hopen (De Smet, 1990).

Dimensions:

- nominate type: total length 97-110  $\mu\text{m}$ , width 58-70  $\mu\text{m}$ , height 58  $\mu\text{m}$ , caudal appendage 6-8  $\mu\text{m}$ .
- f. *amreni*: total length 97-110  $\mu\text{m}$ , width 62-68  $\mu\text{m}$ , height 57  $\mu\text{m}$ , caudal appendage 3-6  $\mu\text{m}$ .
- f. *ecauda*: total length 95-102  $\mu\text{m}$ , width 66-70  $\mu\text{m}$ , height 58  $\mu\text{m}$ .

Type locality: Garrow Lake, 75°23'35" N, 96°48'50" W.

Holotype and paratype material of *Notholca latistyla* f. *ecauda*: a series of five loricate females mounted in glycerine and deposited in the Koninklijke Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, Belgium (no. I.G. 27.807).

*NOTHOLCA SQUAMULA* (Pl. I, Fig. 7)

The specimens seen had an elongated appearance.

Dimensions: length 122-152  $\mu\text{m}$ , width 83-100  $\mu\text{m}$ , antero-median spine 14-25  $\mu\text{m}$ .

*PTYGURA* sp.

Two small antennae. Mastax with five large and six to seven smaller uncinat teeth. Two specimens with unidentified endoparasites (Pl. II, Fig. 5).

*TRICHOCERCA CAVIA* (Pl. II, Fig. 3a-b)

The left uncus displays three blunt teeth and not one single tooth as given by Koste (1978).

Dimensions: length 120-135  $\mu\text{m}$ , toe 30-34  $\mu\text{m}$ , fulcrum 32  $\mu\text{m}$ , left manubrium 27  $\mu\text{m}$ , right manubrium 22  $\mu\text{m}$ , left uncus 11  $\mu\text{m}$ , right uncus 15  $\mu\text{m}$  & 4.5  $\mu\text{m}$ .

**General remarks**

Fifty-one taxa, two varieties and five forms have been recorded. The number of taxa present

in the samples is rather low and amounts to 10, 17 and 32 for the littoral plankton and 31 for the submerged moss sample. Species diversity (Shannon-Wiener) varies from 0.89 to 2.72 for the plankton; for the moss community it has a value of 2.69. One or two species are predominant in the collections: in sample 1, *Keratella cochlearis polaris* 84%; in sample 2, *Notholca latistyla* f. *ecauda* 26% and *K. cochlearis polaris* 35%; in sample 3, *Polyarthra dolichoptera* 91%; in sample 4, *Bdelloidea* 62%. Unidentified *Bdelloidea* were present in all samples; none of the monogononts was common to the four samples.

In comparison with the other animal taxa, the rotifer fauna can be considered rich in number of species and number of individuals, as can be seen from Table I.

The majority of the rotifer species from the plankton are known as littoral or benthic-periphytic. The number of true planktonic species is small: *Notholca latistyla*, *N. laurentiae*, *N. squamula*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis polaris*, *K. testudo*, *K. quadrata*, *Synchaeta lakowitziana* and *Polyarthra dolichoptera*.

Eggs were found in *Kellicottia longispina* (82  $\times$  42  $\mu\text{m}$ ), *Keratella cochlearis polaris* (67  $\times$  47  $\mu\text{m}$ ), *Polyarthra dolichoptera* (34  $\times$  29  $\mu\text{m}$ ) and *Collotheca* sp. (53  $\times$  32  $\mu\text{m}$ ).

Amrén (1964b) observed the production of resting eggs early in the season. This author and Nogrady & Smol (1989) also noticed the collapse of populations relatively early in the season (the third week of July with at least 3-4 weeks of ice-free conditions remaining) and speculate it could be a precaution against being caught in a sudden climatic disaster. According to Nogrady & Smol (1989) such an early population collapse seems to be an universal polar phenomenon. The presence of relatively high densities of egg-carrying females as late as 21 August on Little Cornwallis Island or 28 August on Barentsøya (latitude 78°30'N), Svalbard (De Smet, 1992) prove that our knowledge of rotifer dynamics in the arctic is still too rudimentary and many more investigations are required before general principles can be drawn.

Among the 49 taxa identified to species level there are 33 cosmopolitans and 9 with limited and/or insufficiently known distribution. Species characteristic of cold waters are *Notholca laurentiae*.

TABLE I

Number of species (*n*) and percentage composition (number of individuals) of the micrometazoans in the different samples

Sample number	1		2		3		4	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Microturbellaria	—	—	—	—	—	—	n.i.*	0.3
Gastrotricha	—	—	—	—	1	<0.1	2	0.4
Rotifera	17	90.5	10	62.9	31	93.1	33	76.8
Nematoda	n.i.	4.8	n.i.	32.8	n.i.	0.7	n.i.	9.0
Tardigrada	2	1.8	2	4.3	4	<0.1	9	10.5
Anostraca	—	—	—	—	1	0.3	—	—
Copepoda	1	2.9	—	—	—	—	—	—
Calanoida	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclopoida	—	—	—	—	1	4.4	3	0.9
Harpacticoida	—	—	—	—	1	<0.1	1	0.3
Nauplii	—	—	—	—	n.i.	1.0	—	—
Ostracoda	—	—	—	—	—	—	1	0.3
Chironomidae (larvae)	—	—	—	—	n.i.	0.4	n.i.	1.5
Total number of individuals	273		210		6,229		323	

\* n.i. = not identified.

*tiae* which is a cold-stenothermous form with boreal distribution, *Lecane rotundata* and *Synchaeta lakowitziana* that have an arctic boreo-alpine distribution, and *Notholca latistyla*, *Lecane piepelsi* and probably also *Keratella cochlearis polaris* which are restricted to the arctic.

### Conclusion

This study adds 32 taxa, 3 forms and 1 variety to the list of rotifers collected by McLaren (1964), Rigler *et al.* (1974), Minns (1977), Chengalath & Koste (1989) and Nogrady & Smol (1989), bringing the total number of species found in the Canadian High Arctic to 77. It is becoming increasingly evident that, although low in numbers of individuals, the arctic rotifer fauna is qualitatively less depauperate than one could be led to believe from the literature.

### Acknowledgements

The logistic support and accomodation provided by COMINCO and the help of Superintendent Marc Freberg is gratefully acknowledged. Special thanks to Mr Louis Dens, Managing Director of A.B.T. at Antwerp for the travel arrangements and his enthou-

siastic support. Mrs S. Pooters typed the manuscript and Dr D. K. Ferguson corrected the English text.

### References

- AHLSTROM, E. H. 1943. A revision of the rotatorian genus *Keratella* with descriptions of three new species and five new varieties. — Bull. Am. Mus. nat. Hist., 180: 411-457.
- ALEKSANDROVA, V. D., 1980. The Arctic and Antarctic: Their division into geobotanical areas. — Cambridge University Press, Cambridge, 247 p.
- AMRÉN, H., 1964a. Ecological studies of zooplankton populations in some ponds on Spitsbergen. — Zool. Bidr. Uppsala, 36: 161-191.
- AMRÉN, H., 1964b. Ecological and taxonomical studies on zooplankton from Spitsbergen. — Zool. Bidr. Uppsala, 36: 209-277.
- CHENGALATH, R. & W. KOSTE, 1989. Composition and distributional patterns in arctic rotifers. — Hydrobiologia, 186/187: 191-200.
- COUSSEMENT, M. & H. J. DUMONT, 1980. Some peculiar elements in the rotifer fauna in the atlantic Sahara and of the Atlas mountains. — Hydrobiologia, 73: 249-254.
- FLETCHER, R. J. & G. S. YOUNG, (s.d.). Climate of Arctic Canada in Maps. — Boreal Institute for



- Northern Studies, Edmonton, Alberta, Occ. Publ. no. 13.
- DE SMET, W. H., 1988. Rotifers from Bjørnøya (Svalbard), with the description of *Cephalodella evabroedi* n. sp. and *Synchaeta lakowitziana arctica* n. subsp. — Fauna norv., Ser. A, 9: 1-18.
- DE SMET, W. H., 1990. Notes on the monogonont rotifers from submerged mosses collected on Hopen (Svalbard). — Fauna norv., Ser. A, 11: 1-8.
- DE SMET, W. H., 1992. Report on rotifers from Barentsøya (Svalbard). — Fauna norv., Ser. A, 11: in press.
- DE SMET, W. H., E. A. VAN ROMPU & L. BEYENS, 1988. Contribution to the rotifers and aquatic Tardigrada of Edgeøya (Svalbard). — Fauna norv., Ser. A, 9: 19-30.
- IDELSON, M.S., 1925. Zur Erforschung der Rotatorienfauna der Sewässer auf Nowaja Zemlja. — Ber. Wiss. Meeresinst. Moskva, 12: 97-99.
- KOSTE, W., 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt. Monogononta. — Gebr. Borntraeger, 2. Aufl., I. Textband, 673 p. II. Tafelband, 234 Taf.
- KUTIKOVA, L. A., 1978. Rotatoria. — Pages 48-51 in M. B. Getzen (ed.). Flora i Fauna Vodoemov Europeiskovo Severa. Izdatelstvo Nauka Leningrad.
- McLAREN, I. A., 1964. Zooplankton of Lake Hazen and a nearby pond, with special reference to the copepod *Cyclops scutifer* Sars. — Can. J. Zool., 42: 613-629.
- MINNS, C. K., 1977. Limnology of some lakes on Truelove Lowland. — Pages 569-585 in L. C. Bliss (ed.). Truelove Lowland, Devon Island, Canada: A high arctic ecosystem. — University of Alberta Press, Edmonton, Alberta, 714 p.
- NOGRADY, T., 1980. Canadian rotifers II. Parc Mont Tremblant, Québec. — Hydrobiologia, 71: 35-46.
- NOGRADY, T. & J. P. SMOL, 1989. Rotifers from five high arctic ponds (Cape Herschel, Ellesmere Island, N.W.T.). — Hydrobiologia, 173: 231-242.
- OLOFSSON, O., 1918. Studien über die Süßwasserfauna Spitsbergens. — Zool. Bidr. Uppsala, 6: 183-646.
- PEJLER, B., 1962. On the taxonomy and ecology of benthic and periphytic Rotatoria. Investigations in northern Swedish Lapland. — Zool. Bidr. Uppsala, 33: 327-422.
- RETOWSKI, L.O., 1935. Süßwasserfauna von Nowaja Semlja und Frans-Joseph Land. — Trans. Arct. Inst. U.S.S.R., 14: 3-72.
- RIGLER, F. H., M. E. MacCALLUM & J. C. ROFF, 1974. Production of zooplankton in Char Lake. — J. Fish. Res. Bd Can., 31: 637-646.
- YAMAMOTO, K., 1955. A new rotifer (Order Ploima) from Japan. — Annotes zool. jap., 28: 33-34.



## Première mention de l'écrevisse *Cambarus robustus* Girard au Québec

J. DUBÉ

Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune  
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche  
6255, 13<sup>e</sup> Avenue, Montréal (Québec) H1X 3E6

et

J. PROVOST

Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune  
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche  
98, rue Lois, Hull (Québec) J8Y 3R7

### Résumé

L'écrevisse *Cambarus robustus* Girard a été récoltée dans la rivière du Lièvre à Notre-Dame-du-Laus, comté de Labelle (Québec). Il s'agit d'une première mention de cette espèce d'écrevisse au Québec.

### Abstract

*Cambarus robustus* Girard is now known to occur in the Rivière du Lièvre at Notre-Dame-du-Laus, Labelle County (Québec). It is the first record for this species of crayfish for Québec.

La présence de *Cambarus robustus* Girard au pied du barrage des Rapides des Cèdres dans un tributaire de la rivière des Outaouais, la rivière du Lièvre à 2 km en amont de Notre-Dame-du-Laus (46°06'05"N. et 75°38'45"O.), constitue à la fois une nouvelle mention pour le Québec et une extension d'aire importante pour cette espèce. Cet endroit se situe en effet, à 280 km à l'est de North Bay et à 200 km au nord-est de la région de Peterborough, en Ontario, les deux stations connues pour la capture de cette espèce qui se trouvent le plus près des lieux de nos récoltes.

Les 154 individus observés proviennent de pêches expérimentales réalisées en 1988 et 1989 (tableau I) dans le cadre de travaux portant sur le doré jaune (*Stizostedion vitreum* Mitchill). Ils mesuraient entre 13 et 52 mm de longueur au céphalothorax. Les engins de capture étaient installés entre 0,5 et 2,0 m de profondeur sur un

fond rocheux recouvert d'une épaisse couche de débris d'écorce de résineux, en eau calme et dans une zone de retour de courant ( $v = 1-2$  m/s) située en bordure d'un tronçon d'eaux rapides.

Les clefs d'identification de Crocker (1957) et de Crocker & Barr (1968), ainsi que la description fournie par Bell (1971) permettent de distinguer les deux espèces de *Cambarus* rencontrées jusqu'à maintenant au Québec. Outre les gonopodes du mâle de la forme I, mentionnons parmi les principaux caractères distinctifs, les épines latérales de la carapace [toujours absentes chez *C. bartoni* (Fabricius)] lorsqu'elles sont présentes chez *C. robustus*, la forme du rostre, la ponctuation de l'aréole et le nombre de rangées de tubercules sur la marge intérieure des pinces.

Le résultat de notre identification a été confirmé par le Dr K. Conlan du Musée canadien de la nature à Ottawa. Quatorze spécimens ont été

TABLEAU I

Données de capture de *Cambarus robustus* dans la rivière du Lièvre à Notre-Dame-du-Laus en 1988 et 1989

Date	Nombre d'adultes		Nombre de juvéniles		Nombre et type d'engins
	mâles	femelles	mâles	femelles	
27 avril 1988	1	3	–	–	3 filets maillants*
3 mai 1988	1	5	–	–	4 filets maillants* 1 filet-piège Alaska
10 mai 1989	66	57	7	14	2 filets-pièges Alaska

\* 30 m de longueur et mailles étirées de 7,6 cm.

déposés à ce musée (6 mâles, 6 femelles et 2 larves).

L'échantillon du 10 mai 1989 comprenait aussi 28 larves de 4,5 à 5,2 mm de longueur du céphalothorax, vraisemblablement libérées par une femelle porteuse lors de la préservation. Crocker (1957) rapporte la capture d'une femelle portant des larves le 28 avril 1950 dans l'état de New York.

Une forte proportion des adultes recueillis atteignaient une taille commercialisable. Nous avons d'ailleurs appris que depuis plus de 10 ans, le site fait l'objet de prélèvements importants mais sporadiques à des fins de consommation. L'invasion du site par *C. robustus* ne serait donc pas récente et un inventaire plus poussé révélerait probablement une répartition plus étendue. On ignore toutefois si sa présence à cet endroit résulte d'une extension d'aire naturelle ou d'une introduction par l'homme.

*C. robustus* est une écrevisse indigène de l'Amérique du Nord. Aux États-Unis, en plus d'avoir été rapportée dans neuf localités des états de New York et du Connecticut (Bell 1971; Crocker 1957, 1979), cette espèce est présente dans de larges portions des états de Pennsylvanie, Ohio, Michigan, Indiana, Virginie occidentale et Kentucky ainsi que dans certaines parties de la Virginie, du Tennessee et de la Caroline du Nord, dans la région limitrophe à ces trois états (Crocker, 1979). En outre, Creaser (1932: 336, Table I) indique sa présence en Illinois. L'aire de répartition de *C. robustus* au Canada se limite à l'Ontario où, à l'exception de quatre stations du district de Nipissing, les collections rapportées par Crocker & Barr (1968: 121, Fig. 82) sont toutes comprises dans un triangle circonscrit par

les lacs Huron, Érié et Ontario, soit de la baie Georgienne à la péninsule du Niagara. Crocker & Barr (1968) présentent la répartition complète en médaillon à la figure citée plus haut.

Selon Crocker (1957), dans l'état de New York, *C. robustus* est absent des petits cours d'eau de la partie supérieure des bassins versants où *C. bartoni* est commun, mais les deux espèces peuvent coexister dans des secteurs rapides de cours d'eau plus importants où elles hybrident parfois. À l'exception d'une femelle *Orconectes propinquus* (Girard) capturée le 27 avril 1988, tous les individus récoltés à Notre-Dame-du-Laus en 1988 et 1989 appartiennent à l'espèce *C. robustus*. C'est d'ailleurs la seule station connue pour la récolte d'écrevisses à la rivière du Lièvre.

Crocker (1957) mentionne que les exigences écologiques de *O. propinquus* et de *C. robustus* sont semblables dans l'état de New York et qu'on les rencontre souvent en association. Ce sont deux espèces rares en milieu montagneux comme en eau calme à fond mou. En Ontario, *C. robustus* habite les grandes rivières ou les cours d'eau rapides toujours sur fond rocheux (Crocker & Barr, 1968), ce qui correspond assez bien aux caractéristiques de la rivière du Lièvre au voisinage du lieu de nos captures.

Cette mention porte à cinq le nombre d'espèces d'écrevisse maintenant connues pour le Québec, c'est-à-dire *Orconectes propinquus*, *O. virilis* Hagen, *O. limosus* (Rafinesque), *Cambarus bartoni* et *C. robustus*. Le peu de données sur la répartition des écrevisses au Québec laissent probablement place à d'autres additions qui viendraient enrichir nos connaissances sur ces crustacés décapodes.

### Remerciements

Nous sommes reconnaissants envers le Dr Kathleen Conlan, du Musée canadien de la nature à Ottawa, pour avoir accepté de vérifier certains de nos spécimens. Nous désirons aussi remercier les membres de l'équipe technique du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec à Mont-Laurier, sans la vigilance desquels l'existence chez nous de *Cambarus robustus* n'aurait pu être établie.

### Références

- BELL, R. T., 1971. Handbook of the malacostroca of Vermont and neighboring regions (crayfish, sow-bogs and their relatives). — University of Vermont, Zoology Department, Burlington, 65 p.
- CREASER, E. P., 1932. The decapod crustaceans of Wisconsin. — Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett., 27: 321-338.
- CROCKER, D. W., 1957. The crayfishes of New York State (Decapoda, Astacidae). — Bull. N.Y. St. Mus. Sci. Serv., no. 355, 97 p.
- CROCKER, D. W., 1979. The crayfishes of New England. — Proc. biol. Soc. Wash., 92: 225-252.
- CROCKER, D. W. & D. W. BARR, 1968. — Handbook of the crayfishes of Ontario. — Misc. Pubs Life Sci. Div. R. Ont. Mus., 158 p.



## Première mention du *Cladium mariscoides* (Cyperaceae) pour le Bas-Saint-Laurent

Jean FAUBERT

Collège de Rimouski  
53, Saint-Germain Ouest  
Rimouski (Québec) G5L 4B4

### Résumé

Une mention de *Cladium mariscoides* (Cyperaceae) à Sainte-Blandine, comté de Rimouski, contribue à combler une lacune dans la répartition de cette espèce dans l'est du Québec, entre les deux localités connues de Beauceville et de Grande-Rivière.

### Abstract

A new locality, Sainte-Blandine, Rimouski County, is reported for *Cladium mariscoides* (Cyperaceae) in the Lower St Lawrence. This fills a gap in the species' distribution in eastern Québec, between two known localities, Beauceville and Grande-Rivière.

Le *Cladium mariscoides* (Muhl.) Torr., espèce de la plaine côtière atlantique selon certains (Rousseau, 1974) ou de milieu tempéré de l'Est de l'Amérique du Nord selon d'autres (Cayouette, 1976), présente des lacunes importantes dans sa répartition canadienne (Raymond, 1971). Au Québec, les populations de cette espèce sont concentrées dans le sud-ouest de la province. Par ailleurs, trois stations isolées sont connues plus à l'est: une à Beauceville, une aux Îlets-Jérémie, comté de Saguenay, et une dernière à Grande-Rivière en Gaspésie.

Nous rapportons la présence d'une colonie de cette Cypéracée dans le Bas Saint-Laurent, en position intermédiaire entre les stations extrêmes connues à ce jour.

Sainte-Blandine (Comté de Rimouski), abords de l'étang nommé «Lac du Méléze», 48° 18' 12"N., 68° 28' 36" O.; alt.: 165 m.; herbaçaille à scirpe formant le tapis flottant d'un fen riverain; 9 septembre 1989, Jean Faubert 787.

L'espèce dominante du fen est *Scirpus hudsonianus* (Michx.) Fern., dont les rhizomes entremêlés forment la plus grande masse superficielle du tapis flottant. Elle est accompagnée de *Sarracenia purpurea* L., de *Vaccinium oxycoccos* L. et de *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch arbustif. On retrouve une bande de *Myrica gale*

L. bordant le tapis flottant du côté de l'eau. C'est associé à cette bande que croît *Cladium mariscoides*.

Cette mention contribue à combler une lacune de 530 km pour l'Est du Québec au sud du St-Laurent, distance séparant la station de Beauceville et celle de Grande-Rivière. Elle vient aussi confirmer l'hypothèse de Cayouette (1976) sur l'existence d'autres jalons dans la répartition de l'espèce vers les limites de son aire.

Le comté de Rimouski est parsemé de dépressions d'origine glaciaire qui forment des lacs et des étangs. La plupart de ces cuvettes ont atteint un degré avancé d'eutrophisation et plusieurs sont bordées de fens riverains, fournissant de nombreux habitats propices à l'établissement de *C. mariscoides*. On retrouve aussi ce type de tourbières le long de nombreux cours d'eau. Des explorations répétées de ces milieux n'ont toutefois pas encore révélé d'autres colonies de cette Cypéracée. *Cladium mariscoides* demeure donc un taxon rare dans le comté de Rimouski, malgré l'abondance de tourbières, de rivages marécageux ou de grèves boueuses, qui sont des milieux propices à l'espèce (Rousseau, 1974).

À cet égard, il est intéressant de noter le rôle que pourraient jouer les oiseaux aquatiques migrateurs dans l'établissement sporadique de

cette plante. Il est connu que certaines espèces de canards se nourrissent de *C. mariscoides* (Fassett, 1957). D'ailleurs, Cayouette (1976) explique que «cette espèce est dotée d'un système de rhizomes puissant capable de la maintenir là où elle s'est une fois établie.» À la lumière des stations connues à ce jour au Québec, nous croyons que cette plante ne peut se maintenir que dans les régions égalant ou excédant 1,110 degrés-jours annuels de croissance, selon la compilation de Thibault (1985).

La flore du comté de Rimouski a été et est encore très étudiée (Scoggan, 1950; Zoladeski, 1984). Toutefois on constate que l'attention a porté plus sur les formations rocheuses et les marais salés du littoral de l'estuaire du Saint-Laurent que sur l'arrière-pays qui demeure, quant à lui, mal exploré. Ceci est particulièrement vrai des milieux lacustres dont la richesse floristique n'est pas bien réflétée par la littérature. Dans ces conditions, et en tenant compte de la rareté de la plante et de sa préférence pour des milieux plus difficilement accessibles, il est peu surprenant que le *C. mariscoides*, très discret par ailleurs, soit demeuré inconnu dans le comté jusqu'à ce jour.

L'inventaire floristique systématique des milieux humides et lacustres du Bas Saint-Laurent modifiera probablement beaucoup notre perception de la répartition de plusieurs espèces végétales du Québec.

Des spécimens sont déposés à l'herbier Louis-Marie (QFA) de l'Université Laval ainsi qu'à l'herbier de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR).

## Remerciements

Pour leurs conseils, je tiens à remercier Claude Roy de l'herbier Louis-Marie, Christian Grenier du Laboratoire de pathologie animale du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec à Rimouski et Luc Sirois de l'Université du Québec à Rimouski, qui a de plus aimablement authentifié mes récoltes. Les suggestions de deux évaluateurs anonymes ont permis d'améliorer une première version de cette note. Je les en remercie.

## Références

- CAYOUILLE, R., 1976. Études sur la flore du Saguenay. VII. Présence du *Cladium mariscoides* (Muhl.) Torr. au Saguenay. — *Naturaliste can.*, 103:587-588.
- FASSETT, N. C., 1957. A manual of aquatic plants. With Revision Appendix by E. C. Ogden. — The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, 405 p.
- RAYMOND, M., 1971. Distribution canadienne du *Cladium mariscoides* (Muhl.) Torr. — *Naturaliste can.*, 98:735-737.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.
- SCOGGAN, H. J., 1950. The flora of Bic and the Gaspé Peninsula, Québec. — *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 115 (Biol. Ser. no. 39), 399 p.
- THIBAUT, M., 1985. Les régions écologiques du Québec méridional, deuxième approximation. — Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.
- ZOLADESKI, C. A. 1984. Étude phyto-écologique du Cap Enragé, parc du Bic, Québec. — Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 129 p.

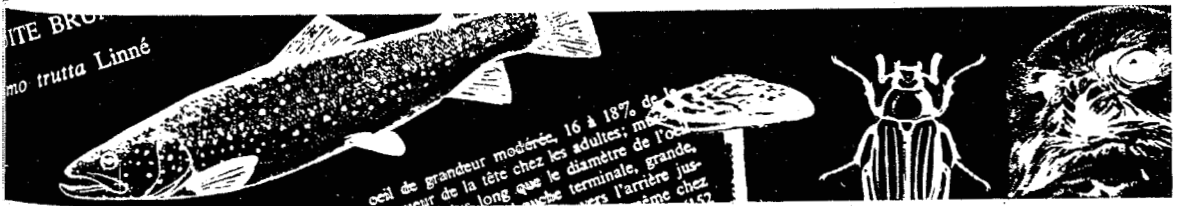


# LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 117  
1990





## TABLE DES MATIÈRES DU VOLUME 117 (1990)

### Numéro 1

ARSENEAULT, Dominique & Luc SIROIS Forme et croissance de l'épinette noire [ <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP] avant-feu et après-feu en toundra forestière (Québec subarctique) .....	1-7
ALBANESE, Paul & John MIDDLETON Woody vegetation in a power right-of-way in Short Hills Provincial Park, Ontario.....	9-12
MERCIER, S., C. GERVAIS & M. M. GRANDTNER Les chromosomes B de <i>Claytonia caroliniana</i> Michx en forêt naturelle et dans deux emprises électriques .....	13-17
PRÉVOST, Marcel, Jean STEIN & André P. PLAMONDON Soil water tension in a forest tree nursery: Comparison of three types of sensors .....	19-24
REEVES, Randall & Edward MITCHELL Bowhead whales in Hudson Bay, Hudson Strait and Fox Basin: A review .....	25-43
COMMUNICATION BRÈVE	
DIGNARD, Normand Précisions sur la répartition d' <i>Adlumia fungosa</i> (Ait.) Greene dans le centre et l'est du Québec .....	45-47
REVUE DES LIVRES	
Bonn, F. Remote sensing of soils and vegetation in the U.S.S.R. (P. J. Curran <i>et al.</i> , 1990) .....	49-50
Bovet, J. Studying animal behavior: Autobiographies of the founders (D. A. Dewsbury, ed., 1989) .....	50-51
Payette, S. The changing atmosphere. A global challenge (J. Firor, 1990) .....	51-53
Billington, N. Molecular systematics (D. M. Hillis & C. Moritz, ed., 1990) .....	53-54
Pineau, M. Regenerating British Columbia's forests (D. P. Lavender <i>et al.</i> , 1990) .....	54
Hudon, J. La couleur des oiseaux et ses mystères (M. Pomarède, 1990) .....	55-56

Bernatchez, L.	
Fishes of the Central United States (J. R. Tomelleri & M. E. Eberle, 1990) .....	56-57
Giraldeau, L.-A.	
Food hoarding in animals (S. B. Vander Wall, 1990) .....	57-58
OUVRAGES REÇUS .....	59

## Numéro 2

CAYOUILLE, Jacques	
Taxonomic studies of maritime species of <i>Carex</i> section <i>Phacocystis</i> (Cyperaceae). 1. New names for three hybrids .....	61-72
POULIN, M., L. BÉRARD-TERRIAULT, A. CARDINAL & P. B. HAMILTON	
Les diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae .....	73-101
VIT, Stanislav	
Révision des espèces néotropicales du genre <i>Eucinetus</i> Germar (Coleoptera: Eucinetidae) .	103-122
HAROLD, Antony S. & Donald S. CLARK	
First record of the subtropical lightfish <i>Ichthyococcus ovatus</i> (Photichthyidae) from the Canadian Atlantic region and its biogeographic significance .....	123-126
GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY	
Nouvelles stations d' <i>Arnica lanceolata</i> Nutt. et d' <i>A. chamissonis</i> Less. au Québec: notes cytologiques et écologiques .....	127-131
REVUE DES LIVRES	
Piérard, J.	
Owls, caves and fossils (P. Andrews, 1991) .....	133
Gratton, L.	
Biological habitat reconstruction (G. P. Buckley, ed., 1989) .....	133-134
Paquette, D.	
How monkeys see the world (D. Cheney & R. M. Seyfarth, 1990) .....	135-136
Francoeur, A.	
The ants (B. Hölldobler & E. O. Wilson, 1990) .....	136-137
Michaud, R.	
Climatic change and plant genetic resources (M. Jackson, B. V. Ford-Lloyd & M. L. Parry, ed., 1990) .....	137-138
Cardinal, A.	
Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology (K. Lüning, 1990) .....	138-139
Lavoie, G.	
Why preserve natural diversity? (B. G. Norton, 1990) .....	139-140
Ritchie, J. C.	
After the Ice Age. The return of life to glaciated North America (E. C. Pielou, 1991) .....	140-141
OUVRAGES REÇUS .....	143

### Numéro 3

LAMOUREUX, Y. & P. NEUMANN Additions aux Agaricales du Québec .....	145-159
KOPONEN, Seppo Spiders (Araneae) on the cliffs of the Forillon National Park, Québec .....	161-165
CARDINAL, A. Répartition biogéographique des algues marines benthiques sur les côtes du Québec.....	167-182
ZIZKA, J. & D. ISFAN Effet des sources, des méthodes d'application et du fractionnement de l'azote chez le maïs fourrager .....	183-188
CLEMENTS, David R. & Paul B. CAVERS Seasonal seed viability patterns and the role of incomplete seed development in the life history strategy of <i>Linaria vulgaris</i> .....	189-198
COMMUNICATION BRÈVE	
COMTOIS, Paul Variations temporelles et spatiales de l'indice pollinique de l'herbe à poux ( <i>Ambrosia</i> spp.).	199-202
REVUE DES LIVRES	
Barabé, D. Evolution as entropy. Toward a new theory of biology (D. R. Brooks & E. O. Wiley, 1988) .....	203-204
De la Noüe, J. Nitrates-Agriculture-Eau (R. Calvet, éd., 1990) .....	204-205
Fitzgerald, G. J. The evolution of parental care (T. H. Clutton-Brock, 1991) .....	205-206

### Numéro 4

LAJEUNESSE, D. & W. H. HENDERSHOT La répartition du système racinaire de l'érable à sucre dans quelques érablières du Québec .	207-214
AITCHISON-BENELL, C. W. & C. D. DONDALE A checklist of Manitoba spiders (Araneae) with notes on geographic relationships .....	215-237
SCHMID, Fernand Quelques nouveaux trichoptères indiens (Trichoptera) .....	239-251
DE SMET, W. H. & J. M. BAFORT Contributions to the rotifers of the Canadian High Arctic. 1. Monogonont rotifers from Little Cornwallis Island, Northwest Territories .....	253-261
COMMUNICATIONS BRÈVES	
DUBÉ, Jean & Jean PROVOST Première mention de l'écrevisse <i>Cambarus robustus</i> Girard au Québec .....	263-265
FAUBERT, Jean Première mention du <i>Cladium mariscoides</i> (Cyperaceae) pour le Bas-Saint-Laurent .....	267-268



## INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

AITCHISON-BENELL, C. W. & C. D. DONDALE. A checklist of Manitoba spiders (Araneae) with notes on geographic relationships .....	215-237
ALBANESE, P. & J. MIDDLETON. Woody vegetation in a power right-of-way in Short Hills Provincial Park, Ontario .....	9-12
ARSENEAULT, D. & L. SIROIS. Forme et croissance de l'épinette noire [ <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP] avant-feu et après-feu en toundra forestière (Québec subarctique) .....	1-7
BAFORT, J. M. (voir DE SMET, W. H. & J. M. BAFORT) .....	253-261
BARABÉ, D. Evolution as entropy. Toward a new theory of biology (D. R. Brooks & E. O. Wiley, 1988) .....	203-204
BÉRARD-THERRIault, L. (voir POULIN, M., L. BÉRARD-THERRIault, A. CARDINAL & P. B. HAMILTON) .....	73-101
BERNATCHEZ, L. Fishes of the Central United States (J. R. Tomelleri & M. E. Eberle, 1990) .	56-57
BILLINGTON, N. Molecular systematics (D. M. Hillis & C. Moritz, ed., 1990) .....	53-54
BONN, F. Remote sensing of soils and vegetation in the U.S.S.R. (P. J. Curran <i>et al.</i> , 1990)...	49-50
BOVET, J. Studying animal behavior. Autobiographies of the founders (D. A. Dewsbury, ed., 1989) .....	50-51
CARDINAL, A. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology (K. Lünning, 1990) .....	138-139
CARDINAL, A. Répartition biogéographique des algues marines benthiques sur les côtes du Québec .....	167-182
CARDINAL, A. (voir POULIN, M., L. BÉRARD-THERRIault, A. CARDINAL & P. B. HAMILTON) .....	73-101
CAVERS, P. B. (voir CLEMENTS, D. R. & P. B. CAVERS) .....	189-198
CAYOUEtte, J. Taxonomic studies of maritime species of <i>Carex</i> section <i>Phacocystis</i> (Cyperaceae). 1. New names for three hybrids .....	61-72
CLARK, D. S. (voir HAROLD, A. S. & D. S. CLARK) .....	123-126
CLEMENTS, D. R. & P. B. CAVERS. Seasonal seed viability patterns and the role of incomplete seed development in the life history strategy of <i>Linaria vulgaris</i> .....	189-198
COMTOIS, P. Variations temporelles et spatiales de l'indice pollinique de l'herbe à poux ( <i>Ambrosia</i> spp.) .....	199-202
De la NOÛE, J. Nitrates-Agriculture-Eau (R. Calvet, éd., 1990) .....	204-205
DE SMET, W. H. & J. M. BAFORT. Contributions to the rotifers of the Canadian High Arctic. 1. Monogonont rotifers from Little Cornwallis Island, Northwest Territories .....	253-261
DIGNARD, N. Précisions sur la répartition d' <i>Adlumia fungosa</i> (Ait.) Greene dans le centre et l'est du Québec .....	45-47
DONDALE, C. D. (voir AITCHISON-BENELL, C. W. & C. D. DONDALE) .....	215-237
DOYON, D. (voir GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY) .....	127-131
DUBÉ, J. & J. PROVOST. Première mention de l'écrevisse <i>Cambarus robustus</i> Girard au Québec .	263-265
FAUBERT, J. Première mention du <i>Cladium mariscoides</i> (Cyperaceae) pour le Bas-Saint-Laurent.	267-268
FITZGERALD, G. J. The evolution of parental care (T. H. Clutton-Brock, 1991) .....	205-206
FRANCOEUR, A. The ants (B. Hölldobler & E. O. Wilson, 1990) .....	136-137
GERVAIS, C. (voir MERCIER, S., C. GERVAIS & M. M. GRANDTNER) .....	13-17
GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY. Nouvelles stations d' <i>Arnica lanceolata</i> Nutt. et d' <i>A. chamissonis</i> Less. au Québec: notes cytologiques et écologiques ....	127-131
GIRALDEAU, L.-A. Food hoarding in animals (S. B. Vander Wall, 1990) .....	57-58
GRANDTNER, M. M. (voir MERCIER, S., C. GERVAIS & M. M. GRANDTNER) .....	13-17
GRANDTNER, M. M. (voir GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY) .	127-131
GRATTON, L. Biological habitat reconstruction (G. P. Buckley, ed., 1989) .....	133-134
GUAY, L. (voir GERVAIS, C., M. M. GRANDTNER, D. DOYON & L. GUAY) .....	127-131
HAMILTON, P. B. (voir POULIN, M., L. BÉRARD-THERRIault, A. CARDINAL & P. B. HAMILTON) .....	73-101
HAROLD, A. S. & D. S. CLARK. First record of the subtropical lightfish <i>Ichthyococcus ovatus</i> (Photichthyidae) from the Canadian Atlantic region and its biogeographic significance ...	123-126
HENDERSHOT, W. H. (voir LAJEUNESSE, D. & W. H. HENDERSHOT) .....	207-214
HUDON, J. La couleur des oiseaux et ses mystères (M. Pomarède, 1990) .....	55-56

ISFAN, D. (voir ZIZKA, J. & D. ISFAN) .....	183-188
KOPONEN, S. Spiders (Araneae) on the cliffs of the Forillon National Park, Québec .....	161-165
LAJEUNESSE, D. & W. H. HENDERSHOT. La répartition du système racinaire de l'érable à sucre dans quelques érablières du Québec .....	207-214
LAMOUREUX, Y. & P. NEUMANN. Additions aux Agaricales du Québec .....	145-159
LAVOIE, G. Why preserve natural diversity? (B. G. Norton, 1990) .....	139-140
MERCIER, S., C. GERVAIS & M. M. GRANDTNER. Les chromosomes B de <i>Claytonia caro-</i> <i>liniana</i> Michx en forêt naturelle et dans deux emprises électriques .....	13-17
MICHAUD, R. Climatic change and plant genetic resources. (M. Jackson, B. V. Ford-Lloyd & M. L. Parry, ed., 1990) .....	137-138
MIDDLETON, J. (voir ALBANESE, P. & J. MIDDLETON) .....	9-12
MITCHELL, E. (voir REEVES, R. & E. MITCHELL) .....	25-43
NEUMANN, P. (voir LAMOUREUX, Y. & P. NEUMANN) .....	145-159
PAQUETTE, D. How monkeys see the world. (D. Cheney & R. M. Seyfarth, 1990) .....	135-136
PAYETTE, S. The changing atmosphere. A global challenge. (J. Firor, 1990) .....	51-53
PIÉRARD, J. Owls, caves and fossils. (P. Andrews, 1991) .....	133
PINEAU, M. Regenerating British Columbia's forests. (D. P. Lavender <i>et al.</i> , 1990) .....	54
PLAMONDON, A. (voir PRÉVOST, M., J. STEIN & A. P. PLAMONDON) .....	19-24
POULIN, M., L. BÉRARD-THERRIault, A. CARDINAL & P. B. HAMILTON. Les diato-	
mées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae .....	73-101
PRÉVOST, M., J. STEIN & A. P. PLAMONDON. Soil water tension in a forest tree nursery: Comparison of three types of sensors .....	19-24
PROVOST, J. (voir DUBÉ, J. & J. PROVOST) .....	263-265
REEVES, R. & E. MITCHELL. Bowhead whales in Hudson Bay, Hudson Strait and Fox Basin: A review .....	25-43
RITCHIE, J. After the Ice Age. The return of life to glaciated North America. (E. C. Pielou, 1991) .	140-141
SCHMID, F. Quelques nouveaux trichoptères indiens (Trichoptera) .....	239-251
SIROIS, L. (voir ARSENEAULT, D. & L. SIROIS) .....	1-7
STEIN, J. (voir PRÉVOST, M., J. STEIN & A. P. PLAMONDON) .....	19-24
VIT, S. Révision des espèces néotropicales du genre <i>Eucinetus</i> Germar (Coleoptera: Eucinetidae). ZIZKA, J. & D. ISFAN. Effet des sources, des méthodes d'application et du fractionnement de l'azote chez le maïs fourrager .....	103-122
	183-188



## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### ORIENTATION DE LA REVUE

Le Naturaliste canadien (*Revue d'écologie et de systématique*) publie dans 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 *quatre* exemplaires à l'adresse suivante: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada). Téléphone (418)-656-3188; télécopieur (418)-656-2346.

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 50 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 italique; (2) les notes infrapaginales 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); (4) les sous-titres, lorsque nécessaires, doivent être courts.

### 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. I. 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Les titres des périodiques doivent être abrégés selon les normes adoptées dans le «World List of Scientific Periodicals».

### ILLUSTRATIONS

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. Quatre 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 ou l'équivalent (mais non à la machine à écrire ou par l'imprimante d'un ordinateur). Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 2 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir trois 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 représentera 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. Les illustrations seront rendues aux auteurs sur demande.

### FRAIS

La revue n'impose aucun frais aux auteurs par page publiée, mais elle invite ceux qui le peuvent à contribuer aux frais de publication.

Par ailleurs, la Direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par article, et ses frais de composition de tableaux à trois tableaux par article. Les clichés additionnels, les hors-textes, les tableaux démesurés ou trop denses, de même que les corrections d'auteur, sont entièrement à la charge des auteurs.

### TIRÉS À PART

La revue offre gracieusement vingt-cinq tirés à part de chaque article.

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

### EDITORIAL

Are considered for publication in "*Le Naturaliste canadien*" (Revue d'écologie et de systématique) 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 *four copies* to: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 (Canada). Tel. (418)-656-3188, FAX (418)-656-2346.

The sequence of material should be: (1) title, author's name, author's affiliation and address; (2) a running head of no more than 50 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, Acknowledgments, and References.

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; (4) subtitles must be reduced to a minimum.

### 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.
- LEGENBRE, L. & P. LEGENDRE, 1979. *Écologie numérique*. I. 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 (ed.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 545 p.

Abbreviations for titles of periodicals should follow the general rules used in the "World List of Scientific Periodicals".

### ILLUSTRATIONS

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. Four complete sets of photographs must be submitted.

*Drawings* should be made with black india ink on white drawing paper. All lettering should be made with a lettering system (but no part of it type-written nor computer-printed). All lettering must be sufficiently large to be at least 2 mm on final reproduction. One original and three 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. Illustrations will be returned to authors upon request.

### CHARGES

There is no systematic page charges, but any contribution toward cost of publication is welcomed.

The first three Figures and the first three Tables of each paper are free of charge. However, additional Figures, Tables or Figures requiring a fold-out leaf, broad or unusually dense Tables, as well as alterations in proof are fully charged to the author.

### REPRINTS

Twenty-five reprints are offered free of charge.

**Numéros thématiques/Special Issues**

**Les forêts décidues de l'hémisphère nord/  
*Deciduous forests of the northern hemisphere***  
1977 - vol. 104, n° 1/2, 186 pages, 15 \$.

**L'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent/  
*Oceanography of the St. Lawrence Estuary***  
1979 - vol. 106, n° 1, 276 pages, 12 \$.

**Recherches sur la baie d'Hudson et la baie James/  
*Scientific studies of Hudson and James bays***  
1982 - vol. 109, n° 3 & 4, 725 pages, 28 \$ pour les deux volumes.

**Estuaire du Saint-Laurent : processus océanographiques et écologiques/  
*St. Lawrence Estuary: oceanographic and ecological processes***  
1985 - vol. 112, n° 1, 161 pages, 15 \$.

**Études biologiques du comportement/*Biological studies of behavior***  
1986 - vol. 113, n° 3, 69 pages, 15 \$.

**Limnologie fondamentale et effets anthropogéniques  
(précipitations acides et réservoirs)/  
*Basic limnology and anthropogenic effects (acid rain and reservoirs)***  
1987 - vol. 114, n° 3, 189 pages, 18 \$.

**Choix de travaux présentés à la 2<sup>e</sup> Conférence internationale des  
entomologistes d'expression française/  
*Selected papers of the 2nd international conference  
of French-speaking entomologists***  
1988 - vol. 115, n° 3/4, 186 pages, 20 \$.

---

Expédiez votre chèque ou mandat à: /*Send your cheque or money order to:*

(Au Canada, ajoutez la T.P.S. / *In Canada, add G.S.T.*)

Le Naturaliste canadien (Revue d'écologie et de systématique)  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Québec G1K 7P4  
Canada

LAJEUNESSE, Denyse & W.H. HENDERSHOT

*La répartition du système racinaire de l'érable à sucre dans  
quelques érablières du Québec*

207-214

AITCHISON-BENELL, C.W. & C.D. DONDALE

*A checklist of Manitoba spiders (Araneae) with notes  
on geographic relationships*

215-237

SCHMID, Fernand

*Quelques nouveaux trichoptères indiens (Trichoptera)*

239-251

DE SMET, W.H. & J.M. BAFORD

*Contributions to the rotifers of the Canadian High Arctic.  
I. Monogonont rotifers from Little Cornwallis Island,  
Northwest Territories*

253-261

COMMUNICATIONS BRÈVES

DUBÉ, J. & J. PROVOST

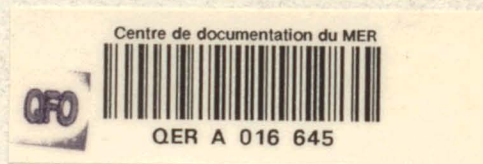
*Première mention de l'écrevisse *Cambarus robustus* Girard  
au Québec*

263-265

FAUBERT, Jean

*Première mention du *Cladium mariscoides* (Cyperaceae)  
pour le Bas-Saint-Laurent*

267-268



92 09 1 6

Volume 117  
Numéro 4  
1990

