

LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

Volume 118
Numéro 1
1991



LE NATURALISTE

Revue d'écologie et de systématique

CANADIEN

RÉDACTEUR

SERGE PAYETTE

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: LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4. Téléphone (418)-656-3188, télécopieur (418)-656-2346.

ISSN 0028-0798

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

Dépôt légal — Premier trimestre 1993. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa



LE NATURALISTE CANADIEN est imprimé sur du papier recyclé

NOTE DE LA RÉDACTION

Avec la parution du premier numéro du Volume 118, qui sera bientôt suivi d'un Index général (1974-1991), le *Naturaliste canadien* met fin à ses activités de publication. Les responsables administratifs et la Rédaction de la Revue en sont venus à cette décision difficile après mûres réflexions. La situation du *Naturaliste canadien* ne laissait planer aucun doute à ce sujet. Depuis un bon moment, la Revue publiait ses numéros trimestriels avec plus d'un an de retard. Le très faible nombre de manuscrits reçus constitue sans doute une des principales causes de la fermeture. Il semble bien que la Revue, sous sa forme actuelle, ne réponde plus aux besoins de la communauté scientifique du Québec et d'ailleurs. Le manque de manuscrits ne nous laissait peu d'espoir, à court et à moyen termes, de redresser la situation de manière satisfaisante. L'héritage de l'abbé Provancher et le legs de l'abbé Huard survivront, cependant, car nous souhaitons vivement poursuivre nos activités de publication d'une manière ou d'une autre. En effet, nous projetons le lancement éventuel d'un nouveau périodique scientifique adapté au marché international. Tous nos lecteurs en seront les premiers informés une fois le projet en marche.

Enfin, la Direction du *Naturaliste canadien* tient à remercier ses nombreux collaborateurs qui, au fil des ans, ont contribué à la diffusion des connaissances et au maintien de la Revue. Tous les collègues du Bureau de rédaction méritent également notre reconnaissance pour le temps consacré à la tâche éditoriale.

Serge PAYETTE

Additions aux Russulaceae (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, neuf espèces de Russulaceae (Agaricales, Basidiomycotina) sont ajoutées à la flore mycologique du Québec: *Lactarius corrugis* Peck, *L. midlandensis* Hesler & Smith, *L. paradoxus* Beardslee & Burlingham, *L. psammicola* Smith f. *glaber* Hesler & Smith, *Russula brunneola* Burlingham, *R. fragrantissima* Romagnesi, *R. olivacea* (Schaeffer) Fries, *R. vinosa* Lindblad et *R. xantho* Shaffer. Pour chacune de ces espèces, les auteurs présentent une description et une photographie, et discutent des confusions possibles avec les espèces apparentées.

Abstract

Nine species of Russulaceae (Agaricales, Basidiomycotina) are added to the fungal flora of Québec following recent collections in the Montréal region, namely: *Lactarius corrugis* Peck, *L. midlandensis* Hesler & Smith, *L. paradoxus* Beardslee & Burlingham, *L. psammicola* Smith f. *glaber* Hesler & Smith, *Russula brunneola* Burlingham, *R. fragrantissima* Romagnesi, *R. olivacea* (Schaeffer) Fries, *R. vinosa* Lindblad and *R. xantho* Shaffer. For each of these taxa, a description and a photograph are presented, and possible confusions with similar species are outlined.

Introduction

Les espèces de la famille des Russulaceae (Agaricales, Basidiomycotina), qui comprend les genres *Lactarius* et *Russula*, forment une composante majeure des champignons ectomycorhiziens des forêts décidues et conifériennes des États-Unis et du Canada. Au Québec, les lactaires et les russules fructifient généralement de la mi-juin à la mi-octobre selon les espèces.

En Amérique du Nord, de nombreuses études effectuées au cours des dernières décennies ont porté une attention particulière aux Russulaceae et plusieurs espèces nouvelles ont été décrites (Bills, 1989; Bills & Miller, 1984; Hesler & Smith, 1960a, 1960b; Homola & Shaffer, 1975; Miller *et al.*, 1973; Shaffer, 1962, 1964, 1970, 1972, 1975, 1989, 1990; Smith & Hesler, 1962). Pomerleau (1980, 1984) a décrit 62 espèces de lactaires et 69 espèces de russules dans sa « Flore des Champignons au Québec » et son supplément.

L'objectif de cet article est de faire état de la présence de quelques espèces de Russulaceae 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

Pour chacune des espèces traitées, nous présentons une description des caractères macroscopiques faite à partir de spécimens frais et une photographie. L'observation des caractères sporaux a été faite dans le réactif de Melzer sur des spores obtenues par dépôt. L'observation du pileipellis, des basides et des cystides a été faite sur le matériel frais dans la sulfovanilline (SV) pour le genre *Russula*, et dans le KOH 5 % pour le genre *Lactarius*, sur le matériel frais ou après dessiccation. Les réactions macrochimiques ont été observées sur la chair du haut du stipe, sauf indications

contraires. 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 (année-mois-jour), 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 du 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).

Lactarius corrugis Peck, Ann. Rep. N.Y. State Mus., 32: 31. 1880.
(Fig. 1).

Pileus de 50-110 mm de diamètre; convexe, puis étalé-déprimé, à marge arquée au début, puis s'étalant, non striée, vaguement ondulée; sec, velouté, souvent rugueux-ridé vers la marge, azoné; brun rougeâtre assez foncé, devenant brun orangé à la marge à maturité. *Chair* assez ferme; d'épaisseur moyenne; blanche, devenant brune à la coupe par le latex; à odeur nette de crustacé. *Latex* blanc, immuable, tachant les lamelles de brun; abondant, à saveur douce. *Lamelles* adnées-subdécurrentes; serrées; de largeur moyenne; un peu fourchues près du stipe; à lamellules nombreuses; ocrées; à arête entière et concolore. *Stipe* 60-100 × 15-28 mm; égal ou un peu comprimé par endroit; plein, parfois creux à maturité; sec, velouté; concolore au chapeau ou plus pâle. *Sporée* blanche.

Basidiospores 9-12 × 8,5-11 µm, rondes à subglobuleuses, amyloïdes, ornées d'un réticulum assez complet atteignant de 0,5-1 µm de hauteur. *Basides* 50-65 × 10-12 µm. *Pleurocystides* grandes, atteignant 150 × 14 µm, fusiformes-acuminées, à paroi remarquablement

épaissie (3-6 µm d'épaisseur dans la partie médiane). *Pileipellis* formé d'une couche cellulaire surmontée par des pilocystides dressées, fusiformes, à paroi parfois épaissie.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Repentigny, 87-07-30, sous *Fagus grandifolia*, *Tilia americana* et *Betula alleghaniensis*, en terrain humide, Lamoureux 338 (LAM), (DAOM 212257), et 90-08-22, au même endroit, Lamoureux 1170 (CMM).

L. corrugis se caractérise par son pileus brun rougeâtre, velouté, ses lamelles ocrées, son latex blanc tachant la chair et les lamelles de brun, et ses cystides volumineuses à paroi épaisse. Il peut être confondu avec *L. volemus* Fries, une espèce affine cosmopolite, au pileus orange-brun et aux basidiospores plus petites, mesurant 8-10 × 7,5-9,5 µm. Hesler & Smith (1979) indiquent de nombreuses collections de *L. corrugis* dans l'est des États-Unis où il croît dans les forêts feuillues ou mixtes et mentionnent qu'il a aussi été répertorié en Chine et au Japon. Nous ne connaissons qu'une seule station où il croît en juillet et en août par temps pluvieux.

Lactarius midlandensis Hesler & Smith, The North American Species of *Lactarius*, p. 422. 1979.
(Fig. 2).

Pileus de 45-100 mm de diamètre; convexe-déprimé, devenant infundibuliforme avec l'âge; à marge ondulée et irrégulière à maturité, non striée; glabre, visqueux; crème rosâtre à ocre pâle, avec des plages plus pâles, taché de brun par endroit. *Chair* ferme; 3-7 mm d'épaisseur à mi-rayon; blanchâtre; à odeur faible. *Latex* blanc, immuable, séchant olivâtre sur les lamelles; à saveur un peu astringente (faiblement âcre après un long moment). *Lamelles* décurrentes; serrées; étroites (3-6 mm de largeur à mi-rayon); à lamellules nombreuses; crème, tachées de brun-jaune par endroit, devenant olivâtres par le latex; entières et concolores à l'arête. *Stipe* 40-70 × 15-22 mm; égal; ridulé, viscidule; creux; crème, avec de petites taches jaunâtres ou brunâtres, se salissant de brunâtre au contact. *Sporée* jaunâtre.

Basidiospores 7,5-9,5 × 5,5-7 µm, ellipsoïdes, amyloïdes, ornées de crêtes formant un réticulum complet, avec de rares éléments isolés, à ornementation atteignant environ 0,5-1 µm de hauteur. *Basides* 42-45 × 9-10 µm. *Pleurocystides* atteignant 70 × 10 µm, fusiformes. *Pilei-*

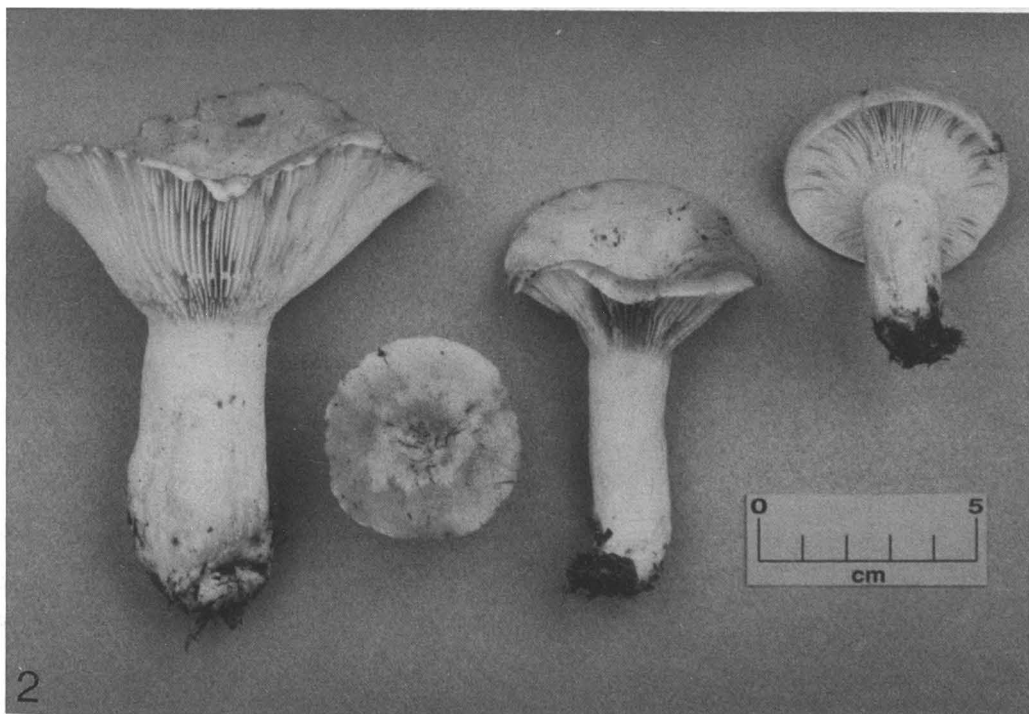


Figure 1. *Lactarius corrugis* (Lamoureux 1170). — Figure 2. *Lactarius midlandensis* (Lamoureux 839).

pellis composé d'hyphes gélatineuses non incrustées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES: Lachute, 87-09-17, dans une plantation sous *Pinus sylvestris* et *Picea* sp., *Lamoureux* 414 (LAM), et 89-09-24, au même endroit, *Lamoureux* 839 (CMM), (DAOM 211918).

L. midlandensis fait partie d'un groupe d'espèces affines caractérisées par un pileus visqueux, ocré à brun violacé, au pileipellis sans incrustations, et au latex blanc et immuable. Il se distingue des autres espèces du groupe par son pileus pâle, son latex à saveur presque douce, séchant olive sur les lamelles, et par ses basidiospores présentant un réticulum complet. Il ressemble à *L. affinis* var. *viridilactis* (Kauffman) Hesler & Smith, une espèce commune sous les conifères, aux couleurs plus foncées, au latex âcre et aux basidiospores présentant au plus un réticulum partiel, et à *L. vinaceopallidus* Hesler & Smith, au latex âcre et ne changeant pas de couleur en séchant, aussi répertorié au Québec sous les conifères (Hesler & Smith, 1979). Nous avons vu ce lactaire de façon régulière de 1987 à 1990 où il croît communément dans une plantation de pins et d'épinettes près de Lachute, de septembre jusqu'à la mi-octobre. Hesler & Smith (1979) indiquent une collection au Michigan et une autre dans le Wisconsin. Nos collections constituent une première mention au Canada.

Lactarius paradoxus Beardslee & Burlingham, *Mycologia*, 32: 584. 1940. (Fig. 3).

Pileus de 40-85 mm de diamètre; convexe-déprimé, puis s'étalant et devenant infundibuliforme avec l'âge, à marge enroulée au début, non striée, régulière ou un peu ondulée; viscidule, glabre, zoné vers la marge; hygrophane; bleu grisâtre pâle, avec des zones argentées ou vineuses vers la marge, gris rosâtre au sec. *Chair* ferme; assez épaisse; bleutée au début, grisâtre et bleutée par place avec l'âge, se teintant de verdâtre à la coupe; à odeur faible. *Latex* vineux foncé, immuable, tachant les lamelles de vert; peu abondant; à saveur douce au début, mais laissant un arrière-goût un peu âcre dans la gorge. *Lamelles* adnées-subdécurrentes; serrées; étroites; fragiles; un peu fourchues près du stipe; avec de nombreuses lamellules; rose vinacé, puis ocrées par les spores. *Stipe* 15-35 × 10-15 mm; un peu rétréci vers le bas ou aminci dans la partie cen-

trale; sec, glabre; grisâtre, teinté irrégulièrement de vineux pâle et de bleu verdâtre par endroit. *Sporée* ocre.

Basidiospores 7-9,5 × 6-7 µm, ovoïdes à ellipsoïdes, amyloïdes, subréticulées à réticulées, aux ornements atteignant 0,5 µm de hauteur. *Basides* 45-50 × 9-10 µm. *Pleurocystides* atteignant 50 × 6 µm, plus ou moins cylindriques. *Pileipellis* formé d'hyphes gélatineuses, non dressées.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES: Contrecoeur, 86-08-28, dans une vieille forêt sous *Pinus strobus* et *Quercus rubra*, sur sol sablonneux, *Lamoureux* 222 (LAM), (DAOM 211901), et 90-09-01, au même endroit, *Lamoureux* 1188 (CMM).

L. paradoxus est une espèce facilement reconnaissable par sa chair bleutée et son latex rouge vineux foncé. Les spécimens matures perdent rapidement leur belle coloration et ressemblent alors à *L. chelidonium* Peck, aussi à chair bleutée mais au latex jaune-brun. *L. paradoxus* croît sous les chênes ou les pins, dans quelques états de l'est des États-Unis et il a aussi été répertorié en Ontario (Hesler & Smith, 1979). Nous ne connaissons qu'une seule station où il croît à la fin du mois d'août et en septembre par temps pluvieux, souvent au même endroit et au même moment que *L. indigo* (Schw.) Fries et *L. chelidonium*.

Lactarius psammicola Smith f. *glaber* Hesler & Smith, *The North American Species of Lactarius*, p. 268. 1979. (Fig. 4).

Pileus de 35-103 mm de diamètre; convexe-déprimé, puis étalé-déprimé et finalement en entonnoir, à marge enroulée au début, s'étalant avec l'âge, non striée, régulière ou vaguement ondulée; visqueux à l'humidité, glabre, lisse ou un peu rugueux, zoné; au pileipellis élastique et facilement détachable; crème, avec des cercles ocres ou brun orangé pâle, plus rarement obscurément zoné et présentant alors une coloration crème avec des plages brunâtre pâle. *Chair* assez ferme; 6-8 mm d'épaisseur à mi-rayon; crème, immuable à la coupe; à odeur un peu fruitée. *Latex* blanc; immuable, ne tachant pas le papier blanc; peu abondant; à saveur rapidement âcre. *Lamelles* adnées-subdécurrentes; serrées à très serrées; étroites (2-4 mm de largeur à mi-rayon); un peu fourchues près du stipe; crème, puis

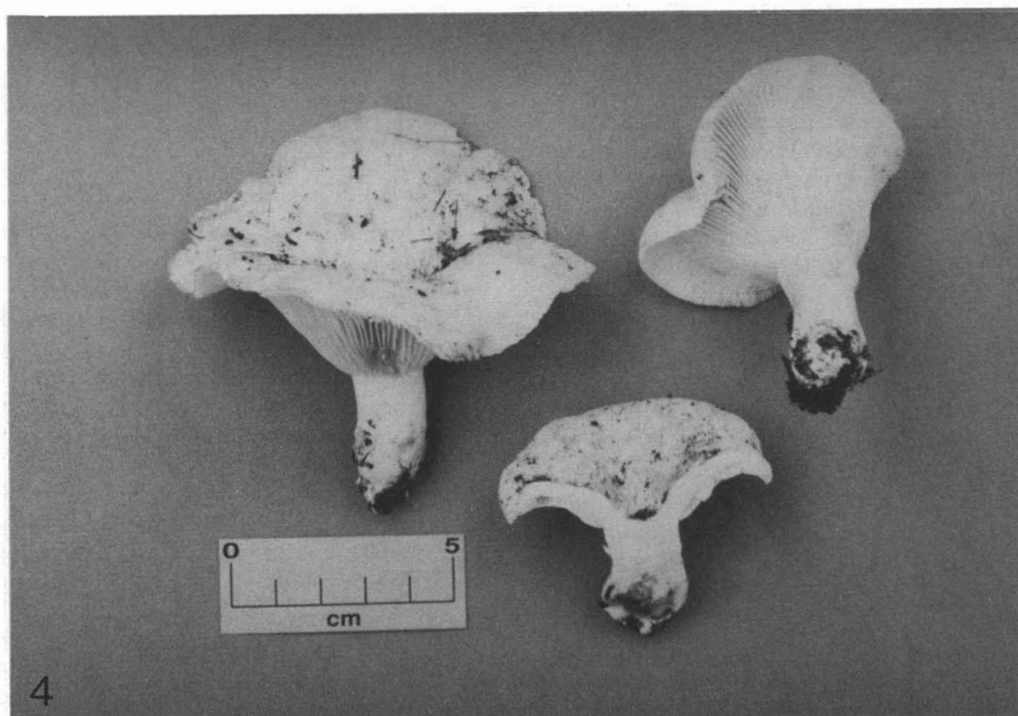
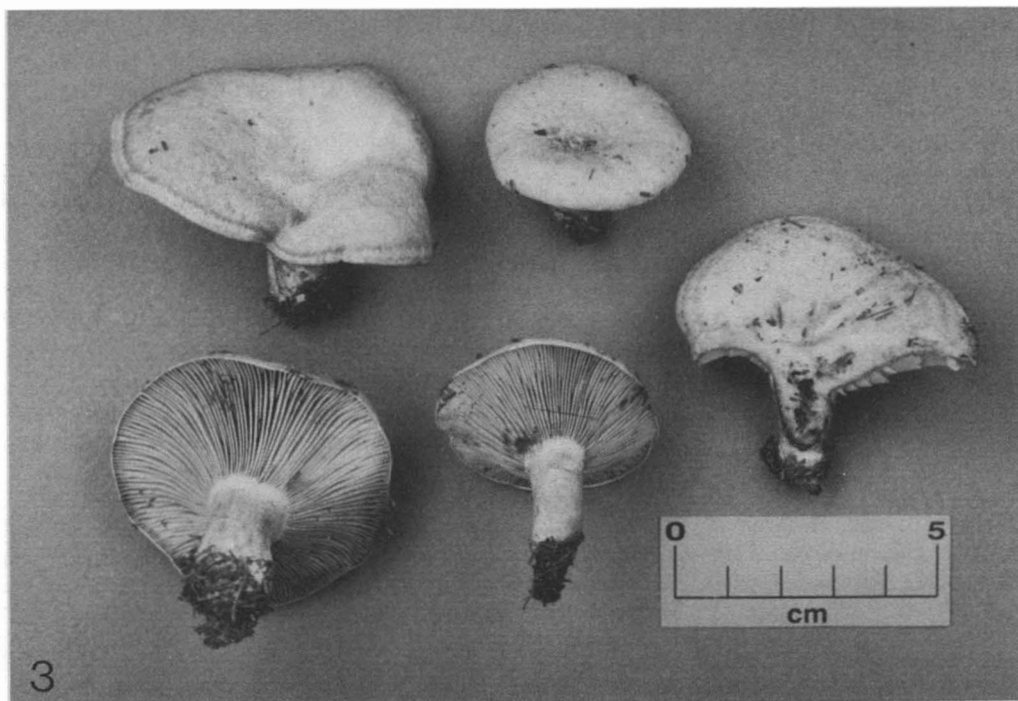


Figure 3. *Lactarius paradoxus* (Lamoureux 1188). — Figure 4. *Lactarius psammicola* f. *glaber* (Lamoureux 1170).

ocrées, tachées de brun pâle par le latex séché, entières et concolores à l'arête. *Stipe* 15-45 × 11-25 mm; égal ou atténué vers le bas; ferme; farci; sec, lisse, non scrobiculé; crème, taché de brun pâle par endroit. *Sporée* ocre foncé.

Basidiospores 7,5-9,5 × 6-7 µm, ovales à ellipsoïdes, amyloïdes, ornées de verrues et de crêtes en nombre variable, atteignant environ 0,5-0,8 µm de hauteur, formant parfois un réticulum partiel. *Basides* 45-55 × 8-11 µm. *Pleurocystides* 40-50 × 6-7 µm, rétrécies en pointe vers l'apex. *Pileipellis* formé d'hyphes gélatineuses non dressées.

Réactions macrochimiques. KOH: négatif sur le latex, jaunâtre sur la chair.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES: Montréal, 88-09-07, dans l'herbe haute en terrain ouvert, sous *Populus deltoides*, *Lamoureux 319* (CMM), (DAOM 212256). L'Assomption, 91-08-20, sous *Populus deltoides* et *Fraxinus* sp., à l'orée d'un bois, *Lamoureux 1421* (CMM).

L. psammicola f. *glaber* est caractérisé par son pileus visqueux, zoné, de coloration pâle, à marge glabre, son latex blanc, immuable, à saveur âcre et sa sporée ocre foncé. Il est proche de *L. psammicola* f. *psammicola* Smith, au pileus plus foncé et à marge villeuse, qui croît dans les forêts mixtes (Hesler & Smith, 1979), et de *L. controversus* Fries, une espèce de grande taille liée aux peupliers et produisant une sporée rose. *L. insulsus* Fries, une espèce cosmopolite assez semblable, possède un pileus orangé; nous l'avons trouvé une fois sous les chênes dans la région de Montréal. Hesler & Smith (1979) mentionnent que *L. psammicola* f. *glaber* est commun dans le sud-est du Michigan sous les feuillus. Nos collections constituent une première mention pour le Canada. Nous ne connaissons que deux stations où croît cette espèce mais elle se trouve probablement ailleurs sous les peupliers en terrain ouvert, de la mi-août jusqu'en septembre.

Russula brunneola Burlingham, North American Flora, 9:233. 1915.
(Fig. 5).

Pileus de 55-105 mm de diamètre; globuleux, convexe, puis étalé, rapidement déprimé, à marge régulière, un peu striée avec l'âge; sec, lisse, pruneux par endroit; au pileipellis détachable sur 1/2 à 2/3 du rayon; brun foncé, avec des plages brun jaunâtre, parfois brun grisâtre ou brun vio-

lacé par endroit. *Chair* d'épaisseur moyenne (environ 4 mm d'épaisseur à mi-rayon); ferme dans le jeune âge; blanche; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnées; serrées; droites; 5-8 mm de largeur à mi-rayon; lardacées au début; fourchues près du stipe; sans lamellules; blanchâtres, souvent avec de petites taches brun jaunâtre par endroit; à arête entière et concolore. *Stipe* 40-70 × 12-24 mm; égal, parfois un peu rétréci ou élargi vers la base; farci; sec, glabre et ridulé; blanchâtre, puis se tachant de jaune brunâtre par endroit avec l'âge. *Sporée* blanche.

Basidiospores 6,5-8,5 × 4,5-6,5 µm, ovales à ellipsoïdes, amyloïdes, ornées de petites verrues atteignant environ 0,5 µm de hauteur, parfois caténulées ou reliées par de fins connexifs. *Basides* 40-45 × 10-12 µm. *Pleurocystides* atteignant 100 × 12 µm, fusiformes, devenant grises en SV. *Pileipellis* composé d'hyphes dressées, pluriseptées, à articles basaux assez courts, avec de rares pilocystides devenant grises en SV.

Réactions macrochimiques. FeSO₄: rapidement rose orangé vif; aniline: jaune citron sur les lamelles.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES: Laval, 86-07-30, en forêt sous *Fagus grandifolia*, *Quercus rubra* et *Acer saccharum*, *Lamoureux 23* (LAM). St-Joseph-du-Lac, 87-06-28, en forêt sous *Fagus grandifolia* et *Betula papyrifera*, *Lamoureux 122* (LAM). Lanoraie, 89-07-15, en forêt sous *Picea* sp., *Abies balsamea* et *Betula papyrifera*, *Lamoureux 579* (CMM), (DAOM 212243).

R. brunneola est caractérisé par son pileus brun foncé au moins dans le jeune âge, souvent pruneux, ses lamelles lardacées au début, sa saveur douce, sa sporée blanche et sa réaction vive au sulfate ferreux. Ses caractères microscopiques et macrochimiques démontrent une affinité certaine avec *R. vesca* Fries, une espèce semblable qui croît en Europe et en Amérique du Nord. Shaffer (1970) distingue *R. brunneola* de *R. vesca* par son pileus plus foncé, ses lamelles plus fourchues et ses basidiospores présentant une ornementation sporale plus élevée. En Europe, Blum (1962) distingue deux variétés de *R. vesca*: la variété typique, au pileus brun rose, et la variété *montana* Blum, au chapeau lilas, à marge cannelée et au port plus grêle que la variété typique. Les échantillons de *R. vesca* que nous avons récoltés au Québec correspondent bien à la variété *montana* par leur chapeau de coloration violacé rosâtre et leur port assez élancé. La pré-

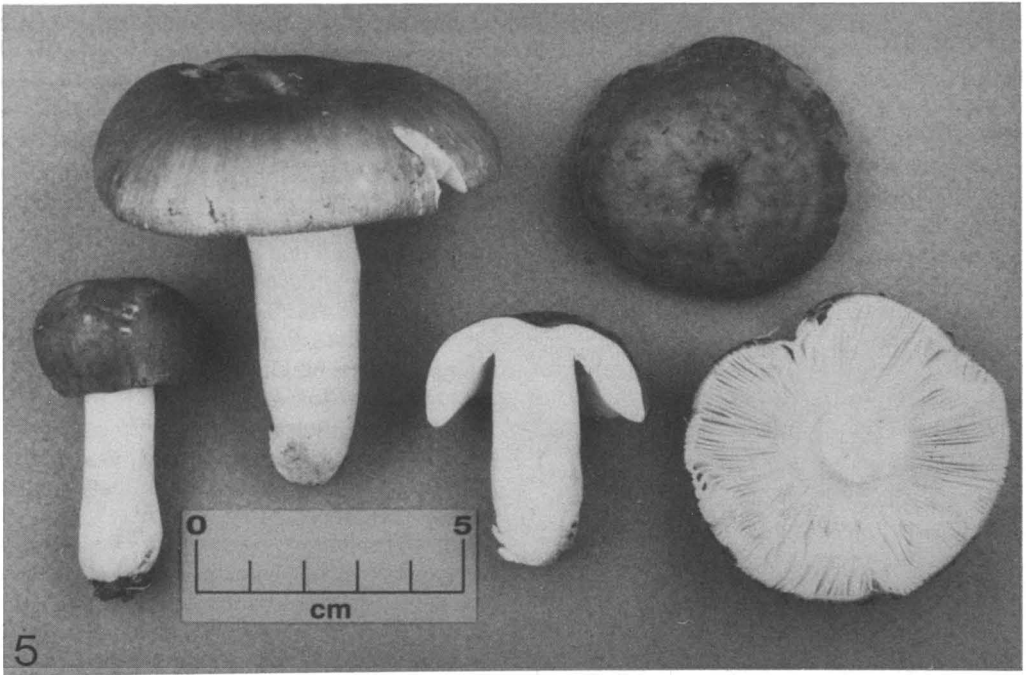


Figure 5. *Russula brunneola* (Lamoureux 579). — Figure 6. *Russula fragrantissima* (Lamoureux 1109).

sence de *R. brunneola* a été signalée sur la côte est des États-Unis, au Michigan, dans l'état de Washington et en Ontario (Shaffer, 1970). Nous l'avons rencontré à plusieurs reprises dans la région de Montréal où il croit assez communément de la mi-juin jusqu'en septembre dans les forêts feuillues ou mixtes.

Russula fragrantissima Romagnesi, Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord, p. 348. 1967. (Fig. 6).

Pileus de 70-180 (-270) mm de diamètre; globuleux, puis convexe et finalement étalé, souvent déprimé, à marge régulière ou un peu ondulée, striée sur 10-35 mm à maturité; visqueux, glabre; au pileipellis détachable jusqu'à 1/3 du rayon; jaune ocré pâle au début, se tachant assez rapidement de brun foncé par endroit avec l'âge. *Chair* assez épaisse; ferme au début; blanche, jaunâtre ou brunâtre dans la moëlle du stipe; à forte odeur de pâte d'amande sur fond fétide, à saveur nauséuse devenant âcre après mastication. *Lamelles* adnexées; serrées; droites; assez larges; cassantes; avec de nombreuses fourches plus communes près du stipe; à nombreuses lamellules; jaunâtres, puis ocré grisâtre, se tachant de brun jaunâtre par endroit avec l'âge. *Stipe* 60-170 × 15-35 (-65) mm; assez égal, un peu épaissi vers le bas; sec, glabre et ridulé; blanchâtre, rapidement taché de brun jaunâtre par endroit, surtout vers la base. *Sporée* crème.

Basidiospores 7,0-8,5 × 6,0-7,5 µm, subglobuleuses à ovales, amyloïdes, ornées de verrues et de crêtes atteignant en moyenne 1 µm de hauteur, avec quelques connexifs formant parfois un réticulum partiel. *Basides* 50-60 × 10-12 µm. *Pleurocystides* atteignant 110 × 14 µm, cylindriques à bout arrondi, ou fusiformes, noirissant en SV. *Pileipellis* formé d'hyphes se terminant parfois par des pilocystides fusiformes, souvent mucronées, à contenu grisâtre en SV.

Réaction macrochimique. KOH: jaunâtre.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. Sutton, 86-07-19, en forêt sous *Tsuga canadensis* et *Betula alleghaniensis*, *Lamoureux 104* (LAM). Ste-Ursule, 90-07-17, en forêt sous *Tsuga canadensis*, *Fagus grandifolia* et *Betula alleghaniensis*, *Lamoureux 1009* (CMM), (DAOM 213246).

R. fragrantissima fait partie d'un groupe d'espèces semblables présentant un pileus jaune ocré

à brun jaunâtre, striée à la marge, et dégageant une odeur plus ou moins forte de cerise ou de pâte d'amande sur fond fétide, ou uniquement nauséuse. La taille et l'ornementation des basidiospores, ainsi que l'odeur et la saveur, sont les principaux caractères qui permettent de distinguer chacune des espèces. Notre étude des espèces de ce groupe nous indique que *R. fragrantissima* est commun au sud du Québec, où il a été nommé selon nous à tort *R. laurocerasi* Melzer ou *R. subfoetens* W. G. Smith. Shaffer (1972) mentionne que *R. fragrantissima* est l'espèce commune produisant de gros basidiomes à odeur forte couramment appelée *Russula foetens* aux États-Unis. Au Québec, trois autres espèces affines semblent assez communes: *R. laurocerasi*, à odeur assez agréable de cerise ou de pâte d'amande, et aux basidiospores présentant des crêtes atteignant 3 µm de hauteur; *R. pectinatoides* Peck, à odeur un peu fétide et au pileipellis ne présentant pas de pilocystides; et *R. granulata* Peck, au chapeau finement écaillé au centre et à odeur un peu fétide. Shaffer (1972) mentionnent six autres espèces du même groupe croissant en Amérique du Nord. La majorité de ces russules semblent pouvoir se trouver dans le même habitat et au même moment, ce qui ne facilite pas leur détermination.

Russula olivacea (Schaeffer) Fries, Epicr. Myc., p. 356. 1838. (Fig. 7).

Pileus de 60-160 mm de diamètre; convexe, puis étalé-déprimé, à marge régulière ou un peu ondulée, non striée; sec, glabre et mat; au pileipellis détachable jusqu'à 3/4 du rayon; de coloration variable, olive avec de petites taches jaunâtres ou vineuses, ou pourpre avec de petites taches jaunâtres, olivâtres ou violacées plus nombreuses sur le disque, présentant plus rarement un mélange hétérogène de teintes pourprées, violacées, ocrées, jaunâtres et olivacées. *Chair* assez ferme; épaisse (atteignant 6 mm d'épaisseur à mi-rayon); blanche; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnexées à adnées; serrées à subespacées; cassantes; fourchues près du stipe; sans lamellules; un peu ventruées; larges; crème, puis jaune ocré par les spores; entières et concolores à l'arête. *Stipe* 60-145 × 16-38 mm; égal ou un peu évasé dans le haut, parfois un peu courbé, rarement un peu comprimé; farci; sec, glabre et ridulé; uniformément teinté de rose sur fond blan-

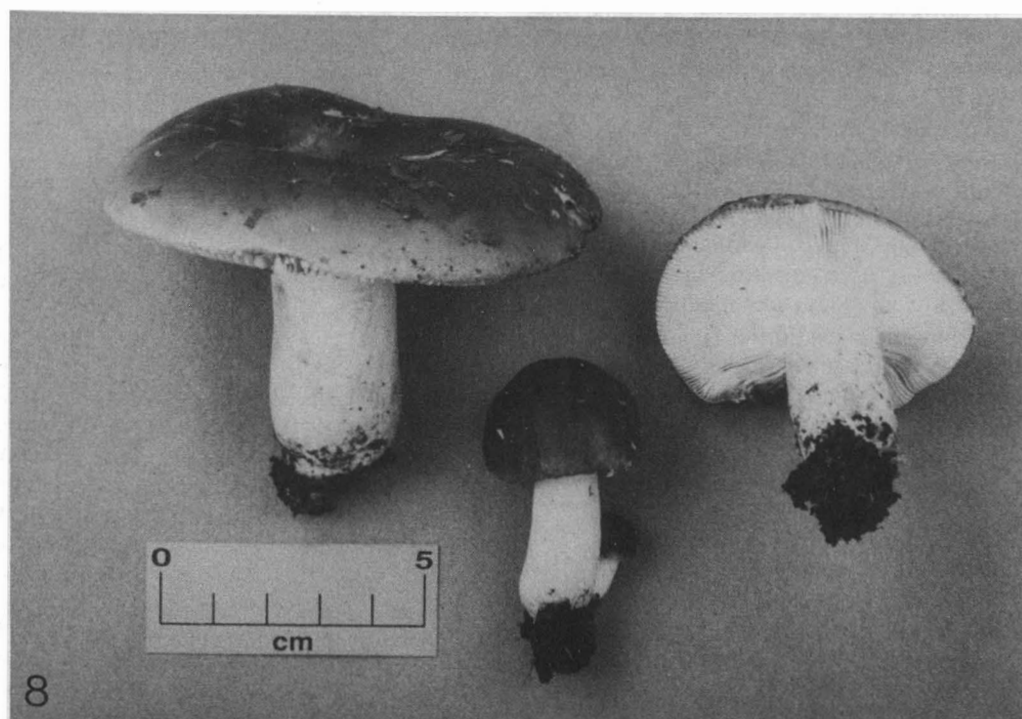


Figure 7. *Russula olivacea* (Lamoureux 830). — Figure 8. *Russula vinosa* (Lamoureux 970).

châtre, plus rarement entièrement blanc. *Sporée* jaune orangé.

Basidiospores 8,5-11,5 × 7,5-9,5 µm, ovales, amyloïdes, ornées de verrues et d'épines atteignant environ 1,2 µm de hauteur, rarement caténulées ou connexées. *Basides* 45-55 × 11-14 µm. *Pleurocystides* 65-95 × 8-15 µm fusiformes, ne noircissant pas en SV. *Pileipellis* homogène, ne possédant pas d'hyphes incrustées ni d'éléments noircissant en SV.

Réactions macrochimiques. FeSO₄: rose orangé; phénol: rouge pourpré vif; gaïac: intense et moyennement rapide (bleu foncé après 10 secondes).

COLLECTIONS ÉTUDIÉES. St-Hippolyte, 86-08-09, en forêt sous *Fagus grandifolia*, *Acer saccharum* et *Betula papyrifera*, *Lamoureux 105* (LAM). Laval, 88-07-29, dans une vieille forêt sous *Fagus grandifolia* et *Quercus rubra*, *Lamoureux 116* (CMM), 89-09-18, sous *Fagus grandifolia*, *Lamoureux 810* (CMM), et 89-09-22, au même endroit, *Lamoureux 830* (CMM), (DAOM 213247). Longueuil, 90-07-10, en forêt sous *Quercus rubra* et *Acer rubrum*, *Lamoureux 992* (CMM).

R. olivacea est caractérisé par sa grande taille, son pileus olive ou pourpre, son stipe teinté de rose, sa saveur douce et sa sporée foncée. Sa réaction rouge pourpré au phénol et son pileipellis ne montrant aucun élément noircissant en SV confirment son identité. Il peut être confondu avec *R. alutacea* Fries, une espèce voisine aux basidiospores créteées-zébrées à subréticulées. *R. olivacea* a été signalé un peu partout en Europe où il est commun par endroit (Romagnesi, 1967). Sa répartition n'est pas encore bien établie en Amérique du Nord où il a probablement été confondu avec *R. alutacea*. Phillips (1991) mentionne que *R. olivacea* est plutôt rare sur le continent nord-américain et qu'il a été récolté aussi bien dans l'est que dans l'ouest. Au Québec, il ne semble pas rare en été sous les chênes et les hêtres, où il croît par temps chaud et humide.

Russula vinosa Lindblad, Svampbok, p. 67. 1901.

(Fig. 8).

Pileus de 60-90 mm de diamètre; globuleux, convexe, puis étalé et fortement déprimé, à marge régulière et non striée; glabre, viscidule; au pileipellis détachable jusqu'à 1/2 du rayon; pourpre au

début, puis rouge vin, parfois jaunâtre au centre. *Chair* assez ferme; d'épaisseur moyenne; blanche, devenant grise à la cassure ou avec l'âge; à odeur et saveur faibles. *Lamelles* adnées; serrées; plutôt étroites; cassantes; à lamellules rares; blanchâtres, puis ocrées, noircissant vers le pourtour du chapeau; entières, concolores ou noirâtres à l'arête. *Stipe* 40-50 × 15-20 mm; égal ou un peu ventru; sec, glabre et ridulé; blanc, grisonnant au contact ou avec l'âge, souvent marqué de petites taches brunâtres. *Sporée* ocre.

Basidiospores 8,5-11,5 × 7-8 µm, ovales à ellipsoïdes, amyloïdes, ornées de verrues coniques atteignant environ 0,5-0,7 µm de hauteur, nombreuses, rarement caténulées. *Basides* 55-62 × 11-12 µm. *Pleurocystides* atteignant 100 × 12 µm, fusiformes, parfois mucronées. *Pileipellis* présentant des hyphes incrustées, à pilocystides absentes, ne montrant aucun élément noircissant en SV.

Réactions macrochimiques. FeSO₄: rose orangé sur la chair blanche et verdâtre sur la chair noircie; gaïac: lentement bleu.

COLLECTION ÉTUDIÉE. Huntingdon, 90-07-07, dans une vieille forêt sous *Tsuga canadensis* et *Betula alleghaniensis*, *Lamoureux 970* (CMM), (DAOM 213244).

R. vinosa est bien caractérisé par son pileus vineux, son grisonnement, sa saveur douce, sa sporée ocre et par la présence d'hyphes incrustées dans le pileipellis. Il montre certaines affinités avec *R. rubescens* Beardslee, au pileus rouge avec des taches jaunes et à chair rougissant avant de noircir, espèce également récoltée au Québec. Romagnesi (1967) indique que l'espèce est septentrionale en Europe: elle a été signalée en Scandinavie, en Suisse, en Tchécoslovaquie, en Allemagne et en France dans les régions montagneuses. En Amérique du Nord, Burlingham (1915) indique qu'elle a été récoltée dans les états de la Nouvelle-Angleterre, de New York, du Mississippi et de Washington. Nous l'avons vue qu'une seule fois près de la frontière américaine et elle semble rare au sud du Québec. Villeneuve *et al.* (1989) indiquent une récolte effectuée dans les Laurentides.

Russula xantho Shaffer, Contr. Univ. Mich. Herb., 17: 303. 1990.

(Fig. 9).

Pileus de 60-90 mm de diamètre; convexe, puis étalé-déprimé, à marge régulière ou un peu

ondulée, unie ou courtement striée avec l'âge; sec, glabre, parfois un peu ridé; au pileipellis détachable jusqu'à 1/3 du rayon; orange vif au centre, jaune orangé vers le pourtour. *Chair* plutôt mince (3 mm d'épaisseur à mi-rayon); assez ferme, cassante; blanche, teintée de jaune sous le pileipellis; à odeur faible, à saveur douce. *Lamelles* adnexées ou adnées; serrées à subespacées; ventruées; larges (8-11 mm de largeur à mi-rayon); cassantes; un peu fourchues près du stipe; sans lamellules; blanc crème au début, puis jaunes; à arête entière, souvent jaune citron vers la marge piléique, même avant la sporulation. *Stipe* 55-72 × 15-18 mm; égal, parfois un peu élargi vers le haut et/ou vers le bas; farci; sec, glabre et ridulé; teinté de jaune citron ou de jaune-orange sur fond blanchâtre. *Sporée* jaune orangé.

Basidiospores 8-9,5 × 6,5-7,5 µm, ovales, amyloïdes, ornées de verrues atteignant environ 14 m de hauteur, connexées ou reliées par des crêtes basses formant souvent un réticulum partiel. *Basides* 40-55 × 12-14 µm. *Pleurocystides* 65-90 × 10-13 µm, fusiformes, ne noircissant pas en SV. *Pileipellis* homogène, sans hyphes incrustées ni pilocystides, ne montrant aucun noircissement en SV.

Réactions macrochimiques. FeSO₄: rose orangé pâle; phénol: brun pourpré; gäiac: rapidement bleu foncé.

COLLECTIONS ÉTUDIÉES: St-Joseph-du-Lac, 86-07-13, en forêt sous *Tsuga canadensis*, *Fagus grandifolia* et *Betula alleghaniensis*, Lamoureux 87 (LAM). Laval, 88-07-20, dans une vieille forêt sous *Fagus grandifolia*, *Quercus rubra* et *Acer rubrum*, Lamoureux 66 (CMM), (DAOM 213245). L'Assomption, 90-07-12, en forêt sous *Tsuga canadensis*, Lamoureux 998 (CMM).

R. xantho est caractérisé par son pileus orange, son stipe teinté de jaune, ses lamelles souvent jaune vif à l'arête, sa saveur douce et sa sporée foncée. Sa coloration et son pileipellis homogène ne montrant aucun élément noircissant en SV en font une des russules les plus distinctes. Il est très proche de *R. aurata* (Withering) Fries, d'Europe, dont il diffère selon Shaffer (1990) par l'absence de teintes rouges sur le pileus, le faible grisonnement des basidiomes et la présence de quelques rares pseudocystides dans le pileipellis. *R. xantho* peut être confondu avec *R. flavida* Frost, une espèce de coloration semblable, mais au pileus et au stipe velouté, à sporée crème et au pileipellis

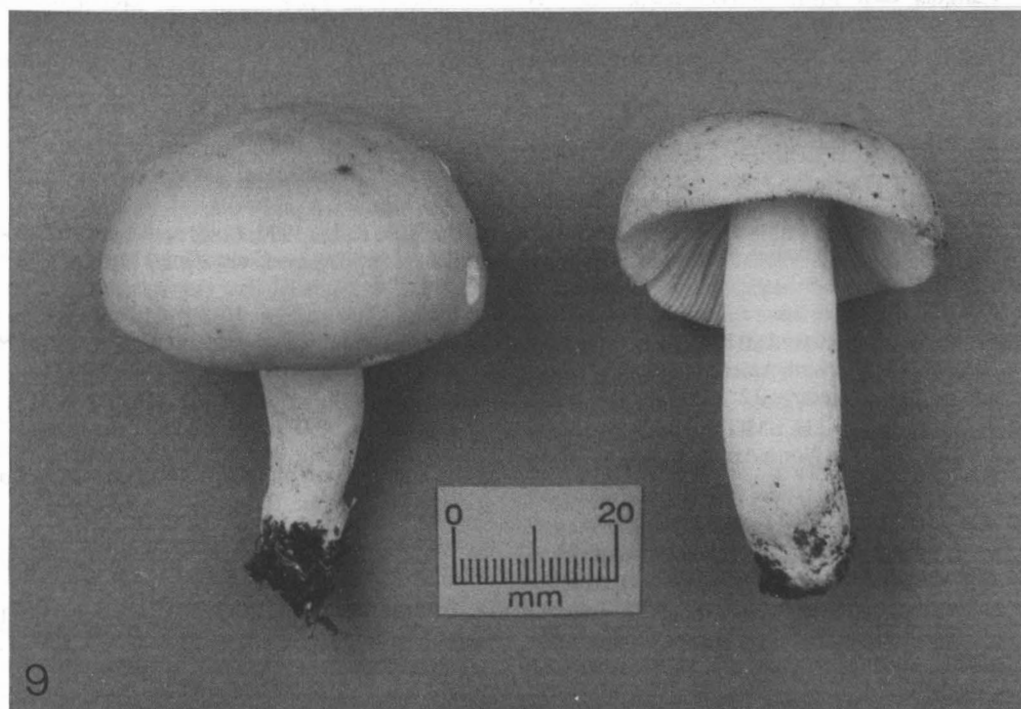


Figure 9. *Russula xantho* (Lamoureux 998).

possédant des pilocystides (Bills & Miller, 1984). La présence de *R. xantho* (sous *R. aurata*) a été mentionnée en Caroline du Nord par Beardslee (1918). Shaffer (1990) indique des collections effectuées en Nouvelle-Écosse, au Michigan et dans le Wisconsin. *R. xantho* croît assez fréquemment dans la région de Montréal où nous l'avons observé à plusieurs reprises dans des forêts dominées par la pruche ou le hêtre, où il semble plus commun en juillet et en août par temps pluvieux.

Remerciements

Nous remercions sincèrement S. A. Redhead pour la confirmation de l'identité des spécimens d'herbier. Nous remercions également Raymond Archambault, Carlo Farnesi et Matthieu Sicard, ainsi que les nombreux membres du Cercle des mycologues de Montréal Inc., pour nous avoir fourni de nombreux spécimens. 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

- BEARDSLEE, H. C., 1918. The Russulas of North Carolina. — *J. Elisha Mitchell scient. Soc.*, 33: 147-197.
- BILLS, G. F., 1989. Southern Appalachian Russulas. IV. — *Mycologia*, 81: 57-65.
- BILLS, G. F. & O. K. MILLER, 1984. Southern Appalachian Russulas. I. — *Mycologia*, 76: 975-1002.
- BLUM, J., 1962. Les Russules. Flore monographique des Russules de la France et des pays voisins. — Éditions Paul Lechevalier, Paris, 227 p.
- BURLINGHAM, G. S., 1915. *Russula*. — *N. Am. Flora*, 9: 201-236.
- HESLER, L. R. & A. H. SMITH, 1960a. Studies on *Lactarius*. I. The North American species of section *Lactarius*. — *Brittonia*, 12: 119-139.
- HESLER, L. R. & A. H. SMITH, 1960b. Studies on *Lactarius*. II. The North American species of sections *Scrobiculatus*, *Crocei*, *Theiogali* and *Vellus*. — *Brittonia*, 12: 306-350.
- HESLER, L. R. & A. H. SMITH, 1979. The North American species *Lactarius*. — University of Michigan Press, Ann Arbor, 841 p.
- HOMOLA, R. L. & R. L. SHAFFER, 1975. A new *Russula* of the subsection *Nigricantes* from north-eastern North America. — *Mycologia*, 67: 428-434.
- MILLER, O. K., G. A. LAURSEN & B. M. MURRAY, 1973. Arctic and alpine Agarics from Alaska and Canada. — *Can. J. Bot.*, 31: 43-49.
- PHILLIPS, R., 1991. Mushrooms of North America. — Little, Brown & Co., Toronto, 319 p.
- 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.
- ROMAGNESI, H., 1967. Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord. — Bordas, Paris, 998 p.
- SHAFFER, R. L., 1962. The subsection *Compactae* of *Russula*. — *Brittonia*, 14: 254-284.
- SHAFFER, R. L., 1964. The subsection *Lactarioideae* of *Russula*. — *Mycologia*, 56: 202-231.
- SHAFFER, R. L., 1970. Notes on subsection *Crassotunicatinae* of *Russula*. — *Lloydia*, 33: 49-96.
- SHAFFER, R. L., 1972. North American Russulas of subsection *Foetentinae*. — *Mycologia*, 64: 1008-1053.
- SHAFFER, R. L., 1975. Some common North American species of *Russula* subsect. *Emeticinae*. — *Beih. Nova Hedwigia*, 51: 207-237.
- SHAFFER, R. L., 1989. Four white-capped species of *Russula* (Russulaceae). — *Mem. N.Y. bot. Gdn.*, 49: 348-354.
- SHAFFER, R. L., 1990. Notes on the *Archaeinae* and other Russulas. — *Contr. Univ. Mich. Herb.*, 17: 295-306.
- SMITH, A. H. & L. R. HESLER, 1962. Studies on *Lactarius*. III, The North American species of section *Plinthogali*. — *Brittonia*, 14: 369-440.
- 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.

La répartition de *Lychnis flos-cuculi* en Amérique du Nord et au Québec et son importance dans les Cantons de l'Est¹

Dominique DOYON

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

Résumé

La lychnide fleur-de-coucou ou la fleur-de-coucou (*Lychnis flos-cuculi* L.) à titre de plante ornementale a été signalée en Amérique du Nord avant 1850. Elle a été notée comme échappée de culture seulement après 1865 pour être ensuite reconnue parmi les plantes naturalisées vers 1890. L'aire de répartition de la fleur-de-coucou en Amérique du Nord semble restreinte à la partie la plus humide du climat tempéré, à l'est des Grands-Lacs. Espèce des climats frais, elle atteint l'île de Terre-Neuve au nord mais ne dépasse pas la Pennsylvanie et le centre du New Jersey au sud. Au Québec, la fleur-de-coucou est très fréquente surtout dans les Cantons de l'Est où elle fut récoltée pour la première fois au Lac Brome (Knowlton) en 1914. Dans cette région, la plante aurait même infesté les prairies depuis quelques décennies par suite de l'abandon des pratiques culturales et de la paissance. Rare sinon absente sur les sols très bien drainés ou secs, la fleur-de-coucou cause des infestations sur les sols de drainage imparfait à mauvais. Ces infestations apparaissent souvent dans des prairies encore dominées par des plantes fourragères usuelles mais aussi dans des groupements herbacés dominés par des scirpes, des *Carex* et par la renoncule acre (*Ranunculus acris* L.).

Abstract

Ragged robin or field campion (*Lychnis flos-cuculi* L.) was reported as an ornamental plant in North America before 1850. This species has been recorded as a garden escape after 1865, and considered to be a naturalized plant around 1890. The distribution of ragged robin is restricted to the most humid part of the temperate region, east of the Great Lakes. Known as a cool climate species, ragged robin reaches Newfoundland to the north but does not extend further south than Pennsylvania and central New Jersey. In Québec, ragged robin is very frequent in the Eastern Townships where it was first collected at Lac Brome (Knowlton) in 1914. There, since a few decades it was reported as infesting abandoned hayfields. Scarce or almost absent on very well drained or dry soils, ragged robin infestations develop mostly on imperfectly to poorly drained soils. Those infestations occur often in meadows still dominated by usual forage species, but also in herbaceous communities dominated by bulrushes, sedges and tall buttercup (*Ranunculus acris* L.).

Introduction

Lychnis flos-cuculi L., la lychnide fleur-de-coucou ou la fleur-de-coucou (Ferron & Cayouette, 1975) est une Caryophyllacée vivace, originaire d'Eurasie où son aire a été cartographiée par Meusel *et al.* (1965).

En Amérique du Nord, la répartition de la fleur-de-coucou n'a pas été cartographiée mais des ouvrages floristiques donnent la liste des états et des provinces où l'espèce est présente (Fernald, 1950; Gleason, 1952; Scoggan, 1978; Boivin, 1966).

¹ Contribution n° 367 de la Direction de la recherche et du développement, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

Aux États-Unis, l'espèce a été signalée comme plante ornementale par Eaton & Wright (1840). Elle fut ensuite mentionnée comme plante adventice dans la sixième édition du *Gray's manual of botany* (Watson & Coulter, 1890). Dans la septième édition de cet ouvrage, parue en 1908, la fleur-de-coucou est décrite comme une espèce introduite, souvent cultivée et se trouvant dans les endroits humides ou marécageux du nord-est de l'Amérique du Nord (Robinson & Fernald, 1908). Dans la huitième édition, Fernald (1950) rapporte que l'espèce est naturalisée dans le même territoire. Pour Britton & Brown (1897, 1913), la fleur-de-coucou est une espèce cultivée et fugitive venant d'Europe qu'on retrouve dans les lots vacants en Amérique du Nord. Dans l'édition de 1952 de cette flore, la fleur-de-coucou est qualifiée «d'échappée de culture» et de «naturalisée» dans les lots vacants (Gleason, 1952). Selon Gleason & Cronquist (1963), la fleur-de-coucou devient une plante fréquemment échappée de culture dans le nord-est du continent. Par ailleurs, Muenscher (1980) ne fait aucune mention de l'origine horticole de la fleur-de-coucou présente dans la flore introduite du nord-est de l'Amérique. D'après cet auteur, la fleur-de-coucou paraît avoir été disséminée surtout par suite de l'utilisation de semences fourragères impures ou non criblées. Cette opinion rejoint celle de Graves *et al.* (1910) à propos de la présence de la fleur-de-coucou dans les prés du Connecticut.

Au Canada, la fleur-de-coucou aurait été d'abord cultivée dans les jardins (Provancher, 1862) avant d'être signalée comme «échappée de culture» et «éphémère» par Hubbert (1867). Les premières récoltes de spécimens de cette nature proviennent du Nouveau-Brunswick et elles ont été citées par Macoun (1883) et par Fowler (1885). Clark & Fletcher (1909) mentionnent que la plante persiste dans les «vieux jardins» des provinces maritimes. Scoggan (1978) donne la répartition de l'espèce dans cinq provinces canadiennes: l'Ontario, le Québec, le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve. Pour cet auteur, la fleur-de-coucou est sans plus une espèce introduite dans les prés et les champs du Canada.

Au Québec, Marie-Victorin (1935) inscrit la fleur-de-coucou parmi les plantes introduites et rares. Groh (1946) et Raymond (1950) citent quelques localités situées dans les Cantons de l'Est. Rousseau (1968) relève les localités où l'es-

pèce avait été récoltée jusqu'alors. Il note que la majorité des récoltes proviennent des Cantons de l'Est et il partage l'idée énoncée par plusieurs botanistes à l'effet que la fleur-de-coucou est une introduction d'origine ornementale. Malgré l'augmentation de la population de cette espèce dans les Cantons de l'Est rapportée vers 1970 (Rousseau, 1968; Cody & Frankton, 1971), elle n'a jamais été classée comme mauvaise herbe importante au Québec, bien que son nom apparaisse dans le répertoire de Ferron & Cayouette (1975). En 1982, cependant, des conseillers agricoles ont remarqué l'envahissement progressif des champs de foin des Cantons de l'Est par la fleur-de-coucou (M. Perron, comm. pers.). Le problème a suscité des demandes de renseignements de la part des producteurs agricoles. Le personnel de l'herbier du Québec a fait des excursions dans les localités de la région en 1983 et 1984 pour apprécier l'importance des infestations. Le travail de prospection de la fleur-de-coucou s'est poursuivi jusqu'en 1987 dans les autres régions du Québec. Déjà, entre 1980 et 1984, l'inventaire des mauvaises herbes dans les cultures avait fourni des renseignements inédits sur l'importance des mauvaises herbes dans les régions agricoles du Québec (Doyon *et al.*, 1987; Lemieux *et al.*, 1988). Depuis la mise à jour de Rousseau (1968), toutes ces prospections floristiques et agronomiques ont apporté des connaissances nouvelles sur la répartition de la fleur-de-coucou au Québec et dans la région des Cantons de l'Est.

Le but de ce travail est d'abord de retracer l'établissement de la fleur-de-coucou en Amérique du Nord, puis au Québec, pour ensuite définir les habitats et les cultures où elle est présente, et enfin caractériser les prés qu'elle aurait envahis dans les Cantons de l'Est depuis plusieurs décennies.

Origine des données

Les données sur la répartition et l'habitat de la fleur-de-coucou proviennent en premier lieu des collections d'herbiers du Québec, du Canada et des États-Unis dont les acronymes utilisés dans le texte sont ceux de Holmgren *et al.* (1990). Les spécimens de la fleur-de-coucou examinés par l'auteur appartiennent aux herbiers suivants: QUE, QFA, MT, MTMG, SFS, DAO et CAN au Canada; GH, MAINE, NEBC et VT aux États-Unis. Des relevés de spécimens de la fleur-de-

coucou ont aussi été fournis par des botanistes à partir des collections des herbiers des Provinces maritimes (NBM, UNB et ACAD) et de plusieurs herbiers américains (CHRB, DOV, ISC, KIRI, MASS, NHA, NY, NYS, PENN, PH et YU). Les renseignements publiés se rapportant à la répartition de l'espèce au Canada et aux États-Unis ont été comparés à ceux provenant du relevé des collections d'herbiers.

Les résultats de l'inventaire des mauvaises herbes ont été consultés et un certain nombre de vérifications sur le terrain ont été effectuées dans les champs où l'espèce a été relevée (Doyon *et al.*, 1985; Doyon *et al.*, 1987; Doyon, 1987; Lemieux *et al.*, 1988). Des données plus nombreuses encore sont fournies par l'inventaire d'appoint de 1983 et de 1984 fait dans les Cantons de l'Est et par les prospections floristiques effectuées ensuite jusqu'en 1987 par le personnel de l'Herbier du Québec (Doyon *et al.*, 1985; Doyon, 1987). Dans chaque cas, les colonies de la fleur-de-coucou ont été notées sur des cartes topographiques et la superficie des champs ou des autres sites infestés a été estimée visuellement. Des spécimens témoins de chaque colonie repérée sont conservés à l'Herbier du Québec (QUE). Dans chaque cas, les espèces compagnes de la fleur-de-coucou ont été notées et l'habitat décrit sommairement. Des relevés floristiques détaillés ont été effectués dans 14 prés infestés à divers degrés par la fleur-de-coucou dans les comtés de Stanstead et de Compton. L'analyse floristique a été faite dans des quadrats de 2 m² où la fleur-de-coucou et les autres espèces ont été évaluées selon les indices de recouvrement de 1 à 4 d'après une modification de l'échelle adoptée par Doyon *et al.* (1982). Le drainage du sol a été apprécié selon les classes proposées par la Commission canadienne de pédologie (1978). La nomenclature des plantes utilisée dans le texte suit Fernald (1950) pour les plantes supérieures et Crum *et al.* (1973) pour les mousses.

Résultats et discussion

RÉPARTITION GÉNÉRALE

L'aire nord-américaine de la fleur-de-coucou adventice s'étend de la côte de l'Atlantique jusqu'à la vallée du Saint-Laurent et aux lacs Ontario et Erié et, de Terre-Neuve jusqu'au New Jersey (fig. 1a). L'espèce se situe entre le 40° et le 47° de latitude nord. En fait, elle ne dépasse guère le

45° de latitude nord en Nouvelle-Écosse et au Maine si l'on excepte la localité de Presqu'Île dans le nord de cet état (*Chamberlain 1135*, MAINE; fig. 1a). Quatre avant-postes septentrionaux voient le 48° de latitude nord: un premier au nord de la ville de Québec, dans le parc des Laurentides (*Y. Desmarais 1629*, QFA), deux autres au nord du Nouveau-Brunswick à Campbellton et à Nigadoo (Hinds, 1986) et le dernier à Hollyrood, Terre-Neuve (*Erskine 3049*, DAO).

L'aire de la fleur-de-coucou occupe en Amérique du Nord la partie la plus humide de la zone tempérée située à l'est des Grands-Lacs et du Saint-Laurent (fig. 1 et 2). C'est un territoire à climat frais (Wilsie, 1962) qui s'identifie avec la partie est de la ceinture des fourrages et des pâturages de l'Amérique du Nord (Klages, 1942; Dore, 1949) et plus spécifiquement aux États-Unis avec la région agricole du Nord-est (Sprague & Parsons, 1948). Les espèces fourragères utilisées traditionnellement et avec lesquelles la fleur-de-coucou peut s'être propagée sont: la fléole des prés (*Phleum pratense* L.), les trèfles (*Trifolium repens* L., *T. hybridum* L. et *T. pratense* L.), la luzerne (*Medicago sativa* L.), la fétuque rouge (*Festuca rubra* L.), et l'agrostide fine (*Agrostis tenuis* Sibth.). L'introduction de la fleur-de-coucou aurait d'abord eu lieu dans des localités situées surtout dans la zone tempérée chaude aux États-Unis. Après 1900 et 1920 (fig. 1b) cependant, la fleur-de-coucou a connu une assez forte extension dans la zone tempérée froide atteignant le nord des états de la Nouvelle-Angleterre, le Québec et les Provinces maritimes. Dans son aire d'origine en Eurasie, la fleur-de-coucou couvre les climats frais. Elle devient rare dans la partie méridionale de l'Europe, par exemple en climat méditerranéen (Chater, 1964; Guinochet & Vilmorin, 1973). En Amérique du Nord, les stations les plus méridionales sont également isolées dans la zone tempérée chaude (ou à été chaud) près du 40° degré de latitude nord dans les états de la Pennsylvanie et du New Jersey (fig. 1a; Wilsie, 1962).

L'histoire de l'établissement de la fleur-de-coucou en Amérique du Nord qui réfère à des spécimens d'herbier ou des observations publiées au cours des années est très liée à l'histoire du développement de la botanique dans cette partie du continent. La fleur-de-coucou a été découverte à l'état d'adventice après 1860, puis officiellement

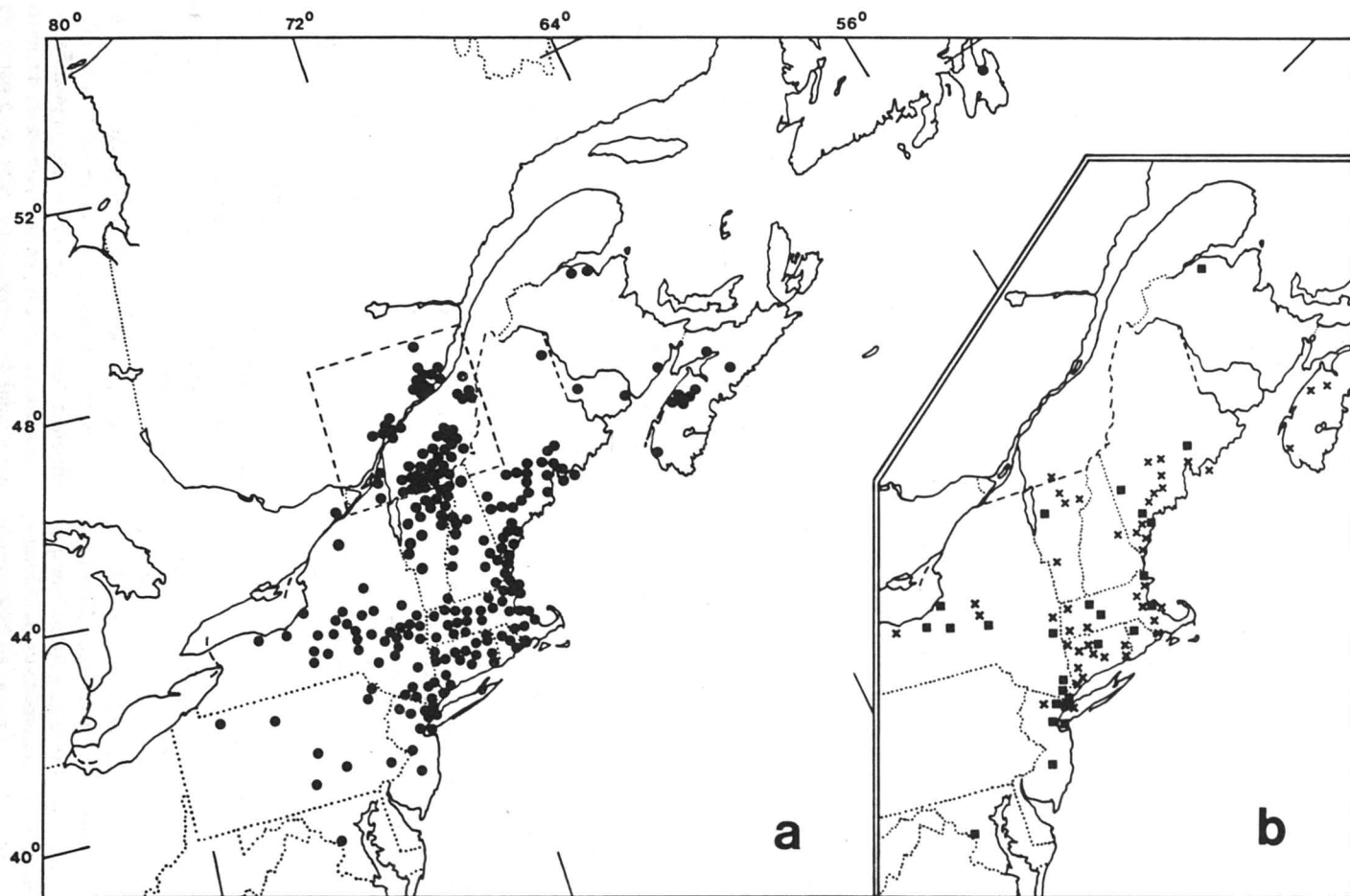


Figure 1a. Répartition géographique de la fleur-de-coucou en Amérique du Nord. ● Récoltes vérifiées par l'auteur (CAN, DAO, GH, MAINE, MT, MTMG, NEBC, QFA, QUE, SFS, VT) ou relevées par correspondance (ACAD, CHRB, DOV, ISC, KIRI, MASS, NBM, NHA, NY, NYS, PENN, PH, UNB, YU). Le territoire encadré par une ligne tiretée est agrandi à la figure 2. — Figure 1b. Répartition des récoltes anciennes à partir des mêmes sources: ■ avant 1900; x de 1900 à 1920.

admise comme espèce naturalisée peu après 1890 (Committee of the Botanical Club, 1983-84) et enfin, on l'a récoltée beaucoup plus fréquemment durant les années 1930. Chacun de ces événements a coïncidé avec une période d'augmentation très significative du nombre de botanistes et d'herborisations dans l'est de l'Amérique du Nord. Ces périodes marquantes de l'histoire de la botanique nord-américaine ont été mises en relief dans le travail de Rogers (1970).

Aux États-Unis, c'est au New Jersey qu'on aurait effectué la première récolte de fleur-de-coucou en 1865. On comptait une vingtaine de localités où l'on avait récolté la fleur-de-coucou avant 1900. On les voit réparties pour la plupart dans les états du Maine, du Massachusetts, du Connecticut, de New York et du New Jersey (fig. 1b). De 1900 à 1920, on a observé plusieurs stations de fleur-de-coucou authentifiées par des spécimens d'herbier qui se sont ajoutées tout particulièrement dans le Maine, dans le Massachusetts et dans le Connecticut (fig. 1b). Au Connecticut, Graves *et al.* (1910) ont reconnu la plante comme espèce naturalisée dans les prés. Au Vermont, à la frontière du Québec, elle était déjà naturalisée vers 1915 (Flynn & Brainerd, 1915).

Après 1920, le nombre de localités de la fleur-de-coucou a pratiquement doublé (fig. 1a). L'activité de l'herborisation après cette date semble avoir été intense notamment dans l'état de New York, bien que les mentions publiées de fleur-de-coucou sont quand même relativement rares. En Pennsylvanie, les quelques localités existantes sur la carte (fig. 1a) sont authentifiées par des spécimens témoins provenant des herbiers de Philadelphie (PENN et PH). Les récoltes indiquées dans le comté de Coös au New Hampshire (fig. 1a) constituaient des additions signalées par Harris (1967, 1969). La flore de la Nouvelle-Angleterre de Seymour (1969) ne montrait qu'une partie des localités indiquées sur les cartes présentées ici (fig. 1a et 1b).

Au Canada, les premiers spécimens d'herbier de la fleur-de-coucou proviennent de Campbellton, Nouveau-Brunswick (*R. Chalmers*, 1876, *s.n.*, CAN; 1880, *s.n.*, QUE; fig. 1b). H.R. Hinds (comm. pers.) souligne que la plante n'a pas été revue récemment dans cette localité. En Nouvelle-Écosse, il existe des récoltes de fleur-de-coucou d'avant 1920 dont la première serait celle de Waterville en 1915 (*R.M. Chute*,

s.n. ACAD; fig 1b). Fernald (1921) signalait la localité de Yarmouth à la suite d'une herborisation faite en 1920. Plusieurs autres stations découvertes entre 1920 et 1930 ont été d'abord citées par Groh (1946) avant d'apparaître sur la carte de répartition Roland & Smith (1969). Les seules localités qui soient authentifiées par des spécimens d'herbier en Ontario (Île Morrison) et à Terre-Neuve (Hollyrood) ont d'abord été mentionnées par Boivin (1966) et par Cody & Frankton (1971). Scoggan (1978) évoque aussi la possibilité d'une récolte de Guelph en Ontario avant 1900.

RÉPARTITION AU QUÉBEC

L'aire de la fleur-de-coucou au Québec comporte trois zones autour des villes de Québec, de Trois-Rivières et de Montréal près du fleuve Saint-Laurent, et une quatrième plus importante, celle des Cantons de l'Est à la frontière sud-est de la province (fig. 2). En fait, la carte détaillée comporte 95 localités dont 66 dans les Cantons de l'Est (fig. 2). Dans cette région, comme dans l'ensemble du Québec d'ailleurs, le nombre de localités est réparti approximativement au tiers dans chacune des périodes identifiées sur la carte: 1914 à 1966 (année du relevé de Rousseau, 1968), 1967 à 1982 (avant l'inventaire d'appoint) et entre 1983 et 1987.

On peut émettre l'hypothèse que la fleur-de-coucou s'est établie dans les Cantons de l'Est possiblement à partir de la Nouvelle-Angleterre, peut-être du Vermont plus spécifiquement. On sait que les pionniers lors de la colonisation des Cantons de l'Est provenaient de ces états voisins du Québec (Frankton & Raymond, 1941). Cependant, on ne possède pas de données permettant d'étayer l'hypothèse d'une introduction aussi hâtive. En se fiant aux collections de spécimens d'herbier, l'arrivée de l'espèce dans les Cantons de l'Est par le Vermont n'aurait pu se produire bien avant 1900 puisque la première récolte connue de la fleur-de-coucou dans cet état remonte à 1895 seulement. La première observation de la fleur-de-coucou en Nouvelle-Angleterre a été faite au Maine en 1869. Déjà à cette époque, l'étape de la colonisation proprement dite des Cantons de l'Est était à peu près terminée selon Frankton & Raymond (1941). On peut supposer que la dissémination dans cette région a dû se faire avant l'avènement de l'agriculture moderne alors qu'on utilisait fréquemment des semences non criblées.

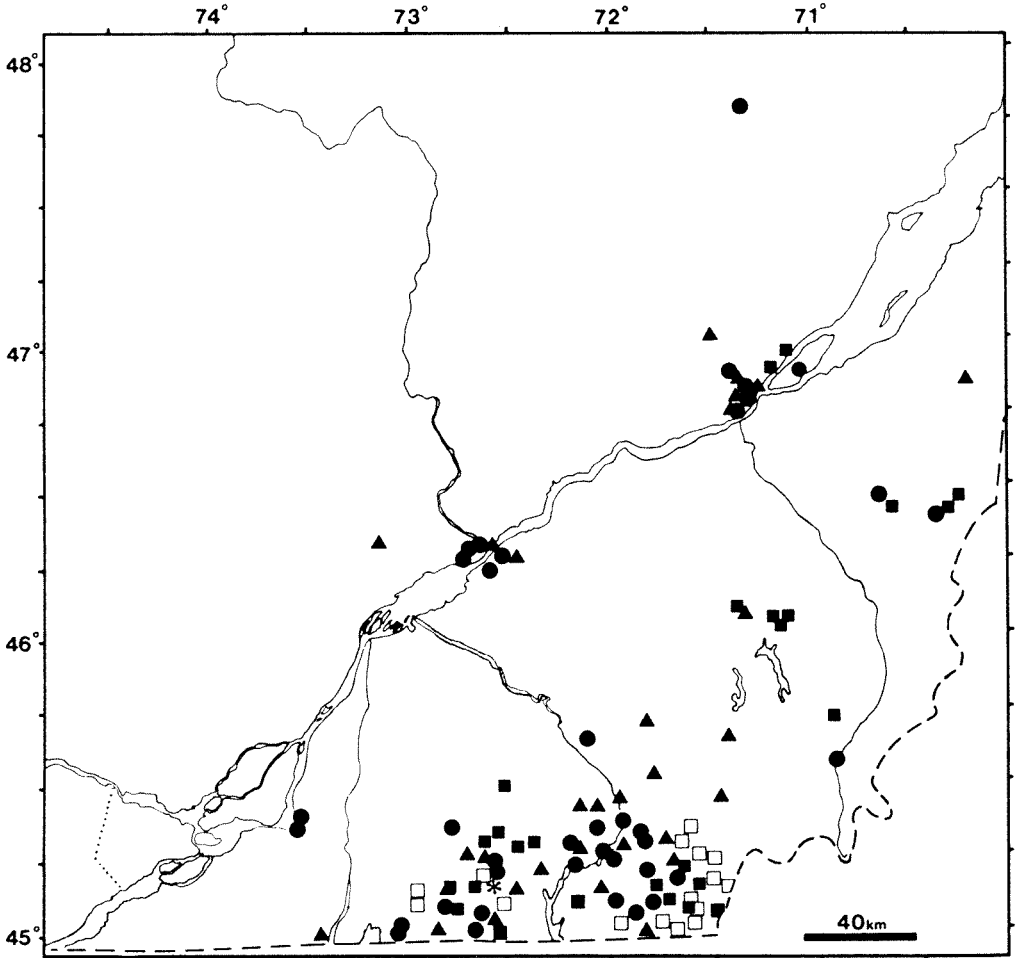


Figure 2. Répartition de la fleur-de-coucou au Québec. Spécimens vérifiés par l'auteur (CAN, DAO, MT, MTMG, QFA, QUE, SFS). * Première récolte en 1914 au Québec à Lac Brome (Knowlton); ● récoltes de 1925 à 1966; ▲ récoltes de 1967 à 1982; ■ récoltes de 1983 à 1987; □ observations de 1983 à 1987.

La toute première récolte de fleur-de-coucou au Québec que l'on connaisse est celle de Lac Brome ou de Knowlton dans les Cantons de l'Est en 1914 (fig. 1a, 1b et 2; tableau I). Elle est restée la seule récolte québécoise jusqu'en 1925, alors que la plante fut trouvée à Limoilou dans la ville de Québec (Fr. Michel, A 931, QUE). Entre 1930 et 1940, on l'a recoltée pour la première fois dans plusieurs localités en plus des Cantons de l'Est (tableau I; fig. 2). Des herborisations nombreuses faites entre 1983 et 1987 ont démontré la persistance de l'espèce dans la majorité de ces localités où elle avait été récoltée il y a 30, 40 ou 50 ans. Par contre, pour les stations indiquées à Laprairie

vers 1930 résultant probablement de spécimens cultivés (Frère Cléonique-Joseph, 1936), nous n'avons pas de données récentes prouvant leur persistance.

TYPES D'HABITATS

Les herbiers du Québec renferment au moins 200 spécimens de fleur-de-coucou dont près de 150 proviennent des Cantons de l'Est. Dans cette collection, 60 % des spécimens ont été prélevés dans des prairies ou des champs (humides) tandis que 20 % environ l'ont été sur les bords de routes et les fossés. Le reste des spécimens conservés

TABLEAU I

Liste annotée des premières récoltes de la fleur-de-coucou dans les comtés des Cantons de l'Est

Localisation	Année de la récolte	Auteur et herbier de référence
Comté de Brome		
Lac Brome	1914	<i>S. Fisher s.n.</i> , CAN
Abercorn	1935	<i>Marie-Victorin & R. Germain 30509</i> , MT
Brome	1937	<i>Marie-Victorin et al.</i> , 45508, MT
Sutton	1944	<i>Marie-Victorin et al.</i> , 44037, MT
Foster	1955	<i>C. Brien s.n.</i> , QFA
Comté de Compton		
Saint-Edwidge	1936	<i>H. Groh s.n.</i> , CAN
Compton	1956	<i>Fr. D. Danis 272</i> , SFS
Comté de Missisquoi		
Dunham	1938	<i>Marie-Victorin & R. Germain 49703</i> , MT
Saint-Armand	1943	<i>Marie-Victorin et al.</i> , 56908, MT
Comté de Richmond		
Richmond	1939	<i>K.B. Monks s.n.</i> , DAO
Comté de Frontenac		
Lac Mégantic	1939	<i>Fr. Allyre 547</i> , QFA
Comté de Stanstead		
Magog	1940	<i>L.M. Terrill 2943</i> , MTMG
North-Hatley	1947	<i>G. Lamarre 47-117</i> , QFA
Comté de Shefford		
Granby	1947	<i>Fr. Fabius Leblanc 1332</i> , MT
Comté de Sherbrooke		
Rock-Forest	1956	<i>G. Beaulieu s.n.</i> , QFA
Comté de Mégantic		
Thetford-Mines	1970	<i>H. Samson 33</i> , QFA
Comté de Wolfe		
Fontainebleau	1968	<i>C. Hamel & S. Brisson 14497</i> SFS

dans les herbiers se repartissent entre plusieurs catégories tels les jardins potagers, les gazons, les parterres, les lots vacants, les cultures annuelles (surtout les céréales) et les boisés. Le partage des spécimens d'herbier entre les principales catégories (prairies, champs, bords de routes et fossés) donne des résultats très similaires à ceux obtenus dans l'herbier NEBC de la Nouvelle-Angleterre (R. Angelo, comm. pers.), de même que dans l'herbier NYS de l'état de New York (C.J. Sheviak, comm. pers.).

La prépondérance des habitats ouverts et humides indiquerait que la fleur-de-coucou est plutôt hygrophile. Si l'humidité du substrat influence l'abondance de la fleur-de-coucou, cette dernière serait par ailleurs peu sensible aux propriétés chimiques des sols (Ellenberg, 1952).

Encore selon le même auteur, la plante serait une héliophyte non exclusive. La fleur-de-coucou a été trouvée quelques fois en forêt au Québec (Parc des Laurentides, 1953, QUE; Trowsers Lake, comté de Brome, 1974, *s.n.*, SFS). Son existence près d'anciens camps forestiers ou près de chemins d'exploitation forestière évoque l'idée d'une introduction par le transport de foin ou de paille. Une station forestière de fleur-de-coucou signalée par Harris (1969) à Pittsburg, New Hampshire, paraît être un cas similaire. Il semble qu'en Europe, la fleur-de-coucou peut survivre dans les forêts exploitées en taillis, comme la lychnide dioïque (*Lychnis dioica* L.) (Baker, 1948). La tolérance à l'ombre partielle permet sans doute aux espèces herbacées, comme la fleur-de-coucou, de persister dans la végétation dense des champs de foin ou prairies de fauche.

TABLEAU II

Principales espèces compagnes de la fleur-de-coucou dans les prairies infestées des comtés de Stanstead et de Compton, Cantons de l'Est

Recouvrement de la fleur-de-coucou	plus de 25 %			de 5 à 25 %					de 1 à 5 %					Présence (%) ***	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
Station (n°)															
Drainage du sol (classe) *	4-5	3	2-3	3-4	2-3	3	2-3	3	3-4	3	2	3	2-3	2	
Espèces herbacées															
<i>Phleum pratense</i> L.	•	1	2	1	4	3	4	3	1	3	4	2	2	2	92
<i>Stellaria graminea</i> L.	2**	1	1	2	1	•	2	3	1	2	1	2	1	1	92
<i>Ranunculus acris</i> L.	2	3	3	3	1	4	1	•	2	1	•	1	2	1	85
<i>Vicia cracca</i> L.	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	•	1	85
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	•	1	1	2	1	2	1	1	•	1	2	1	1	•	78
<i>Trifolium pratense</i> L.	2	1	2	•	4	•	2	•	•	1	2	2	1	•	64
<i>Festuca rubra</i> L.	1	2	2	•	3	•	•	•	•	2	1	3	4	1	64
<i>Hieracium pilosella</i> L.	•	1	1	1	•	2	•	•	1	1	1	•	•	2	57
<i>Agrostis alba</i> L.	•	•	1	•	1	•	1	•	2	1	1	1	3	•	50
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	•	1	1	•	1	3	•	•	•	1	1	1	•	•	50
<i>Galium palustre</i> L.	•	•	1	3	•	•	•	•	•	1	•	1	3	1	42
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	•	4	•	•	1	3	•	•	1	3	•	•	•	4	42
<i>Juncus tenuis</i> W.	2	1	•	1	2	•	•	•	•	1	•	•	•	1	42
<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	•	•	•	•	1	•	•	•	•	1	2	•	1	2	35
<i>Scirpus atrocinctus</i> Fern.	2	3	•	2	•	•	•	•	4	•	•	•	•	•	28
<i>Poa palustris</i> L.	•	•	1	3	•	•	3	•	•	•	2	•	•	•	28
<i>Scirpus atrovirens</i> W.	3	•	•	3	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•	21
<i>Carex scoparia</i> Schkuhr.	•	1	•	3	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	21
Espèce muscinale															
<i>Hypnum lindbergii</i> Mitt.	•	3	2	•	•	1	•	•	1	•	2	•	4	•	42

* Classes de drainage: 2, modérément bon; 3, imparfait; 4, mauvais; 5, très mauvais.

** Indices de recouvrement: •, absence; 1, moins de 1 %; 2, 1 à 5 %; 3, 6 à 25 %; 4, 26 % et plus.

*** Rapport (en %) du nombre de stations où l'espèce apparaît sur le nombre total de stations.

IMPORTANCE DANS LES CULTURES

Au Québec

Selon les spécimens conservés dans les herbiers, la fleur-de-coucou a été récoltée dans quelques localités appartenant à sept des douze régions agricoles du Québec. Les données de l'inventaire de mauvaises herbes montrent que cette espèce n'a été relevée dans les cultures que dans la seule région des Cantons de l'Est (Doyon *et al.*, 1987; Lemieux *et al.*, 1988). Dans l'ensemble des cultures recensées en priorité (qui ne comprenaient pas les champs de plantes fourragères déjà établies) la fleur-de-coucou a été observée dans six champs de céréales sur les 118 étudiés dans les Cantons de l'Est. L'espèce était absente de tous les relevés effectués dans la même région dans les cultures de maïs, de fraises, de framboises et dans les prairies en première année d'implantation.

Dans les Cantons de l'Est

L'inventaire d'appoint mené en 1983 et 1984 dans une partie des Cantons de l'Est a permis de détecter en quelques semaines 250 stations ou colonies de fleur-de-coucou dont près de 200 dans les comtés de Compton et de Stanstead. De toutes les stations, 70 % se trouvaient dans des prés et 25 % sur les bords de routes et dans les fossés. Le reste des colonies étaient localisées dans une dizaine de champs de céréales et dans un pâturage. La moitié de toutes les stations repérées avaient une superficie égale ou supérieure à 0,01 acre (40 m²) chacune. Plusieurs champs de foin avec infestation de 1 et 2 acres ont été notés. On a même observé des infestations de 5, 10 et 20 acres dans des vieilles prairies des comtés de Stanstead, de Compton, de Brome et de Shefford (Doyon *et al.*, 1985; Doyon, 1987).

Flore des prairies infestées

Les prairies qui sont l'habitat principal de la fleur-de-coucou sur les terres agricoles ont été étudiées de façon spéciale dans les comtés de Stanstead et de Compton. La flore associée à la fleur-de-coucou dans les sites infestés comporte environ une centaine d'espèces communes aux prairies et aux pâturages du Québec et des Cantons de l'Est décrits tout particulièrement par Dore (1936, 1949). Près d'une vingtaine de ces espèces sont importantes dans la végétation des champs étudiés en raison de leur fréquence ou de leur recouvrement (tableau II).

Les stations infestées par la fleur-de-coucou comportent un cortège floristique habituel com-

prenant entre autres la fléole des prés, le pissenlit (*Taraxacum officinale*), la vesce jargeau (*Vicia cracca*) parmi les plantes les plus fréquentes, et aussi les graminées fourragères spontanées, dominantes dans certaines stations. La fleur-de-coucou se multiplie sur des terrains plats ou déprimés où le drainage du sol est déficient (tableau II). Dans ces endroits, plusieurs espèces appartenant à la flore hygrophile accompagnent la fleur-de-coucou: la stellaire à feuilles de graminées (*Stellaria graminea*), la renoncule âcre, le gaillet palustre (*Galium palustre*), le jonc ténu (*Juncus tenuis*), les scirpes à ceinture noire et noirâtre (*Scirpus atrocinctus* et *S. atrovirens*), le carex à balais (*Carex scoparia*), en plus d'une mousse, l'hypne de Lindberg (*Hypnum lindbergii*).

La fleur-de-coucou est une plante médiocre comme foin et même vénéneuse à l'état vert (Ellenberg, 1952). Elle diminue donc la valeur agronomique des champs de plantes fourragères, particulièrement les plus humides où elle s'associe aux scirpes, aux carex, aux juncs et à la renoncule âcre. Cette dernière espèce a aussi des propriétés toxiques reconnues (Ellenberg, 1952; Muenscher, 1980).

Les travaux culturaux, en remuant le sol, empêchent l'établissement de la fleur-de-coucou (Muenscher, 1980). La propagation végétative de l'espèce est lente (Roland & Smith, 1969) et nous avons noté que les rhizomes courts ne produisent que des rosettes peu enracinées qui peuvent se dessécher rapidement. On trouve donc très rarement l'espèce dans les cultures annuelles où s'exerce à chaque année l'action répressive des travaux culturaux. La fleur-de-coucou est aussi très sensible à l'atrazine (chloro-2 éthylamino-4 isopropylamino-6 triazine-1, 3, 5), un herbicide largement utilisé dans la culture du maïs (B. Maltais, comm. pers.; Doyon *et al.*, 1985). La présence de l'espèce dans quelques champs de céréales pourrait être reliée au fait que l'implantation de telles cultures se fait souvent sans l'apport d'herbicide.

Par ailleurs on sait, par les auteurs européens surtout, que la fleur-de-coucou est tolérante à la fauche mais qu'elle diminue graduellement dans les herbages à mesure qu'augmentent la paissance et le piétinement des animaux (Bournérias, 1968; Sougnez & Limbourg, 1963). On pourrait trouver là l'explication de l'absence de la fleur-de-coucou des pâturages des Cantons de l'Est visités au cours des années 1980, ou étudiés antérieurement

par plusieurs botanistes (Dore 1936, 1949; Frankton & Raymond, 1941; Dansereau & Gille, 1949; Knutti, 1961).

Remerciements

Nous remercions tout spécialement Jean-Guy Denis qui a travaillé à l'inventaire de 1983 et de 1984 dans les Cantons de l'Est. Merci également à Louise Guay qui a participé à plusieurs phases de la réalisation du projet. L'auteur exprime sa gratitude à tous les conservateurs et aux botanistes associés aux herbiers du Canada et des États-Unis qui ont bien voulu nous prêter des spécimens ou nous fournir des relevés de spécimens de fleur-de-coucou.

Références

- BAKER, H. G., 1948. Stages in invasion and replacement demonstrated by species of *Melandrium* — J. Ecol., 36: 96-119.
- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada III. — Naturaliste can., 93: 583-646.
- BOURNÉRIAS, M., 1968. Guide des groupements végétaux de la région parisienne. — Société d'enseignement supérieur, Paris, 290 p.
- BRITTON, N. L. & L. A. BROWN, 1897. An illustrated Flora of northern United States, Canada and the British possessions. Vol. II. Portulacaceae to Menyanthaceae. — Charles Scribner's Sons, New York, 643 p.
- BRITTON, N. L. & L. A. BROWN, 1913. An illustrated Flora of the northern United States and Canada. 2nd ed. — Dover Publications Inc., New York, vol. 2, 735 p.
- CHATER, O. A., 1964. *Lychnis* L. — Pages 156-157 in T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. H. Valentine, S. M. Walters & D. A. Webb (ed.). Flora Europaea. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, 464 p.
- CLARK, G. H. & J. FLETCHER, 1909. Les mauvaises herbes du Canada. 2^e édition. — Ministère fédéral de l'agriculture. Imprimerie du Gouvernement, Ottawa, 196 p.
- CLÉONIQUE-JOSEPH, Fr., 1936. Étude du développement floristique en Laurentie. — Laboratoire de botanique de l'Université de Montréal, Contribution n° 27, 246 p.
- CODY, W. J. & C. FRANKTON, 1971. Ragged Robin, *Lychnis flos-cuculi* L. (Caryophyllaceae), in Canada. — Can. Fld-Nat., 85: 256.
- COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE, 1978. Le système canadien de classification des sols. — Ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa, Publ. n° 1646, 170 p.
- COMMITTEE OF THE BOTANICAL CLUB, 1893-1894. List of Pteridophyta and Spermatophyta growing without cultivation in northeastern North America. — Mem. Torrey bot. Club, no. 5, 377 p.
- CRUM, H. A., W. C. STEERE & L. E. ANDERSON, 1973. A new list of mosses of North America north of Mexico. — Bryologist, 76: 85-130.
- DANSEREAU, P. & A. GILLE, 1949. Écologie des principaux types de pâturages des environs de Granby. II. — Agriculture, 5: 269-306.
- DORE, W. G., 1936. Pasture studies, X. Succession and variation in the botanical composition of permanent pastures. — Scient. Agric., 16: 569-590.
- DORE, W. G., 1949. Pasture associations of eastern Canada. — Abstr. doct. Diss. Ohio St. Univ., 56: 225-229.
- DOYON, D., J.-M. DESCHÊNES, C. J. BOUCHARD & R. RIOUX, 1982. Les inventaires de mauvaises herbes dans les principales cultures au Québec. Buts et méthodologie. — Phytoprotection, 63: 10-21.
- DOYON, D., B. MALTAIS, J.-G. DENIS & L. GAUTHIER, 1985. Distribution, habitat et répression de la lychnide fleur-de-coucou (*Lychnis flos-cuculi* L.). — Phytoprotection, 66: 172-173.
- DOYON, D., 1987. *Lychnis flos-cuculi*: sa répartition au Québec et son importance dans les Cantons de l'Est. — Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction de la recherche agro-alimentaire, Bull. interne, Eurêka n° 2, p. 4.
- DOYON, D., C. J. BOUCHARD & R. NÉRON, 1987. Inventaire dans les cultures du Québec (1980-1984). Principales données des relevés floristiques et agronomiques de cinq (5) régions agricoles. — Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, Service de recherche en phytotechnie de Québec, Mémoire n° 4, 5 volumes, 421 p.
- EATON, A. M. & J. WRIGHT, 1840. North American botany; native and common cultivated plants north of Mexico. 8th edition. — Elias Gates, Troy, N.Y., 625 p.
- ELLENBERG, H., 1952. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. II. Wiesen und Weiden. — Eugen Ulmer, Stuttgart, 143 p.
- FERNALD, M. L., 1921. The Gray Herbarium expedition to Nova Scotia, 1920. — Rhodora, 23: 257-278.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany. 8th edition — American Book Co., New York, 1632 p.
- FERRON, M. & R. CAYOUILLE, 1975. Noms des mauvaises herbes du Québec. 3^e édition. — Agriculture Québec, Direction de la recherche et de l'enseignement, Publ. n° QA38R4-4, 113 p.

- FLYNN, N. F. & E. BRAINERD (ed.), 1915. Flora of Vermont. List of ferns and seed plants growing without cultivation. — Bull. agric. Exp. Stn. Burlington, no. 187, 259 p.
- FOWLER, J., 1885. Preliminary list of the plants of New Brunswick. — Bull. nat. Hist. Soc. New Brunswick, 4: 8-84.
- FRANKTON, C. & L. C. RAYMOND, 1941. Pasture studies. XX. An ecological and crop survey of Stanstead county. — Scient. Agric., 22: 178-194.
- GLEASON, H. A., 1952. The new Britton and Brown illustrated flora of the north eastern United States and adjacent Canada. 3 volumes. — New York Botanical Garden, 482 p., 655 p., 589 p.
- GLEASON, H. A. & A. CRONQUIST, 1963. Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada. — D. Van Nostrand, New York, 810 p.
- GRAVES, C. B., E. H. EAMES, C. H. BISSEL, L. ANDREWS, E. B. HARGER & C. A. WEATHERBY, 1910. Catalogue of the flowering plants and ferns of Connecticut growing without cultivation. — State Geological and natural history survey, Hartford, Connecticut, Publ. no. 14, 569 p.
- GROH, H., 1946. Canadian weed survey. Third report. — Canada Department of Agriculture, Ottawa, 70 p.
- GUINOCHE, M. & R. DE VILMORIN, 1973. Flore de France. — Centre national de la recherche scientifique, Paris, Fascicule n° 1, 366 p.
- HARRIS, S. K., 1967. Notes on the flora of Coös county, New Hampshire. II. — Rhodora, 69: 29-34.
- HARRIS, S. K., 1969. Notes on the flora of Coös county, New Hampshire. III. — Rhodora, 71: 166-174.
- HINDS, H. R., 1986. Flora of New Brunswick. — Primerose Press, Fredericton, New Brunswick, 885 p.
- 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.
- HUBBERT, J., 1867. Catalogue of the flowering plants and ferns indigenous to, or naturalized in Canada. — Dawson Brothers, Montréal.
- KLAGES, K. H. W., 1942. Ecological crop geography. — MacMillan Co., New York, 615 p.
- KNUTTI, H. J., 1961. The influence of certain environmental factors, particularly soil types, on the sward cover of permanent pasture in selected areas of the St-Lawrence lowland, Eastern podzol, and Laurentide upland regions or Quebec. — Ph.D. Dissertation, McGill University, 219 p.
- LEMIEUX, C., A. LAROUCHE, A. LÉGÈRE, J.-M. DESCHÈNES & R. RIOUX, 1988. Inventaire des mauvaises herbes au Québec: cultures céréalières; cultures de maïs, de pommes de terre et de fraises; prairies et pâturages. — Agriculture Canada, Direction générale de la recherche, Station de recherches, Sainte-Foy (Québec), Bulletins d'extension n° 2, 84 p.; n° 3, 45 p.; n° 4, 64 p.
- MACOUN, J., 1883. Catalogue of canadian plants. Part I. Polypetalae. — Dawson Brothers, Montréal, 192 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. Flore Laurentienne. — Imprimerie de la Salle, Montréal, 924 p.
- MEUSEL, H., E. JAGER & E. WEINERT, 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. — Jena, 583 p.
- MUENSCHER, W. C., 1980. Weeds. 2nd edition. — Cornell University, Ithaca, New York, 586 p.
- PROVANCHER, L., 1862. Flore canadienne. Vol. I. — J. Darveau, Québec, 470 p.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. — Mém. Jard. bot. Montréal, n° 5, 147 p.
- ROBINSON, B. L. & M. L. FERNALD, 1908. Gray's new manual of botany. 7th edition. — American Book Co., New York, 926 p.
- ROGERS, C. M., 1970. Some observations on the history of botanical collecting in eastern North America. — Castanea, 35: 78-79.
- ROLAND, A. E. & E. C. SMITH, 1969. The flora of Nova Scotia, 2nd edition. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 26: 1-238, 277-743.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. — Naturaliste can., 95: 49-171.
- SCOGGAN, H. J., 1978. The flora of Canada. Part 3, Dicotyledonae (Saururaceae to Violaceae). — Natn. Mus. nat. Sci., Ottawa, Publ. Bot. no. 7, p. 547-1115.
- SEYMOUR, F. C., 1969. The flora of New England. — Charles E. Tuttle Co., Rutland, Vermont, 596 p.
- SOUGNEZ, N. & P. LIMBOURG, 1963. Les herbages de la Famenne et de la Fagne. — Bull. Inst. agron. Stns Rech. Gembloux, 31: 359-413.
- SPRAGUE, V. G. & M. S. PARSONS, 1948. The northeastern States. Grassland is well suited. — Pages 391-395 in A. Stefferud (ed.) Grass. The Yearbook of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, 892 p.
- WATSON, S. & J. M. COULTER, 1890. Gray's manual of botany. 6th edition. (Cité par H. Groh, 1946).
- WILSIE, C. P., 1962. Crop adaptation and distribution. — W. H. Freeman and Company, San Francisco, 448 p.

The insect community in an outlet stream of an acidified lake

R. Allen CURRY

Zoology Department
University of Guelph
Guelph (Ontario) N1G 2W1

and

Perce M. POWLES

Biology Department
Trent University
Peterborough (Ontario) K9J 7B8

Résumé

Cette étude porte sur une communauté d'insectes échantillonnée à l'embouchure d'un ruisseau d'écoulement d'un lac acidifié au centre de l'Ontario. Il fut impossible de discerner aucun patron dans la majorité des groupes fonctionnels en fonction de la distance du ruisseau d'écoulement. La communauté était dominée par les simuliidées *Prosimulium* et *Simulium*. L'abondance de ces espèces ($> 165/0,1 \text{ m}^2$) ainsi que la réduction significative de la proportion des organismes filtreurs à l'embouchure comparativement aux sites en aval suggèrent que l'acidité du lac a affecté la disponibilité de la nourriture.

Abstract

The insect community in an outlet stream of an acidified lake in central Ontario was examined. No clear patterns of distribution among the majority of functional groups or behaviour guilds could be related to distance from the lake outflow. The simuliids *Prosimulium* and *Simulium* dominated the community. Their abundance ($> 165/0.1 \text{ m}^2$) and the significantly reduced proportion of all filter-feeding organisms at the outflow in comparison to downstream sites suggested lake acidity altered food availability.

Introduction

Acidic deposition can reduce species abundance and diversity and alter community structure of insect communities in lotic environments (Hall *et al.*, 1987; Kimmel *et al.*, 1985; MacKay & Kersey, 1985; Simpson *et al.*, 1985). In contrast, lakes unaltered by acidic deposition can enhance insect abundances, particularly filter-feeding organisms, in their outlet streams (Bronmark & Malmqvist, 1984; Cushing, 1963; Müller, 1955; Wotton, 1979). The effects of acidic lakes on insect communities in outlet streams are not known.

The experimental acidification of outflow streams (Hall, 1990, 1992; Allard & Moreau,

1987) suggests declines in species abundance and diversity can occur. These declines appear more pronounced in outlet streams not previously exposed to acidic deposition (Hall, 1992). The implications of short-term experiments for natural systems are questionable as lake acidification in the majority of eastern North America is a long-term process. The acute nature of the treatments in an experimental acidification may produce a response (e.g., emigration) to a "stress" rather than accurately portray the long-term effects of lake acidification on insect communities in outlet streams. Such protracted changes in the environment would allow for adaptations in the entire ecosystem (Hall & Ide, 1987; Schindler *et al.*, 1985).

George Lake of the LaCloche Mountains in central Ontario represents one historical example of lake acidification. Lake acidity has varied from $\text{pH} > 6$ in the early 1960s, to $\text{pH} \approx 5$ in 1970-1980 (Harvey *et al.*, 1981), and to $\text{pH} > 5.5$ by 1985. As many as 25 or more generations of insects in the Chikanishing River, the George Lake outlet, have been exposed to this dynamic environment. We cannot fully understand the influence of the lake on the outlet stream insects without a pre-impact history of the insect community. However, we can hypothesize that the lake acidification produced a community adapting to the continually changing environment. We examined the insects of the Chikanishing River to: 1) determine if the present community structure could be related to lake acidity; 2) provide a baseline data set for continuing research on the effects of acidification on the insect communities of the Chikanishing River and other lake outlets.

Methods

The Chikanishing River is located approximately 60 km southwest of Sudbury, Ontario ($46^{\circ}01'N$, $81^{\circ}25'W$; Fig. 1). The stream flows 3.5

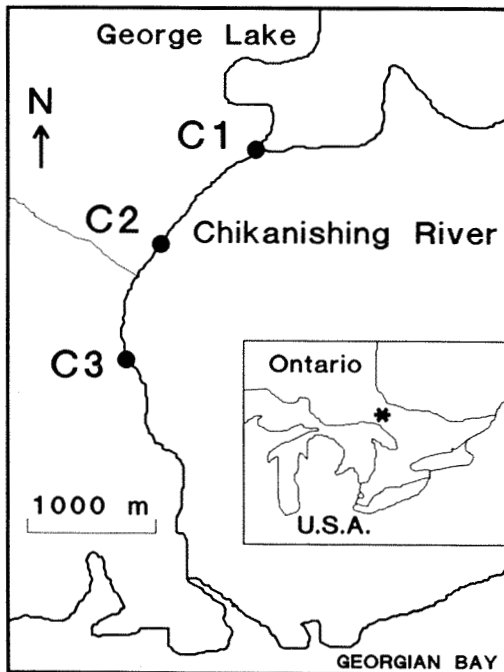


Figure 1. Chikanishing River, Ontario illustrating the three sampling sites for insects (C1, C2, and C3).

km where it enters Georgian Bay. Stream width varies from 5-7 m, with depths to 3 m. A 4-m waterfall is located 2.2 km downstream from George Lake.

Three sampling sites were selected at 10 m downstream of George Lake (C1), 1000 m downstream (C2), and 1800 m downstream (C3) (Fig. 1). All sites were riffle zones with C2 and C3 immediately below pools. There was 0% overhead cover at site C1, 25% at C2, and $< 25\%$ at C3. In winter, water depth ranged from 30-50 cm (C1), 40-50 cm (C2), and 30-75 cm (C3), while the mean current velocity at mid-depth in April was 0.39, 0.44, and 0.30 m/s at site C1, C2, and C3, respectively. The substrate at all sites consisted of cobbles 7-30 cm in diameter with gravel, sand, and detritus in the substrate matrix.

We collected insects in winter (Dec-Mar) when the occurrence of the greatest seasonal abundances (e.g., Giberson & Hall, 1988; Hynes, 1970) provides the best description of community structure. However, the most extreme increases in stream acidity occur during spring and fall (Jeffries *et al.*, 1979; Schieder *et al.*, 1979); therefore, we also sampled during November and April allowing examination of the insect community with respect to the most severe conditions the insects experienced.

Insects were collected on Nov. 27, 1985, Jan. 3, Feb. 17, Mar. 18, and Apr. 21, 1986 from each of the three sites. A Surber-type sampler (500 μm mesh) was used to collect three random samples at each site. Each sample enclosed an area of 0.1 m^2 . Cobbles within the sampler were removed and their surfaces scraped into the net of the sampler. The remaining substrate material was agitated to a depth not less than 10 cm for 60 seconds. Samples were preserved in 70% ethanol and later sorted in the laboratory with a dissecting microscope. Specimens were identified to genus when possible using primarily Merritt & Cummins (1984). Organisms were further classified into functional groups (predators, shredders, collector-filters, collector-gatherers, and scrapers) and basic behavioural guilds (swimmers, climbers, clingers, sprawlers, and burrowers) after Merritt & Cummins (1984).

A water sample was collected from each site at the time of the invertebrate sampling and later analyzed for pH, total aluminium, and calcium. Analyses were conducted by the Ontario Ministry of the Environment (OMOE). Sampling proce-

dures and analyses strictly adhered to the criteria established by OMOE (Anonymous, 1981).

The majority of insect and chemistry data failed the assumptions of parametric analyses (e.g., independence of residuals). To maintain consistency of analyses, a Kruskal-Wallis test with repeated measures ($\alpha = 0.05$) was used for among site comparisons (Sokal & Rohlf, 1981), with Tukey multiple comparisons ($\alpha = 0.05$) between sites used if significant differences were detected (Zar, 1984).

Results and Discussion

The hydrogen-ion concentrations in the Chikanishing River ranged from pH 5.5 (C1 in April) to 5.9 (C3 in February; Fig. 2). Levels were significantly lower ($P < 0.05$) at the outflow than at the two downstream sites (not significantly different). The longitudinal patterns of total aluminium and calcium (Fig. 2) were not apparent during the winter. Experimental acidification of streams indicates the present level of acidity in the Chikanishing River is unlikely to influence the insect community (e.g., Allard &

Moreau, 1987; Hall, 1990). However, the insect community structure in the Chikanishing River is not a result of short-term experimental acidification. Rather, the community reflects the ecosystem's history of direct acidic deposition (Harvey *et al.*, 1981), short-term, acidic inputs during spring snowmelt (Curry *et al.*, 1990) and fall rain events (Fig. 2), and the present-day reductions in acidic deposition (Keller & Pitbaldo, 1986). These changes in the environment have been ongoing since the early 1960s at least. Consequently, the insect community should reflect long-term adjustments rather than acute behavioural responses to a rapidly changing environment.

A total of 54 taxa were collected from the three sites during the winter (Table I). Dipterans were the most abundant forms at each site (27 genera). The four wholly aquatic orders, Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, and Odonata, were present in a generic ratio of 5:2.3:1:1. This varies from Wiggins & MacKay's (1978) suggested distribution of 2.8:2.5:1.3:1 for nearctic lotic systems, but greater numbers of trichopteran taxa are characteristic of other central Ontario streams experiencing acidic deposition (MacKay & Kersey, 1985).

Blackfly larvae (*Prosimulium* and *Simulium*) were the most dominant organisms (always $> 60\%$ and usually $> 90\%$ of the total sample abundance) and the only insects present at every site throughout the winter (Table I). This may be a consequence of their general tolerance to acidic conditions (Chmielewski & Hall, 1992; Okland & Okland, 1986). Among the other Orders, only the plecopteran *Shipsa* was observed regularly at all sites beginning in February.

No ephemeropterans were sampled at the lake outflow (Table I). An absence or species shift from sensitive to tolerant ephemeropterans at the most acidic site would be predicted from studies of stream acidification (Fiance, 1978; Hall, 1992; Hall & Ide, 1987). The ephemeropteran, *Siphlopecton* sp. (Metretopodidae), was observed, but not sampled, throughout the river downstream of the outflow after March.

The total abundance of insects was greatest at C2 (mean \pm SEM: $838 \pm 247/0.1 \text{ m}^2$) and lowest at C1 (190 ± 97 ; Fig. 3). These differences were significant and a reflection of simuliid abundances (Fig. 3). Their significantly greater numbers at C2 (822 ± 248) and C3 (314 ± 64) than

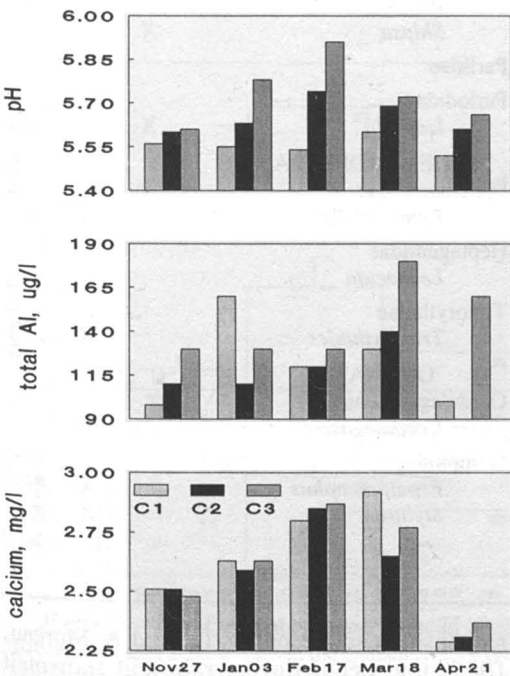


Figure 2. Levels of pH, total aluminium, and calcium in the Chikanishing River during winter, 1985-1986.

TABLE I

Invertebrate taxa observed at three sites in the Chikanishing River, November 1985 — April 1986

Taxa	C1	C2	C3	Taxa	C1	C2	C3
DIPTERA							
Chironomidae				Hydroptilidae			
Chironominae	X	X		<i>Leucotrichia</i>	X		
<i>Constempellina</i>	X	X		Leptoceridae			
Orthoclaadiinae				<i>Mystacides</i>		X	
<i>Nanocladius</i>	X	X		<i>Oecetis</i>	X		
Podonominae				Limnephilidae			
<i>Parochlus</i>	X		X	<i>Anabolia</i>		X	
Tanypodinae	X		X	<i>Chyranda</i>	X	X	
<i>Paramerina</i>	X			<i>Nemotaulius</i>			X
<i>Pentaneura</i>		X		<i>Pseudostenophylax</i>	X		
<i>Zavrelimyia</i>		X	X	Molannidae			
Empididae	X			<i>Molanna</i>		X	
<i>Chelifera</i>			X	Polycentropodidae			
<i>Hemerodromia</i>	X	X		<i>Neureclipsis</i>	X	X	X
Simuliidae				<i>Polycentropus</i>		X	
<i>Prosimulium</i>	X	X	X	Rhyacophiloidae			
<i>Simulium</i>	X	X	X	<i>Rhyacophila</i>	X	X	X
Tabanidae				PLECOPTERA			
<i>Chrysops</i>			X	Nemouridae	X	X	
<i>Silvius</i>	X	X	X	<i>Nemoura</i>	X	X	X
<i>Tabanus</i>			X	<i>Prostoia</i>			X
Tipulidae				<i>Shipsa</i>	X	X	X
<i>Antocha</i>		X		Perlidae		X	
<i>Brachypremna</i>			X	Perlodidae		X	
<i>Dricanota</i>	X	X		<i>Isoperla</i>	X		X
<i>Hexatoma</i>		X		EPHEMEROPTERA			
<i>Limnophila</i>			X	Ephemerellidae			
<i>Limonia</i>		X		<i>Ephemerella</i>		X	X
<i>Pedicia</i>		X		Heptageniidae			
<i>Tipula</i>	X	X		<i>Leurocuta</i>			X
Ceratopogonidae				Tricorythidae			
<i>Atrichopogon</i>	X			<i>Tricorythodes</i>		X	
<i>Bezzia</i>	X			ODONATA			
S.O. CYCLORRHAPHA	X			Cordulegastridae			
Ephydriidae		X	X	<i>Cordulegaster</i>		X	
TRICHOPTERA				Gomphidae			
Glossosomatidae				<i>Erpetogomphus</i>		X	
<i>Glossosoma</i>			X	<i>Stylurus</i>		X	
Hydropsychidae							
<i>Cheumatopsyche</i>	X	X	X				
<i>Hydropsyche</i>	X						

C1 (166 ± 96) contrasts the enhanced abundances observed in outflows of non-acidified lakes (Bronmark & Malmqvist, 1984; Carlsson *et al.*, 1977; Wotton, 1979). Acidity could influence simuliid numbers directly or through drifting in

response to acidic pulses (Allard & Moreau, 1987) that occur during rain and snowmelt events. A pH depression during November was suggested at C3 at least (Fig. 1). However, even the depressed pH levels in the stream (pH > 5)

were unlikely to directly influence abundances given the pH tolerance of simuliids. The density differences among sites may be related to variable tolerances at the species level of simuliids (Chmielewski & Hall, 1992). This possibility cannot be addressed in the present study. Potential differences in habitat among sites could also affect simuliid abundances, but food availability appears to have the most critical influence on abundances (Carlsson *et al.*, 1977; Morin *et al.*, 1988; Sheldon & Oswood, 1977). Plankton productivity may not be affected by lake acidification (Harvey *et al.*, 1981; Schindler *et al.*, 1985). Alterations of community structure can occur (Roff & Kwaitkowski, 1977; Schindler *et al.*, 1985; Sprules, 1975). If such changes altered the availability of plankton as food items to simuliid larvae, for example increasing plankton size (Havens & Heath, 1991), then abundances immediately below acidified lakes could be reduced in comparison with areas farther downstream. Here inputs of allochthonous materials from the forest could enhance food resources.

The taxonomic richness appeared to decrease with distance from the outlet (Fig. 3). A greater number of taxa at the most acidic site is not predicted from other lotic acidic environments

(MacKay & Kersey, 1985, Simpson *et al.*, 1985). More data is required to determine if the taxa differences in the Chikanishing River are truly significant (Type II errors may be present. Fig. 3) and the extent of the lake's influence on taxa richness. All three sites shared 8 taxa, with C1-C2, C1-C3, and C2-C3 sharing 8, 3, and 3 taxa, respectively (Table I). This suggests the greatest similarity of community structure among sites occurred between C1 and C2. Furthermore, this suggests habitats were similar and habitat alone could not account for the observed differences in abundance.

Collectors dominated the functional groups at all sites comprising $86 \pm 3\%$, $98 \pm 1\%$, and $94 \pm 3\%$ of the community at C1, C2, and C3, respectively (Fig. 4). The collectors were primarily filter-feeders with gatherers only representing $1.1 \pm 0.8\%$, $0.2 \pm 0.1\%$, and $0.2 \pm 0.1\%$ at C1, C2, and C3, respectively (not significantly different, $P > 0.05$). The large number of simuliids dictated these results. Still, the significant

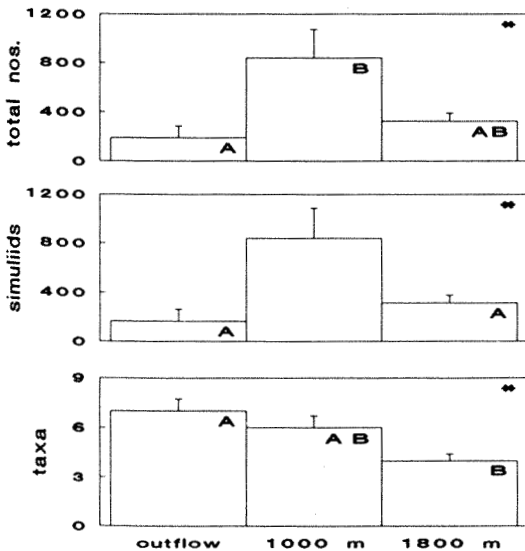


Figure 3. Insect total abundance, simuliid abundances, and taxa at three sites in the Chikanishing River during winter, 1985-1986. Values are mean \pm SEM / 0.1 m². Sites with same letters are not significantly different ($P > 0.05$); *, significantly different ($P < 0.05$).

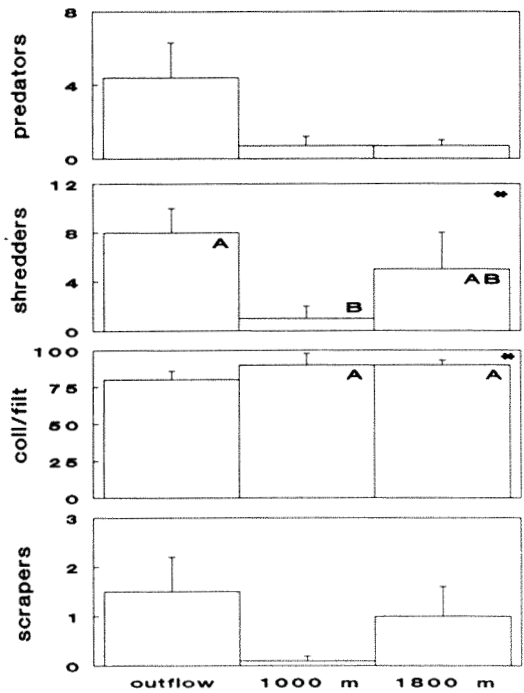


Figure 4. Distribution of insect functional groups at three sites in the Chikanishing River during winter, 1985-1986. Values are percentages, mean \pm SEM / 0.1 m². Sites with same letters are not significantly different ($P > 0.05$); *, significantly different ($P < 0.05$).

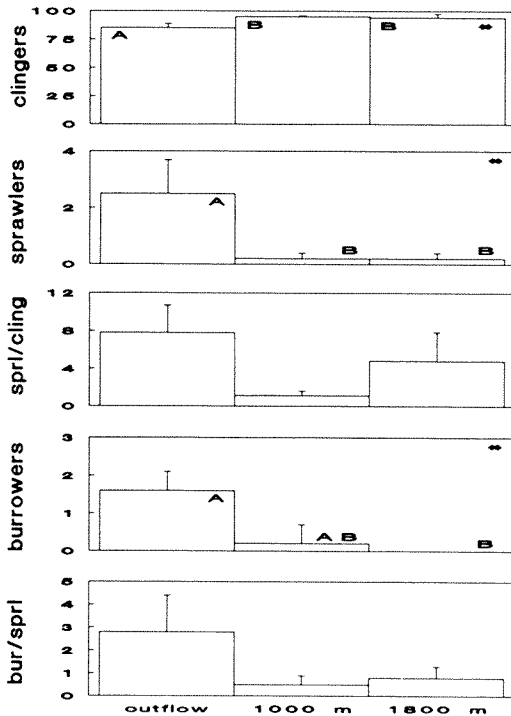


Figure 5. Distribution of insect behavioural guilds at three sites in the Chikanishing River during winter, 1985-1986. Values are percentages, mean \pm SEM / 0.1 m². Sites with same letters are not significantly different ($P > 0.05$); *, significantly different ($P < 0.05$).

reduction in the percentage of collector/filter-feeders at the lake outflow suggests the lake is influencing food resources (Cushing, 1963; Morin *et al.*, 1988; Müller, 1955).

MacKay & Kersey (1985) found increased shredder populations in a survey of central Ontario's acidic streams. We observed a significant and greater percentage of shredders (8%) at the most acidic site (C1) in the Chikanishing River. Predators comprised $< 5\%$ of the communities at all sites, scrapers were $< 1\%$ reflecting their typical contribution to acidic lotic communities (Hall, 1990, 1992; MacKay & Kersey, 1985).

The *Siphlopecton* mayfly was the only "swimming" insect larvae observed during the study. The proportion of clingers was significantly different among sites ($C2 = C3 > C1$; $P < 0.05$) and dominated the behavioural guilds ($> 85\%$) because of the abundance of simuliids (Fig. 5). There were a greater percentage of sprawlers and

burrowers ($P < 0.05$) at the upstream sites (Fig. 5). Studies have indicated that epifauna are affected by acidity (Allard & Moreau, 1987; Dermott *et al.*, 1986; Hall, 1992). This may be the situation in the Chikanishing River where a significantly lower proportion of clingers comprised the community at the outflow and no definitive burrowers existed at C3.

Conclusion

The outlet of George Lake has undergone a long and varied history of acidification. Associated with these changes has been the development of an insect community that is dominated by simuliids. The abundance of simuliids and the percentage of all filter-feeding insects were reduced in the immediate vicinity of the lake contrary to the pattern in non-acidified lake systems. This may represent an effect of lake acidification on food availability in outlet streams which has not been reported previously. Further investigations of other lake outlet streams and continuing studies on the George Lake outlet are required to elucidate this potential.

Acknowledgements

We are grateful for logistic support provided by V. Liimatainen and J. Gunn (Ontario Ministry of Natural Resources) and water chemistry analyses provided by W. Keller and P. Gale (Ontario Ministry of the Environment). We thank B. Ferguson and T. Hoggarth for superior field assistance, V. Swinson for assisting with invertebrate identifications, and B. Bourgoin for the Resumé. Comments by R. Hall and an anonymous reviewer were appreciated.

References

- ALLARD, M. & G. MOREAU, 1987. Effects of experimental acidification on a lotic macroinvertebrate community. — *Hydrobiologia*, 144: 37-49.
- ANONYMOUS, 1981. Outline of analytical procedures. — Ontario Ministry of the Environment, Tech. Rep., Toronto, 246 p.
- BRONMARK, C. & B. MALMQVIST, 1984. Spatial and temporal patterns of lake outlet benthos. — *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 22: 1986-1991.
- CARLSSON, M., L. M. NILSSON, B. SVENSSON, S. ULFSTRAND & R. S. WOTTON, 1977. Lacustrine seston and other factors influencing the blackflies (Diptera: Simuliidae) inhabiting lake outlets in Swedish Lapland. — *Oikos*, 29: 229-238.

- CHMIELEWSKI, C. M. & R. J. HALL, 1992. Responses of immature blackflies (Diptera: Simuliidae) to experimental pulses of acidity. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 49: 833-840.
- CURRY, R. A., P. M. POWLES, V. A. LIIMAINEN & J. M. GUNN, 1990. Emergence chronology of brook charr (*Salvelinus fontinalis*) alevins in an acidic stream. — *Envir. Biol. Fish.*, 31: 25-31.
- CUSHING, C. E., 1963. Filter-feeding insect distribution and planktonic food in the Montreal River. — *Trans. Am. Fish. Soc.*, 92: 216-219.
- DERMOTT, R., J. R. M. KELSO & A. DOUGLAS, 1986. The benthic fauna of 41 acid sensitive headwater lakes in north central Ontario. — *Water Air Soil Pollut.*, 28: 283-292.
- FIANCE, S. B., 1978. Effects of pH on the biology and distribution of *Ephemerella funeralis* (Ephemeroptera). — *Oikos*, 31: 332-339.
- GIBERSON, D. J. & R. J. HALL, 1988. Seasonal variation in faunal distribution within the sediments of a Canadian Shield stream, with emphasis on responses to spring floods. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 45: 1994-2002.
- HALL, R. J., 1990. Relative importance of seasonal, short-term pH disturbances during discharge variation on a stream ecosystem. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 47: 2261-2274.
- HALL, R. J., 1992. Effects of episodic acid disturbances on lake outflow benthic communities at the Experimental Lakes Area, Ontario: An area of low hydrogen ion deposition. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, (in press).
- HALL, R. J. & F. P. IDE, 1987. Evidence of acidification effects on stream insect communities in central Ontario between 1937 and 1985. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 44: 1652-1657.
- HALL, R. J., C. D. DRISCOLL & G. E. LIKENS, 1987. Importance of hydrogen ions and aluminium in regulating the structure and function of stream ecosystems: an experimental test. — *Freshwat. Biol.*, 18: 17-43.
- HARVEY, H. H., R. C. PIERCE, P. J. DILLON, J. R. KRAMER & D. M. WHELPDALE, (ed.) 1981. Acidification in the Canadian aquatic environment: scientific criteria for assessing the effects of acid deposition on aquatic ecosystems. — National Research Council of Canada, Ottawa, NRCC no. 18475, 371 p.
- HAVENS, K. E. & R. T. HEATH, 1991. Increased transparency due to changes in the algal size spectrum during experimental acidification in mesocosms. — *J. Plankton Res.*, 13: 673-679.
- HYNES, H. B. N., 1970. The ecology of stream insects. — *A. Rev. Ent.*, 15: 25-42.
- JEFFRIES, D. S., C. COX & P. J. DILLON, 1979. Depression of pH in lakes and streams in central Ontario during snowmelt. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 36: 640-646.
- KELLER, W. & J. R. PITBALDO, 1986. Water quality changes in Sudbury area lakes: a comparison of synoptic surveys in 1974-76 and 1981-83. — *Water Air Soil Pollut.*, 29: 285-296.
- KIMMEL, W. G., D. J. MURPHEY, W. E. SHARPE & D. R. DEWALLE, 1985. Macroinvertebrate community structure and detritus processing rates in two southern Pennsylvania streams acidified by atmospheric deposition. — *Hydrobiologia*, 124: 97-102.
- MACKAY, R. J. & K. E. KERSEY, 1985. A preliminary study of aquatic insect communities and leaf decomposition in acidic streams near Dorset, Ontario. — *Hydrobiologia*, 122: 3-11.
- MERRITT, R. W. & K. W. CUMMINS, 1984. An introduction to the aquatic insects of North America, second edition. — Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, Iowa, 722 p.
- MORIN, A., C. BACK, A. CHALIFOUR, J. BOISVERT & R. H. PETERS, 1988. Effect of blackfly ingestion and assimilation of seston transport in a Quebec lake outlet. — *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 45: 705-714.
- MÜLLER, K., 1955. Investigations of biological production in rivers of northern Sweden. III. The significance of lakes and still water zones to production in rivers. — *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm*, 36: 148-162.
- OKLAND, J. & K. A. OKLAND, 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. — *Experientia*, 42: 471-486.
- ROFF, J. C. & R. E. KWAITKOWSKI, 1977. Zooplankton and zoobenthos communities of selected northern Ontario lakes of different acidities. — *Can. J. Zool.*, 55: 89-911.
- SCHIEDER, W. A., D. S. JEFFRIES & P. J. DILLON, 1979. Effects of acidic precipitation on Precambrian freshwaters in southern Ontario. — *J. Great Lakes Res.*, 5: 34-51.
- SCHINDLER, D. W., K. H. MILLS, D. F. MALLEY, D. L. FINDLEY, J. A. SHEARER, I. J. DAVIES, M. A. TURNER, G. A. LINSEY & D. R. CRUIKSHANK, 1985. Long-term ecosystem stress: The effects of years of experimental acidification on a small lake. — *Science (Wash., D.C.)*, 228: 1395-1401.
- SHELDON, A. L. & M. W. OSWOOD, 1977. Blackfly (Diptera: Simuliidae) abundance in a lake outlet: test of a predictive model. — *Hydrobiologia*, 56: 113-120.
- SIMPSON, K. W., R. W. BODE & J. R. COLQUHOUN, 1985. The macroinvertebrate fauna of an acid-stressed headwater stream system in the Adirondack Mountains, New York. — *Freshwat. Biol.*, 15: 671-681.

- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF, 1981. *Biometry*, second edition. — W. H. Freeman and Company, New York, 859 p.
- SPRULES, W. G., 1975. Midsummer crustacean zooplankton communities in acid-stressed lakes. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 32: 389-395.
- WIGGINS, G. B. & R. J. MACKAY, 1978. Some relationships between systematics and trophic ecology in Nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. — *Ecology*, 59: 1211-1220.
- WOTTON, R. S., 1979. The influence of a lake on the distribution of blackfly species (Diptera: Simuliidae) along a river. — *Oikos*, 32: 368-372.
- ZAR, J. H., 1984. *Biostatistical analysis*, second edition. — Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., 718 p.

Comments on the measurement of soil water status in a forest water balance study

T. N. PAPAKYRIAKOU

*Department of Geography
University of Waterloo, Waterloo (Ontario) N2T 3G1*

and

J. H. McCAUGHEY

*Department of Geography
Queen's University, Kingston (Ontario) K7L 3N6*

Résumé

Un réseau d'échantillonnage a été installé à l'été 1987 pour mesurer la teneur en eau volumétrique et le potentiel de l'eau du sol dans quatre sites afin d'évaluer le bilan hydrique d'une forêt. Les caractéristiques du couvert forestier étaient différentes dans chaque site. La teneur en eau volumétrique (Θ) et le potentiel de l'eau du sol (Ψ) ont été respectivement mesurés avec une sonde à neutron et un psychromètre à thermocouples. La calibration *in situ* de la sonde à neutron a mis en évidence la définition de cinq courbes de calibration selon les différents regroupements des tubes d'accès basés sur les localisations et la profondeur du sol. La période des relevés comprenait un cycle prolongé de ressuyage du sol. La variabilité de Θ et Ψ est étroitement associée à la variation de la distribution des racines dans le profil de sol. Les résultats démontrent que les moyennes des teneurs en eau du sol étaient différentes entre plusieurs sites caractérisés par une couverture foliacée similaire et fermée. Tout suivi de l'état hydrique du sol en forêt devrait augmenter l'échantillonnage de Θ et Ψ dans les zones où la concentration des racines est élevée et variable. De plus, les mesures devraient comprendre une partie du profil de sol sous la zone des racines afin de tenir compte du flux d'eau vertical entrant et sortant de la zone des racines. Les relevés devraient être faits à plusieurs endroits, couvrant ainsi une diversité de couverts forestiers et de micro-reliefs de surface.

Abstract

A measurement network was established during the summer of 1987 to monitor the soil water status (both volumetric soil moisture content and soil water potential) at four sampling sites for a forest water balance study. These sites varied with respect to forest canopy characteristics. The volumetric soil moisture content, Θ , and soil water potential, Ψ , were measured with a neutron probe and thermocouple soil psychrometers, respectively. An *in situ* calibration of the neutron probe identified five possible calibrations for different combinations of access tube location and soil depth. The measurement period encompassed a prolonged drying cycle. Variability in both Θ and Ψ closely follows observed variations in root distribution within the soil profile. A comparison of mean Θ from different locations within the measurement network indicates that soil moisture measurement at different locations often produces dissimilar mean Θ under full canopy conditions. Any network for monitoring forest soil water status should sample both Θ and Ψ heavily in areas of high and variable root concentration and their measurement should extend to beyond the terminal root depth to account for the water flux into or out of the root zone. Monitoring should be performed at many locations, sampling a variety of canopy coverage and regions of variable surface micro-relief.

Introduction

Forests offer a particularly challenging surface over which to estimate evapotranspiration because it is logistically difficult to obtain good meteorological data for input into current evapotranspiration models (Spittlehouse & Black, 1981, McCaughey, 1985). Evaluating the evapotranspiration rate as a residual in the water balance equation is an alternative approach that is conceptually simple and allows all necessary measurements to be made from beneath the forest canopy with a minimal amount of user expertise and sophisticated instrumentation. Obtaining good spatial averages of inputs for a forest water balance is difficult because of the typical spatial variation in tree species, canopy architecture, and soil properties. For regions where subsurface lateral flow and surface run-off may be ignored, the water balance equation over a time interval may be expressed as

$$Ewb = P_g - (\Delta W + D), \quad (1)$$

where P_g is the total gross precipitation, Ewb is the total evapotranspiration, ΔW is the change of water depth in the soil, and D is the total water flow out of ($D > 0$) or into ($D < 0$) the bottom of the soil profile. All terms in Equation 1 have units of $\text{mm} \cdot \text{time}^{-1}$.

Soil water depletion (or accumulation) is obtained as the difference between the final and initial root zone water depths for a time interval. The root zone water depth is

$$W = \int_0^{zb} \Theta_z dz, \quad (2)$$

where zb is the terminal rooting depth and Θ_z is the volumetric soil moisture content at a depth, z . The magnitude and direction of D is a function of the unsaturated hydraulic conductivity and the magnitude and direction of the soil water potential gradient at the bottom of root zone, as dictated by Darcy's Law.

An evaluation of the water balance technique for this forest appears in a companion paper, Papakyriakou & McCaughey (1991). The water balance technique did provide good estimates of evapotranspiration. A close agreement between the water balance estimates and the Bowen ratio/energy balance estimates of evapotranspiration suggests that the soil water status was adequately measured.

The experimental site, a mixed coniferous/deciduous forest, represents a heterogeneous can-

opy and variable soil properties. A measurement network was implemented during the summer of 1987 to monitor the soil water status (both Θ and soil water potential, Ψ) for the forest water balance study.

This paper will highlight observed variability in Θ and Ψ within the forest, and describe and comment on a sampling strategy for the measurement of both Θ and Ψ .

Experimental site and methods

This experiment was performed in a mature mixed forest at the Petawawa National Forestry Institute (PNFI), $45^\circ 58' \text{N}$, $77^\circ 25' \text{W}$, at Chalk River, Ontario. An extensive biomass inventory of the area is reported in Saxton & McCaughey (1988).

Gillespie *et al.* (1964) classified the study area's soil as a Monteaagle-rock complex, being a combination of Monteaagle sandy loam soil, bare rock, and organic soils. The soil is stony, having been derived from till parent material, and a soil volume consists, on average, of 70% sand, 18% silt, and 12% clay size fractions.

To sample a variety of forest covers, sites were identified which varied with respect to predominant tree species, canopy coverage and canopy height. Four sampling sites, labelled 1 through 4, were selected east of a 40-m high climatological instrument tower (Fig. 1a). At each of the sampling sites a tree(s) was selected to represent the area on the basis of height and species and to serve as the focal point for the measuring network for the site. Characteristics of the respective sites appear in Table I.

Soil bulk densities were obtained from soil samples of known volume (80 cm^3) extracted using a soil core sampler (Soiltest Inc., Illinois, USA) from exposed pit faces at each site. Before the soil sample was accepted, the contents were stirred to ensure that the sample did not contain coarse fragments uncharacteristic of the soil matrix. Measured bulk densities increase with depth and the average bulk density between 5 and 10 cm, 10 and 20 cm, and beneath 20 cm are 0.85, 0.90 and $1.22 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, respectively. These values are on the low end of values reported by Brady (1990) for sandy loams. The low bulk densities in the upper 20 cm of the profile are attributed to less aggregation and high root penetration in the upper soil layers. The root zone depth var-

TABLE I

Soil moisture sampling site characteristics. Tree species refers to the predominant upper canopy trees, with the exception of site 2, where no upper canopy trees are present

Characteristics	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Tree species*	WP, RO, RM	BF, RM	RO, RM, A	WP, BF, RO
Focal tree(s)	WP, RO	BF	RO	WP
Focal tree heights (m)**	16.7-20.3	4.8	14.4-18.8	9.6
Soil depth (m)	0.6-0.7	0.6-0.7	1-1.2	1-1.2
Soil contact	Bedrock	Bedrock	Till	Till
Organic layer (cm)	4	6	4	7
Access tubes	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8	9, 10, 11	12, 13

* RO, WP, BF, RM, and A, refer to red oak (*Quercus rubra* L.), white pine (*Pinus strobus* L.), balsam fir [*Abies balsamea* (L.) Mill.], red maple (*Acer rubrum* L.), and largetooth aspen (*Populus grandidentata* Michx.), respectively.

** Where more than one focal tree is listed (see also Figure 3), the tree heights are given as a range.

ies among sites, but there is an abrupt end to the zone of high root density around 45 cm of depth. Few fine roots were observed beneath 45 cm and none was observed below 70 cm.

Surface volumetric soil moisture content (Θ_0) was obtained as the average of the gravimetric moisture contents from two surface soil samples taken exclusively from a large sample area near the instrument tower (Fig. 1a). Sampling was constrained to the surface 4 cm, incorporating material from the surface organic horizons. An estimate of average surface bulk density is $0.116 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. This represents the average bulk density of each surface gravimetric sample extracted during the study.

The gravimetric approach is destructive by nature, and for this reason the daily gravimetric sampling was exclusively performed within the sample area. These moisture estimates are assumed as representative of all four soil moisture sampling sites. This assumption is deemed acceptable because occasional comparisons between Θ_0 and that obtained from regions outside the sampling area failed to produce differences in surface moisture content greater than those observed within the sampling area itself.

A neutron probe (Troxler, model 3332) and soil psychrometers (Wescor PCT-55) were used to monitor Θ and Ψ , respectively. The distribution of the neutron probe access tubes and the soil psychrometers is shown in Figure 1b. The term "Wescor string" in the figure identifies a profile

of three to four soil psychrometers installed at roughly 15-cm depth intervals.

Subsurface soil moisture content was measured at 10-cm depth increments, starting at a depth of 10 cm beneath the soil surface. Prior to moisture measurements at a tube, a soil basket was placed over the tube to prevent the escape of neutrons into the air for near-surface measurements. The baskets were approximately $25 \times 35 \times 17$ cm in dimension and consisted of a chicken wire frame lined with nylon mosquito netting. In the centre of the basket was 20 cm of ABS tubing (51 mm ID). This tubing acted as a sleeve, such that the basket could be snugly fitted over the access tube. The baskets were housed in the soil surface during non-measurement periods so that they would maintain the moisture characteristics of the surrounding surface soils.

The soil psychrometers were installed into the exposed face of a soil pit in the vicinity of an access tube following Nnyamah & Black (1977). Each of the 23 soil psychrometers was calibrated at $22\text{--}37^\circ\text{C}$ in solutions of sodium chloride (NaCl) of known molality. The water potentials of the calibrating solutions were obtained from Lang (1967).

An intensive measurement period extended from July 24 to September 10, 1987, during which Θ was measured every 2 to 4 days and soil water potential was measured at least once per day until August 3, after which both were measured twice for every day that the site was

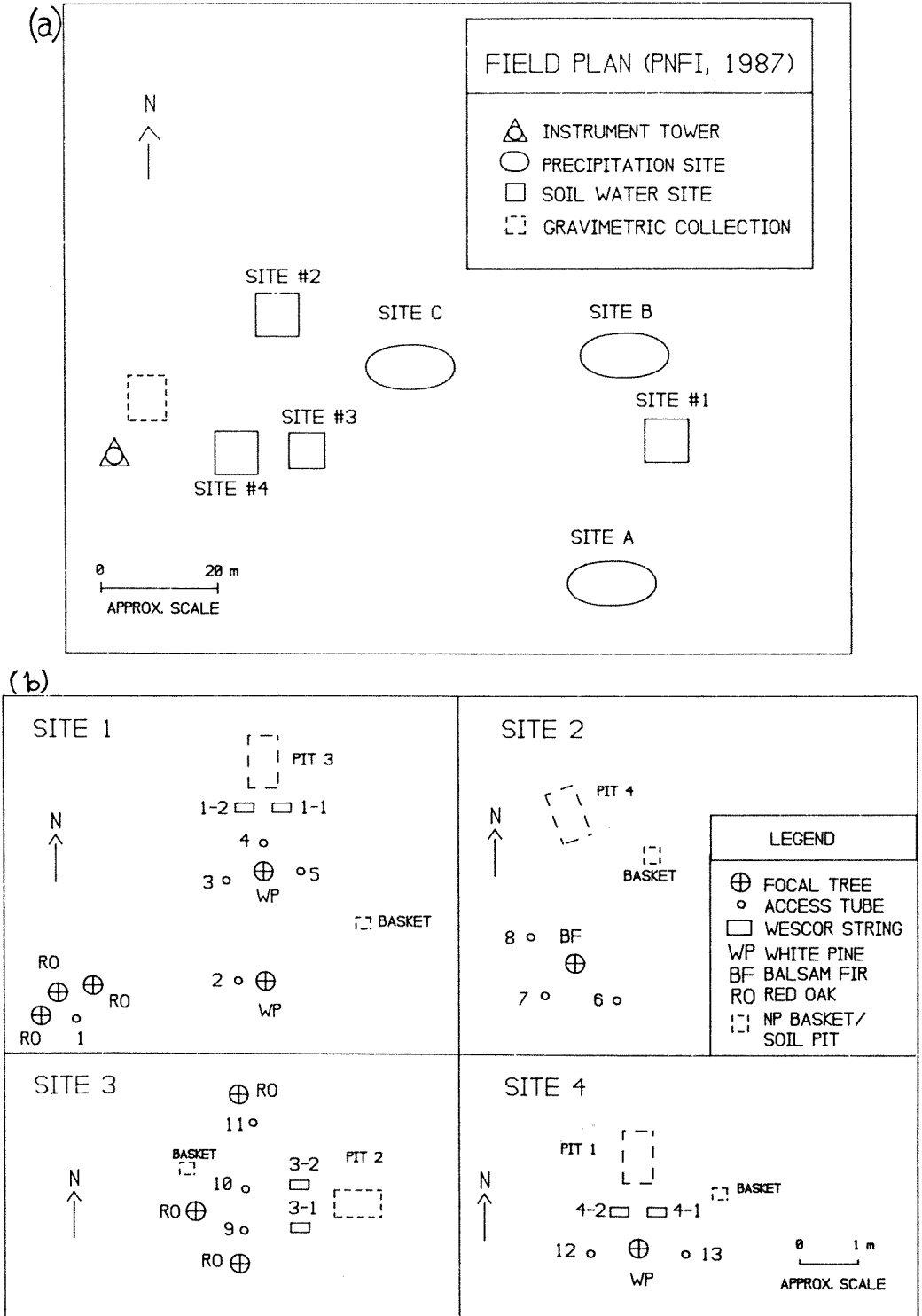


Figure 1. a) Schematic of the PNFI soil moisture and net precipitation measurement network. b) Detailed schematic of soil moisture measurement sites.

attended (around 0800 and 1400 LAT). The post-intensive measurement period extended until November 2, during which time Θ was measured periodically (every 5 to 16 days).

CALIBRATION OF NEUTRON PROBE

To calibrate the neutron probe, a number of soil samples for the gravimetric determination of Θ were collected at measurement depths in the vicinity of each access tube immediately following a neutron probe measurement. A Dutch auger (Canadian Forestry Equipment, Ltd.) was used for soil sampling, and it proved to be a fast and efficient way of obtaining soil samples, particularly in the stony soil. This sampler frequently provided enough soil at a depth for two soil samples, each between 80 and 120 g. The sampling process was repeated periodically through the season to sample over a range of soil moisture.

The presence of coarse material (mineral material >2 mm in diameter) in a gravimetric sample should deflate the soil moisture contents of a sample. However, a coarse material correction (Reinhart, 1961) was not performed, since, upon examination, the volume of coarse material in the respective samples had little apparent influence on the moisture contents of the sample. A

simple procedure used to investigate the influence of coarse material on soil moisture content consisted of comparing the change in soil moisture content with the difference in percent volume of coarse material between two gravimetric samples extracted from the same auger soil sample.

The scatter evident in the calibration data (Fig. 2) discounts the use of a single calibration for this measurement network. Other studies indicate that a single calibration may not be adequate for moisture measurements within a soil profile (Chanasyk & McKenzie, 1986; Giles *et al.*, 1985). Strong linear relations were obtained when the calibration data were sorted into groups of common tube and depth combinations. The five curves superimposed on the data apply to soil volumes in the vicinity of three depth zones (30 cm, 40 and 50 cm, and 60 and 70 cm) and five tube groupings (A to E). The regression coefficients appear in Table II, and discussion pertaining to the calibration error associated with the neutron probe is provided by Papakyriakou & McCaughey (1991).

The 10- and 20-cm depths are not considered in the calibration process because the effectiveness of the neutron probe for near-surface measurements was still unclear. The 30-cm depth cal-

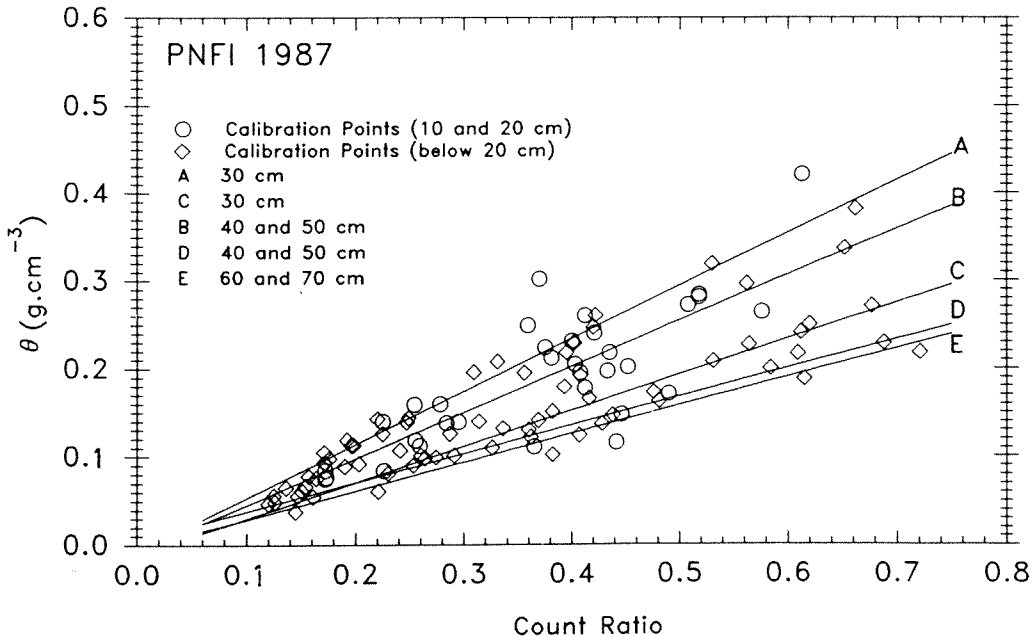


Figure 2. Five sample calibration curves within the full neutron probe calibration data set. Volumetric soil moisture content, Θ , was obtained gravimetrically.

TABLE II

Coefficients for neutron probe calibration equations, A through to E*

Depth (cm)	Group	A ₀	A ₁	SE	r ²
30	A	-0.006	0.602	0.009	99%
40 and 50	B	-0.007	0.523	0.017	96%
30	C	-0.011	0.408	0.009	97%
40 and 50	D	0.006	0.325	0.017	92%
60 and 70	E	0.003	0.323	0.013	95%

* A₀, A₁, SE and r², represent the offset, slope, standard error of the regression and coefficient of determination, respectively.

ibration curves (A and C) were applied to the same tube groups for the shallower depths, resulting in standard errors of 0.031 and 0.032 g·cm⁻³ for the 20-cm depth, tube groups A and C, respectively, and 0.022 and 0.032 g·cm⁻³ for the 10-cm depth, tube groups A and C, respectively.

Results and analysis

EVALUATION OF THE NEUTRON PROBE

Soil water potential and volumetric soil moisture content were measured at the same depth (60 cm) at sites 3 and 4. The *in situ* soil moisture retention curves shown in Figure 3 were obtained by plotting only the data pairs (Θ , Ψ) measured during a drying cycle. These curves provide an independent check on the performance and calibration of either the neutron probe or the soil psychrometers, and since tensiometers were not incorporated into the study, it provides a means of estimating Ψ above -0.1 MPa.

Curves were also obtained in the laboratory with remolded samples using a pressure-plate membrane apparatus (Soilmoisture Equipment Co., Santa Barbara, CA) following Black (1965). The volumetric soil moisture content (0.21 g·cm⁻³) corresponding to 0.033 MPa of suction for all curves is obtained from Johnson (1962) for a fine sandy loam soil. A measured value was not used since the remolded samples did not provide a reasonable estimate of Θ for such a low suction.

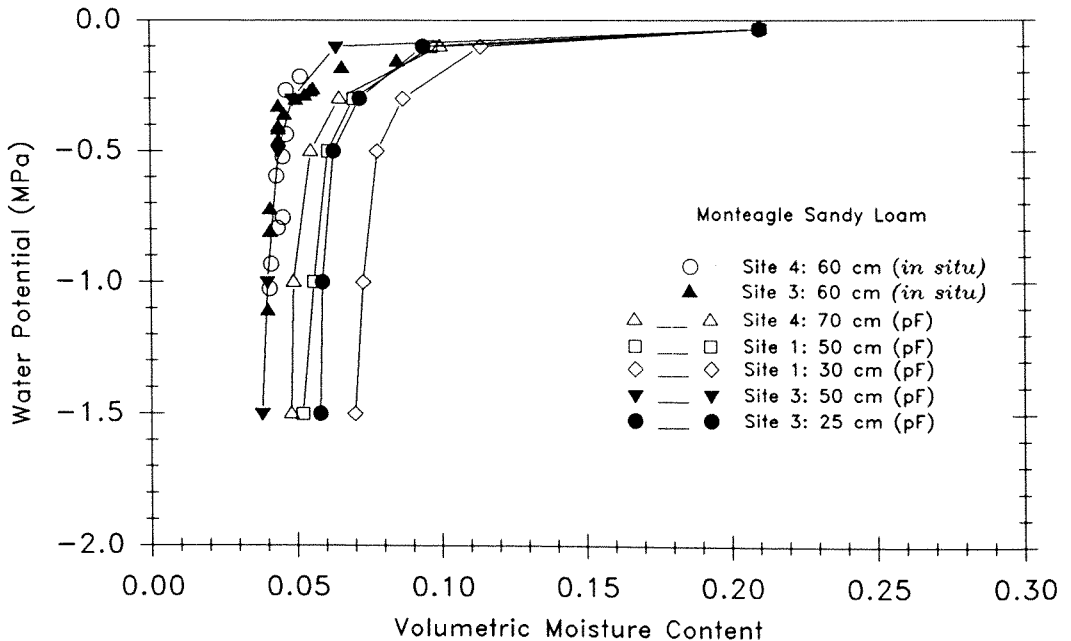


Figure 3. Soil water retention curves for the Monteagle soil series. *In situ* curves represent data measured during drying cycles only.

The *in situ* data pairs correspond well and exhibit similar slopes to those produced in the laboratory, suggesting that both the neutron probe and the soil psychrometers performed well in the field. A closer agreement between the *in situ* and lab-derived curves should not be expected considering that the soil samples for the laboratory analysis consisted of remolded material, and the *in situ* Θ estimate is representative of a volume substantially larger than that sampled by the soil psychrometers. The *in situ* curves generally show a lower Θ for a given suction when compared to those curves produced in the laboratory. Variations in water-holding capacities at a given suction for curves obtained with the pF apparatus are most probably related to small differences in soil texture and clay content between locations. Each curve indicates a small air entry suction for the Montegale sandy loam, which is characteristic of a coarse textured, well aggregated soil (Hillel, 1980).

For near-surface measurements with the neutron probe, the potential size of the soil volume sampled is of concern. An estimate of the radius of the sphere of influence (van Bavel, 1958) was made for each measurement using a relationship

outlined by Troxler Laboratories Inc. The radii over the measurement period ranged from 17 to 26 cm. The size of the radii observed suggest that the 17-cm deep soil baskets used in this study should sufficiently extend the soil surface to prevent neutron loss to the atmosphere for measurements at the 10-cm depth. Because the thermal neutron density is greatest near the neutron source, the centre of the sphere influences the measurement more than the periphery does (Long & French, 1967), and consequently, the soil baskets themselves should not greatly influence the moisture measurements near the surface.

SOIL MOISTURE STATUS

The seasonal variation of the forest (PNFI) spatially averaged Θ at all depths is shown in Figure 4. A decreasing trend is evident at all depths until early September, after which the variation in Θ between depths increases during the period of soil moisture recharge in September and October. Clearly, the greatest variation occurs in the high root zone, the upper 40 cm of the soil profile.

Daily soil water potential averages taken for each depth at a Wescor string, reveal a series of

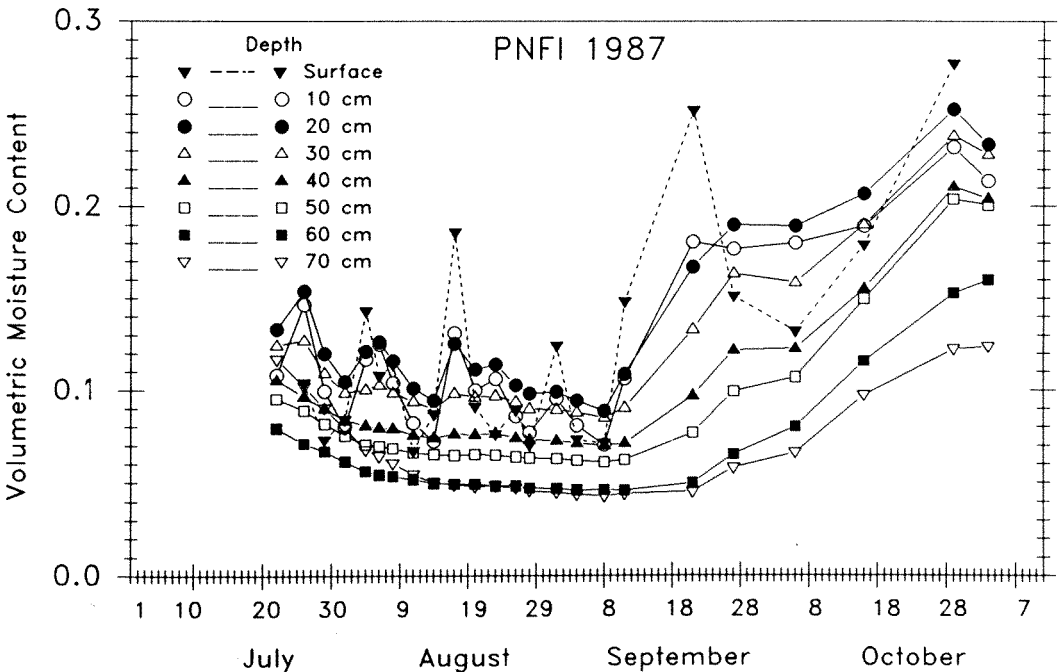


Figure 4. The average volumetric soil moisture content with depth of all access tubes in the measurement network.

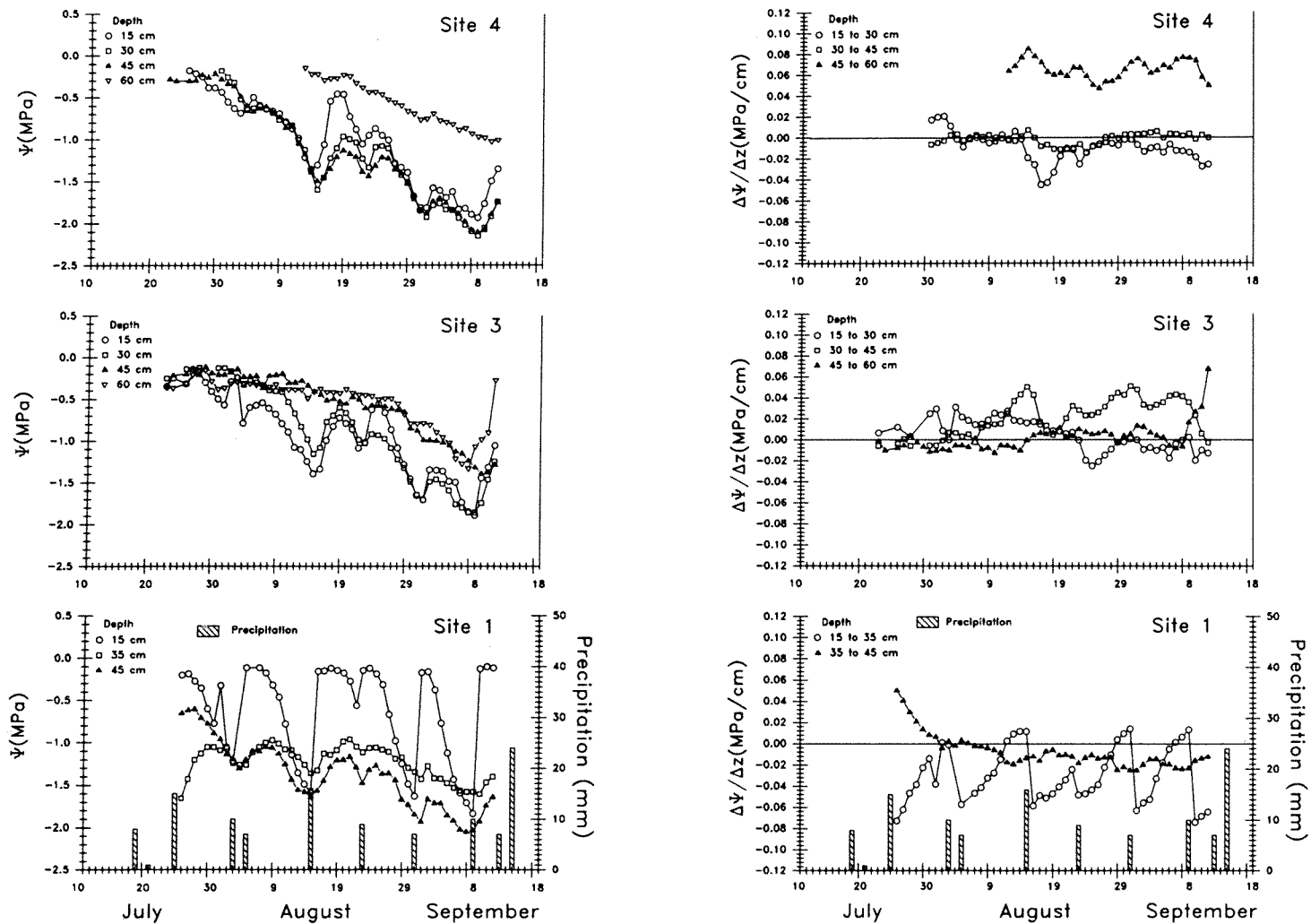


Figure 5. The daily average soil water potential (Ψ) and soil water potential gradients ($\Delta\Psi/\Delta z$) at sampling sites. Both soil psychrometer strings at site 3 yielded similar Ψ and the data plotted here were measured at string 3-1.

wetting and drying cycles superimposed on a period of gradually decreasing soil water potential extending from August 3 to September 11 (Fig. 5). During wetting, the upper soil layers show a sharp increase in soil water potential, whereas precipitation events have little influence at the 60-cm level. Three periods of extremely low water potential occur at all sites on August 14, 31 and September 8. Within the soil profile, the lowest water potentials were measured in the regions of the maximum root density.

The pattern of water movement in the soil profile may be obtained by monitoring the change in soil water potential with depth (Fig. 5). A positive gradient signifies upward water movement, and a negative gradient signifies downward water

movement. At site 1, the 15-cm level shows a rapid and strong response to precipitation input, whereas the strings belonging to sites 3 and 4 show a dampened response. Site 4 shows a particularly strong incentive for water movement that is directed toward the region of maximum root density (20-45 cm) originating from both below and above it. The zone of maximum root density occurs higher in the profile at site 3 than at site 4. This may explain why at site 3 the water flow is directed upward between the 30- and 45-cm levels, and very little change in water potential occurs below 45 cm. On August 22, the direction of the driving force in the 15 to 30-cm zone changes from upward to downward, closely coinciding with a physiological change in the understory. By August 27 the bracken fern had taken

TABLE III

Comparison of mean Θ between access tubes over the intensive measurement period and over the post-intensive measurement period. S and D signify similar mean Θ and different mean Θ , respectively as deduced using the Tukey-Kramer HSD *post hoc* analysis at a 95% level of significance

		Post-intensive measurement period													
		Tubes													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
			S	S	S	S	S	D	S	S	S	S	S	S	1
1				D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2
2	S				D	S	S	D	S	S	D	S	D	S	3
3	D	D				D	S	S	S	S	S	S	S	S	4
4	D	D	D				S	D	S	S	D	S	D	S	5
5	S	S	S	D				D	S	S	S	S	S	S	6
6	S	S	D	D	S				D	D	S	D	S	D	7
7	D	D	D	S	D	D				S	S	S	S	S	8
8	S	S	D	D	S	S	D				S	S	S	S	9
9	S	S	D	D	D	S	D	S				S	S	S	10
10	D	S	D	S	D	D	S	D	S				S	S	11
11	S	S	D	D	S	S	D	S	S	D				S	12
12	S	S	D	D	D	S	D	S	S	S	S				13
13	S	S	D	D	S	S	D	S	S	D	S	S			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Tubes
Intensive measurement period

on a brownish colour and leaf fall was underway for the understory deciduous seedlings by September 1.

In general, the upper 40-cm layer of the soil profile was held at a moisture level higher than the lower 30-cm layer, indicating that the magnitude and spacing of precipitation events were sufficient to partially replenish moisture in the upper soil zone and temporarily alleviate the large soil water potential gradients in the root zone. In addition, capillary uptake over much of the intensive measurement period draws moisture from the regions below the high concentration root zone. Root extraction appears to occur consistently in the upper 45 cm of the soil profile. This is contrary to Nnyamah & Black (1977), who observed that root extraction occurred progressively deeper as the surface soil dried in a Douglas-fir forest.

SPATIAL VARIATION IN SOIL WATER

The question as to whether the location (access tube or site) within the forest significantly influences average Θ over a time interval, is of concern for the application of Equation 1. To address this concern, the volumetric soil moisture contents were analyzed to determine if tube and site location influenced Θ . A one-way analysis of variance was performed between each of the 13 tubes installed at PNFI, and between the four site averages both for the intensive and post-intensive measurement periods.

The results of the analyses indicate that, with a 95% confidence, tube location does influence average volumetric soil moisture content between the 13 access tubes and between the respective sites during both the intensive and post-intensive measurement periods for the forest.

To ascertain specifically which tubes or sites differed, comparisons between all possible pairs of group means were performed using the Tukey-Kramer HSD *post hoc* analysis (Wilkinson, 1990; Miller, 1985) for both the intensive and post-intensive measurement period. The results of the analyses are depicted in Tables III and IV. Situations in which mean Θ are similar and different at a 95% level of confidence are denoted by a S and D, respectively in the tables.

During the intensive measurement period, which is characteristic of full canopy conditions, approximately one-half (47%) of the possible tube pairings produced different mean moisture

TABLE IV

Comparison of mean Θ between sites over the intensive and post-intensive measurement period. S and D signify similar mean Θ and different mean Θ , respectively, as deduced using the Tukey-Kramer HSD *post hoc* analysis at a 95% level of significance

Post-intensive measurement period

		Sites				
		1	2	3	4	
1			D	S	D	1
2	D			S	S	2
3	S	D			S	3
4	D	D	D			4
		1	2	3	4	

Sites

Intensive measurement period

values. Averaging the values within any of the sites does not appear to dampen variability. Only two sites (1 and 3) produced similar mean soil moisture contents. The apparent lack of similar mean moisture from access tubes within a site and the lack of similarity between sites consisting of like tree species suggest that tree species itself is not the principal source of moisture variability. Variability is understandably reduced between sites and access tubes during the post-intensive measurement period as leaf-fall for the deciduous portion of the canopy is underway by its onset. Only 19% of the possible average tube Θ pairs differed during the post-intensive period.

Conclusions

It appears that the variable nature of the forest soils accounts for the observed variability in both measured Θ and Ψ . The latter is not surprising considering that Ψ , and consequently $\Delta\Psi/\Delta z$, should be directly related to root occurrence (Nnyamah & Black, 1977), at least for the dry soil conditions encountered during most of the measurement period. At the low moisture levels encountered, small unsaturated hydraulic conductivities of the sandy loam soil would prevent soil water from rapidly replacing water extracted by plant roots. Hence, pronounced drying and

extreme soil water potential gradients develop next to the root zones.

On the basis of our findings, some general comments may be made with respect to the measurement of soil water status in a forest water balance study. In agreement with other studies (Nnyamah & Black, 1977; van Bavel *et al.*, 1968), the measurement of Θ and Ψ is advisable in order to provide an independent check on both the performance and calibration of either the neutron probe or the soil psychrometers. Also, large errors may arise with the use of laboratory-derived soil moisture retention for the estimation of either Θ or Ψ .

Any moisture monitoring should sample heavily in the regions of high and variable root concentrations and extend beyond the terminal root zone to account for the water flux into or out of the root zone.

Observed differences in average moisture levels at different sites within the forest suggest that monitoring moisture within one stand, regardless of the number of access tubes, may not produce average moisture levels representative of the forest. A variety of canopy coverage and regions of variable surface relief should be sampled.

Acknowledgements

We are grateful to David Joiner and Mark Publicover for their assistance in all phases of the project. The help of Dr J. Harrington and Mr P. Litwin of the Petawawa National Forestry Institute is appreciated. The research was supported by a grant from the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada and the Advisory Research Committee, Queen's University.

References

- BLACK, C. A., 1965. Physical and mineralogical properties, including statistics and measurement and sampling. — Pages 134-137 in C. A. Black (ed). *Methods of soil analysis, part I*. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, 645 p.
- BRADY, N. C., 1990. *The nature and properties of soils*. — MacMillan Publishing Co., New York, 621 p.
- CHANASYK, D. S. & R. H. MCKENZIE, 1986. Field calibration of a neutron probe. — *Can. J. Soil Sci.*, 66: 173-176.
- GILES, D. G., T. A. BLACK & D. L. SPITTLEHOUSE, 1985. Determination of growing season soil water deficits on a forested slope using water balance analysis. — *Can. J. For. Res.*, 15: 107-114.
- GILLESPIE, J. E., R. E. WICKLAND & B. C. MATTHEWS, 1964. *Soil Survey of Renfrew County*. — Report no. 37 of the Ontario Soil Survey.
- HILLEL, D., 1980. *Fundamentals of soil physics*. — Academic Press, New York, 413 p.
- JOHNSON, A. I., 1962. Specific yield. Compilation of specific yields for various materials. — Pages 1-20 in *Hydrologic properties of earth materials*. U.S. Geol. Surv., Water Supply Paper no. 1662-D.
- LANG, A. R. G., 1967. Osmotic coefficients and water potentials of sodium chloride solutions from 0 to 40°C. — *Aust. J. Chem.*, 20: 2017-2023.
- LONG, I. F. & B. K. FRENCH, 1967. Measurement of soil moisture in the field by neutron moderation. — *J. Soil Sci.*, 18: 149-166.
- MILLER, R., 1985. Multiple comparisons. — Pages 679-689 in S. Kotz & N. L. Johnson (ed). *Encyclopedia of statistical sciences, Volume 5*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- McCAUGHEY, J. H., 1985. A radiation and energy balance study of mature forest and clear-cut sites. — *Boundary-Layer Met.*, 32: 1-24.
- NNYAMAH, J. U. & T. A. BLACK, 1977. Rates and patterns of water uptake in a Douglas-fir forest. — *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41: 972-979.
- PAPAKYRIAKOU, T. N. & J. H. McCAUGHEY, 1991. An evaluation of the water balance technique for the estimation of evapotranspiration for a mixed forest. — *Can. J. For. Res.*, 21: 1622-1631.
- REINHART, K. G., 1961. The problem of stones in soil-moisture measurements. — *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 25: 268-270.
- SAXTON, W. L. & J. H. McCAUGHEY, 1988. Measurement considerations and trends in biomass heat storage of a mixed forest. — *Can. J. For. Res.*, 18: 143-149.
- SPITTLEHOUSE, D. J. & T. A. BLACK, 1981. Measuring and modelling forest evapotranspiration. — *Can. J. Chem. Eng.*, 59: 173-180.
- van BAVEL, C. H. M., K. J. BRUST & G. B. STIRK, 1968. Hydraulic properties of a clay loam soil and the field measurement of water uptake by roots: II. The water balance of the root zone. — *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 32: 317-321.
- van BAVEL, C. H. M., 1958. Measurement of soil moisture content by the neutron method. — *U. S. Dep. Agric., Agric. Res. Serv.*, no. 24-41.
- WILKINSON, L., 1990. *The system for statistics*. — SYSTAT, Inc., Evanston, Illinois, 677 p.

Scottish heather, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, in Eastern Canada

Paul BARCLAY-ESTRUP

Department of Biology
Lakehead University
Thunder Bay (Ontario) P7B 5E1

Résumé

Dans l'est du Canada, tout en étant largement répandu, la bruyère, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, ne constitue jamais de grandes populations. Les objectifs de cet article sont de décrire, pour l'est du Canada, la répartition géographique de l'espèce et quelques aspects de son écologie. Au moins deux populations bien établies sont localisées en Nouvelle-Écosse et cinq à Terre-Neuve. D'autres populations, petites ou transitoires, furent répertoriées au Québec, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve. Toutes les mentions vérifiées de l'espèce dans l'est du Canada proviennent d'habitats de basses-terres. Quelques populations établies dans l'est du Canada se trouvent dans des habitats perturbés ou instables, tandis que d'autres se trouvent dans leur habitat «naturel», soit des tourbières à sol organique. Dans les habitats perturbés, *Calluna* croît en compagnie de diverses espèces indigènes et introduites. Dans les tourbières organiques, les espèces compagnes sont typiquement indigènes. En général, les informations disponibles nous indiquent que les populations de *Calluna* de l'est du Canada sont introduites. Finalement, l'article traite de l'origine possible de ces populations.

Abstract

In eastern Canada, Scottish heather, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, is never present in very large populations. However, it is widely distributed. The objectives of this paper are to describe this distribution and also some aspects of the ecology of *Calluna* in eastern Canada. There are at least two well established populations of *Calluna* in Nova Scotia and five such populations in Newfoundland. There are other transitory or small populations in Quebec, New Brunswick, Prince Edward Island, Nova Scotia and Newfoundland. In all verified cases, *Calluna* has been found in lowland habitats. Established populations of *Calluna* are found in disturbed or unstable habitats, but others are found in organic-soil bog habitats. In the disturbed-unstable areas, *Calluna* grows with various native and introduced species. In the organic-soil areas, the associated species are mostly native. There is some doubt, but generally the evidence indicates that the eastern Canadian populations of *Calluna* are introduced. The possible origins of these eastern *Calluna* populations are discussed.

Introduction

Calluna vulgaris (L.) Hull was first reported for Canada in 1840 by Sir William Hooker, using the collections and lists of Bachelot de la Pylaie (Clarkson, 1958). This is both the first record and the beginning of the indeterminate status of *Calluna* in Canada. De la Pylaie collected on the French islands of St. Pierre and Miquelon and on the British island of Newfoundland (South, 1980). His collections were made during 1816,

1819 and 1820, but the exact locations were not always clear and so specimens could be either from what is now Canada or from St. Pierre and Miquelon. At least one other important collector, Sir Joseph Banks, had been to Newfoundland before de la Pylaie. Banks botanized Newfoundland and Labrador in 1766, but did not see or collect *Calluna* (Lysaght, 1971). However, by 1863 it was known that *Calluna* had been re-collected in 1822, in Newfoundland by

Cormack (or McCormack) at the "Head of St. Mary's Bay — Trepassy Bay" (Clarkson, 1958), and a short time later, Lawson (1875-76) reported sightings by Harvey at Caplin Bay and at Renew's in Ferryland, Newfoundland, described as of "no great extent, but healthy." Lawson (1864) had already reported that he himself had collected *Calluna* in Nova Scotia, at St. Ann's Bay.

These records, plus other records in Nova Scotia and in the American New England states, naturally led to speculation as to the status of *Calluna* in North America. Lawson was convinced that it "is a genuine native of our Province of Nova Scotia" and he was supported by Asa Gray (Clarkson, 1958). Fernald (1929) agreed and considered *Calluna* as "clearly indigenous." These assumptions were based on a belief in a past and more extensive amphi-atlantic flora, with relicts that had survived the Wisconsin glaciation in refugia such as nunataks and ice-free coastal-shelf areas.

However, by 1950 Fernald had changed his opinion and considered *Calluna* to be introduced from Europe (Fernald, 1950). Others were also skeptical of *Calluna*'s native status. Arsene (1927) states, "...there is not the least chance of finding" *Calluna* in St. Pierre and Miquelon. However, Le Gallo (1945) did record *Calluna* on St. Pierre and Miquelon. Clarkson (1958), after reviewing the evidence, implies that *Calluna* is not native to North America. Naturally, the conclusion that *Calluna* is an introduced species resulted in speculative theories of how and when the introduction took place. These theories varied from chance introductions by early Norsemen (by way of Iceland) or by later British soldiers, to deliberate introductions by mostly Scottish, but also Irish, settlers.

The distribution of *Calluna* in western Canada (British Columbia) has been described (Barclay-Estrup, 1974). The major purposes of this study are, therefore: to describe the status of *Calluna* in eastern Canada (Quebec, the Maritimes and Newfoundland); to describe something of the ecology of *Calluna* in eastern Canada; and to use the information available to decide if *Calluna* is a native or an introduced plant in the area.

Materials and methods

This study of *Calluna* took place during the period June 1977 to June 1983 (Table I). Initially,

herbaria were visited and collections were checked. The following herbaria were visited: V, UBC, UAC, ALTA, SASK, USAS, UWPG, LKHD, TRT, CAN, DAO, MT, QFA, UNB, UPEI, NSAC, ACAD, NSPM, DAL, NFLD, CDFN, GH.

A literature survey was carried out and as many references as possible were checked. Mostly these were various floras and manuals for the areas of interest. Various checklists and vegetation studies were investigated as well.

Once a locality was identified by a specimen of *Calluna* or a literature reference, a search for the stand was undertaken whenever time and proximity permitted. In almost all cases, there was no specific location data; when close to the location, therefore, local residents were questioned. Without the assistance of these people, many of the locations could not have been found without long and intensive searches of sometimes quite large areas. Also, local people often had interesting information as to the origin and history of the stands.

When a target stand was located, notes were made of some or all of the following: (1) location, (2) habitat, (3) condition of the heather (*e.g.* "thriving"), (4) height, (5) mean tip growth, (6) species lists of associated vascular plants and also sometimes of the associated bryophytes and lichens, (7) percentage cover of *Calluna*, determined by making a 10-metre line transect across the densest part of the stand. Sometimes the heather was designated as to phase as well (Barclay-Estrup, 1971). Also, collections were usually made of the *Calluna* for herbarium specimens. In a few cases soil samples were taken (top 10 cm). These were checked for pH and percent loss-on-ignition (organic content).

Results

The results are presented on a province-by-province basis, beginning with Quebec.

QUEBEC

For Quebec, Marie-Victorin (1964) states that *Calluna* has been introduced (Fig. 1). This statement is based on a 1941 herbarium specimen from Sainte Marguerite, Terrebonne County. The material is spindly with poor tip growth (2 cm). The label states, "a small patch on hillside." In

1977, personnel at the University of Montreal Marie-Victorin Herbarium expressed doubt that the stand still existed.

NEW BRUNSWICK

No evidence was found in herbaria of *Calluna* in New Brunswick. Hinds (1983) does not list it as a rare plant. However, in *Flora of New Brunswick*, Hinds (1986) states that *Calluna* has been reported from three counties (two on the Bay of Fundy and one inland) but says it is "...scarcely established."

PRINCE EDWARD ISLAND

Erskine (1960) in *The Plants of Prince Edward Island* does have an entry for *Calluna* and states, "possibly introduced but not seen." B. Maclaren (pers. comm.) stated that *Calluna* is used as a horticultural plant, but he doubted there are any naturalized stands. He did suggest some possible localities and these were investigated, but no *Calluna* was found.

NOVA SCOTIA

In Nova Scotia, there are four verified stands of *Calluna* (Fig. 1). Besides these stands, there are three records supported by herbarium specimens, and four which are identified from literature citations. There are two recent records from personal communications.

Perhaps the most interesting verified stand of *Calluna* in Nova Scotia is the one at Dunrobin Farm, Pictou County (Table I). This stand has not been previously reported but it is possibly the oldest stand in the province. The stand is in a clearing, maintained by the farm owners, in a mixed forest of *Abies balsamea* (L.) Miller, *Picea glauca* (Moench) Voss, *Populus tremuloides* Michx. and *Betula papyrifera* Marsh. The *Calluna* is not dense; it is about 25 cm high, with annual tip growth of 6-12 cm with sparse capsules. About 23% of the stand area had cover of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. The remaining 77% was *Calluna* (15% pioneer, 19% building, 43% mature phase). A total of 16 vascular species

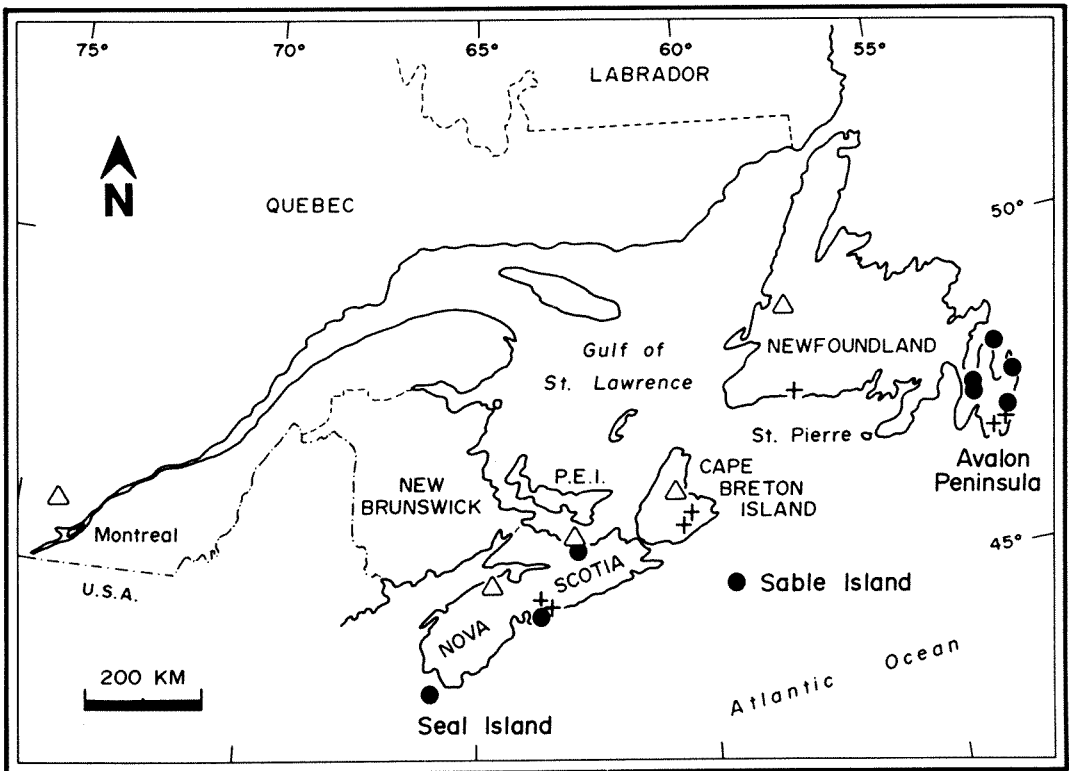


Figure 1. Map of *Calluna* sites in eastern Canada. A cross (+) indicates a literature record only; a triangle (Δ) indicates a record supported by a herbarium specimen but not verified; a solid circle (\bullet) indicates a verified *Calluna* stand.

and 4 bryophyte species was found in this stand. A soil sample from the top 10 cm of the stand area had a pH of 5.4 and loss-on-ignition of 7.6%.

Historical information on the Dunrobin Farm stand was provided by Mrs E.M. Macleod and Mrs C. Levo (pers. comm.). The heather was planted in a pasture with "poor acid soil" between 1853 and 1860 by Alexander Murray, a Scot from Sutherlandshire. The heather did well and soon there were hundreds of plants, although "in one cold winter with no snow at least half of the plants winter-killed." Until about 1918, this was the largest heather stand in Nova Scotia. Many plants were transplanted from Dunrobin to other parts of Canada, as far away as Powell River, British Columbia. Mr Murray started the *Calluna* stand at Point Pleasant Park in Halifax with Dunrobin plants around or shortly after 1860.

There are at least two stands of heather in Point Pleasant Park, Halifax. These stands are the best known and most collected stands in Canada (Table I). The largest stand, "The Heather Patch," is in a clearing in a mixed second growth forest of mostly *Picea glauca*, *Pinus strobus* L. and *Betula papyrifera* in a community with at least ten other vascular species. The *Calluna* is dense and vigorous, 50-70 cm high with annual tip growth of 10-12 cm. The stand area is almost 100% heather. There are few discreet plants and so phases cannot be identified. Much regeneration appears to be vegetative but capsules are also common.

The origin of the Point Pleasant Park stand has two versions. One, as stated above, is that A. Murray of Dunrobin Farm started the stand in about 1860. This is supported by Mesdames Macleod and Levo and by a granddaughter of A. Murray, Mrs G.R. Forbes of Wolfville (E.

TABLE I
Verified *Calluna* stands in eastern Canada

Stand	Province	Lat. North	Long. West	Alt. m.s.m.	Date(s) visited	Collection dates and collector
Dunrobin Farm	Nova Scotia	45°36'	62°52'	115	June 1983	1983 Barclay
Point Pleasant	Nova Scotia	44°37'	63°34'	20	June 1977 June 1983	1873 Lindsay 1899 Macoun 1901 Fowler 1929 Perry 1945 Gorham 1951 Bidwell 1977 Barclay 1983 Barclay
Sable Island	Nova Scotia	43°56'	59°53'	20	Aug. 1981	1913 St. John 1945 Judd 1953 Erskine 1976 Anon.
Seal Island	Nova Scotia	43°24'	66°01'	15	Oct. 1982	1954 Erskine
Calvert (Ferryland)	Newfoundland	47°03'	52°56'	60	Jul. 1977	1928 Costello 1936 Ayre 1977 Barclay
Signal Hill	Newfoundland	47°34'	52°41'	75	Jul. 1977	1977 Barclay
Old Perlican	Newfoundland	48°05'	52°59'	75	Jul. 1977	1945 Joliffe 1946 Joliffe 1977 Barclay
Whitbourne	Newfoundland	47°24'	53°33'	75	Jul. 1977	1945 Smith 1977 Barclay
Whitbourne (Colinet Line)	Newfoundland	47°23'	53°33'	75	Jul. 1977	1934 Ayre 1977 Barclay

Gorham, person comm.). Also, the first of many collections from Point Pleasant was not made until September, 1873 (Table I). The second version, which is commonly held in Halifax, is that Scottish Highlanders were bivouacked in the park area during the war with the Americans, 1812-14. These soldiers were said to have had mattresses stuffed with *Calluna*, resulting in an accidental introduction.

Sable Island is a long (43 × 1.5 km) emergent sandbar, 160 km east of mainland Nova Scotia (Catling *et al.*, 1984a). It has a maritime climate and may have been unglaciated during the Wisconsin epoch. It has a long recorded history and may have been visited by Icelandic Vikings in 986 A.D. There is considerable information about the vegetation (St. John, 1921; Erskine, 1953; Stobo & McLaren, 1975; Keddy, 1975; Taylor, 1982; Catling *et al.*, 1984a). The publication by Catling *et al.* (1984a) has a comprehensive, recent and historical assessment of the vegetation. Because of the great interest in Sable Island, the *Calluna* stands are well-documented although *Calluna* is only a minor element of the vegetation. At least 20 other species of vascular plants are found in the *Calluna* stands.

Macoun visited Sable Island in 1899 and did not see *Calluna* (St. John, 1921). Gussow collected it in 1911 and found "three solitary clumps and one solitary clump" (St. John, 1921). St. John visited the Island in 1913 and describes *Calluna* as "adventive but not well established." Erskine (1953) botanized the Island in 1952 and does not list *Calluna*. However, there is a collection by Erskine dated 30 August 1953 which states, "One acre (0.4 ha) north of No. 3 Lifeboat Station." This material is in full flower, is 30 cm high, and has 16 cm tip growth. I.A. McLaren (pers. comm.) visited the Island in 1977 and noted a good stand that was spreading, with the heather about 30 cm high. Catling *et al.* (1984a) describe *Calluna* as "Rare" but "locally dominant." *Calluna* was found at two sites. In one, cover was 92%; in the other, 6%. Tip growth, from herbarium material, is about 10 cm per year. B. Freedman (pers. comm.) states that in 1981 "there was a large, well established population, spreading by vegetative reproduction and not by seed."

There are two versions of the introduction to Sable Island. I.A. McLaren (pers. comm.) states that heather was introduced on 7 May 1900 by

P.J. Bouteillier, Superintendent of the Island, with plants from Point Pleasant Park (therefore, Dunrobin Farm stock). The other version is given by St. John (1921). He states that Mr P. J. Bouteillier believed the heather was brought in accidentally, as packing on trees from a French nursery that were part of a large forestry planting carried out on the Island in 1901.

The last of the verified *Calluna* populations in Nova Scotia is on Seal Island. This island (1 × 5 km) is about 25 km off the southwest coast of Nova Scotia. The climate is distinctly oceanic. Botanists have visited the Island in 1954 (Erskine, 1958) and in 1982 (Catling *et al.*, 1984b). Erskine (1958) prepared a plant list that includes 185 species of vascular plants. Of these, 51 (28%) are introduced species. *Calluna* is one of them.

There is little definite information concerning *Calluna* on Seal Island, but Erskine (1958) collected it there. I. A. McLaren (pers. comm.) noted *Calluna* in at least two sites in 1977. B. Freedman (pers. comm.) thought that the population was declining in 1983. The herbarium material is 30 cm high and has annual tip growth of 13 cm. It is believed to have been introduced about 1939-40, possibly from Point Pleasant (*i.e.* Dunrobin).

Other Nova Scotia sites

There are three additional Nova Scotia sites supported by herbarium specimens. The oldest is St. Ann's, Cape Breton Island (Lawson, 1864; Macoun, 1883). A second site, in "Pictou County," was collected in 1891 by Lawson and in 1904 by Robinson. The third herbarium record is for "Cooks' Farm," King's County, by Schofield in 1949. None of these three sites could be located and verified.

The four records in the literature are by Lawson (1875-76) at Dartmouth Hills, East Bay, Tower Woods and Bellahill. Macoun (1883) also refers to East Bay. However, there is little data to support these records and the stands could not be located.

Two more recent records are supported by personal communication. The first, at Wedgewood Park, Halifax, was present in 1959 and 1976 (J. Coates). The second, at North Glen, Cape Breton Island, was reported in 1983 (A. Wilson).

NEWFOUNDLAND

Newfoundland has, with five, the largest number of verified stands of *Calluna* in Canada (Fig. 1 & Table I). In addition to the verified stands, there are also one location based on a herbarium specimen and three locations based on literature reports.

The verified stand of *Calluna* at Calvert, Avalon Peninsula (Table I), is a contender for the title of oldest stand in Newfoundland. This stand is in a small bog about 50 m across, surrounded by *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch and *Picea mariana* (Miller) BSP. *Calluna* is dominant. Other important species are *Kalmia angustifolia* L., *Ledum groenlandicum* Oeder, *Scirpus caespitosus* L. and *Sphagnum* spp. Twelve other vascular species, four bryophytes and two lichens are also present. The *Calluna* is 50 cm high with 10 cm tip growth and has a cover of 63% (11% pioneer, 9% building, 40% mature, 3% degenerate). The area was first settled by English colonists in 1622 (English, 1977). The origin of the stand is obscure. It is mentioned by Lawson (1875-76), by Macoun (1883) and by Fernald (1926), and has been present for over 100 years "and possibly over 200 years." Local lore (J. Reddigan, pers. comm.) has it that the heather was introduced early in the 19th century by English or Irish settlers, or by a Scottish sailor, or by an Irish rebel who had hidden from the English in Scotland and then brought the heather, with its protective fairies, to Newfoundland.

The second verified stand, at Signal Hill, St. John's, is also a contender for the title of oldest stand in Newfoundland. This stand is in an exposed heathland with *Calluna* dominant in an area of about 50 m in diameter. Other important shrubs are *Empetrum nigrum* L., *Ledum groenlandicum*, *Kalmia angustifolia* and *Vaccinium angustifolium* Aiton. Eleven other vascular species, plus three bryophytes and four lichens, are also present. The soil is generally a sandy-gravelly soil, and a sample from the *Calluna* area had a pH of 4.1 and loss-on-ignition of 46%. In the stand area, on a 10 m transect *Calluna* had a cover of 70% (9% building phase, 45% mature, 16% degenerate). There were no pioneer plants on the line but the stand is healthy and regenerating and there appears to be at least a *status quo*. The *Calluna* is short, 13 cm high, with tip growth of about 4 cm.

The origin of the Signal Hill stand is not known, but it is thought to have been introduced by British soldiers with heather mattresses or brooms, 200 or 300 years ago (P. J. Scott, pers. comm.). It is notable, though, that no herbarium collections were found from this stand and the specific location was not known even to local biologists.

The stand of *Calluna* at Old Perlican (Trinity Bay) is about 2.5 km from Old Perlican on the highway to Bay de Verde. This is a "barrens" area, an open shrub heath with peaty areas and many rocks and boulders. The heath is dominated by *Alnus crispa* (Ait.) Pursh, *Ledum groenlandicum*, *Kalmia angustifolia*, *Vaccinium angustifolium* and *Myrica gale* L. Other species include fourteen vasculars, three bryophytes and twelve lichens. A soil sample had a pH of 4.9 and loss-on-ignition of 65%. The *Calluna* stand in this heath has an area of about 15 × 25 m. The heather is short (20-30 cm) but healthy, with good tip growth of about 10 cm. On the 10 m line, *Calluna* had a cover of 57% (1% pioneer, 16% building, 40% mature). There is regeneration and the heather is at least maintaining the *status quo*.

The origin of the stand at Old Perlican is not known (possibly from Whitbourne); the first record is a literature record (Ayre, 1937). The first collections are from 1945 and 1946. There is an undated collection by Ayre stating the stand is "on a bare foreland," but as this is not the case with the verified stand, it is possible that there is another stand near Old Perlican.

Two stands of *Calluna* are present near Whitbourne (Trinity South District). The first is at the old Bond Estate, on both sides of Road 32 and on or near the old railway right-of-way. The heather population along the railway extends for at least 1 km. The habitat varies from exposed clay-gravel soil along the road and railway to the less disturbed areas of the right-of-ways that border the fields of the old Bond Estate. The varied nature of the habitat is indicated by the presence of 19 other vascular species, plus five bryophytes and three lichens.

This population of *Calluna* varies from dense, deep (60 cm) stands with 90% cover to many scattered, individual plants in disturbed areas. There is good tip growth of up to 15 cm, with all phases of *Calluna* present and good seed regener-

ation in the open areas. It is the largest heather population observed in Canada.

This introduction is said to have originated with trees imported from Scotland in 1914. These trees had their roots bound with heather, which was discarded behind the stable. The heather then grew and spread from this source (P.J. Scott, pers. comm.). It is said that the people at Whitbourne consider the heather sacred, but a number were questioned before someone was encountered who knew of its existence.

This is probably a relatively recent introduction. The area was much botanized between 1894 and 1924 (Fernald, 1926), and Fernald in particular devoted much attention to discovering *Calluna* in Newfoundland. He never did, and it is most unlikely that these large stands could have been missed by so experienced a botanist. The first collection, in 1945, is from a "Dry roadside" by E. C. and A. C. Smith.

The second of the two stands at Whitbourne is on Road 32, also called the Colinet Line, which runs south from the town. The *Calluna* stand is 5.3 km south of Whitbourne (4.0 km south of the railway line). This stand is in a boggy heath area that in places grades into stunted *Picea mariana* stands. *Scirpus caespitosus*, *Ledum groenlandicum*, *Empetrum nigrum* and *Cladina* spp. are important species in the heath area. Six species of vascular plants, two bryophytes and three lichens are also present. The *Calluna* area is bisected by the road. The patch on one side (east) is about 15 × 25 m with high *Calluna* cover, 90% on a 10 m line, and has *Scirpus caespitosus* as a subdominant. The patch on the other side of the road is larger (75 × 100 m) and is about 60% *Calluna*. It is drier and has considerable *Cladina* spp. present. The *Calluna* is healthy, about 45 cm high and appears to be spreading. The age of this stand is unknown and people questioned in Whitbourne did not know about it. The first collection is by Ayre in 1934. The label states: "A patch covering several yards, very healthy condition." This would indicate a rather recent introduction and also an increasing population.

Three locations in Newfoundland are based on literature records alone, and one is based on a single herbarium specimen. The herbarium record is for Pasadena, Humber District; it was collected in 1949 by L. Earle and could not be re-located. The first literature record is for Burgeo in coastal southwest Newfoundland. Fernald (1926)

believes that de la Pylaie saw *Calluna* there "...more than a century ago." This could be the oldest record for the province and also the oldest record for Canada. The second literature record also vies for the distinction of oldest record. This is a collection by Cormack from 1822 and is said to be from the "Head of St. Mary's Bay — Trepassy Bay" (Le Gallo, 1945). This is indefinite, as these are two different bays which together make up much of the southern part of the Avalon Peninsula, and it is possible that Cormack's collection was actually made at Calvert. Fernald spent several days trying to locate this possible *Calluna* population (Fernald, 1926). However, he and Lawson (1875-76) and Macoun (1883) all report a *Calluna* site for Renew's, but there are no collections to support it. As Renew's is close to Calvert, Calvert could be the source of these records.

When species lists of these verified Newfoundland sites are compared using Sorensen's coefficient of similarity (presence only) (Barbour *et al.*, 1987; Greig-Smith, 1983), then Calvert and Whitbourne-Colinet are shown to be quite similar. Both are bog areas. Signal Hill and Old Perlican, both open dry heaths, are also quite similar. All sites have *Kalmia angustifolia*, *Ledum groenlandicum* and *Cladina mitis* (Sandst.) Hale & W. Culb., and at least four of them also have *Empetrum nigrum* and *Cladina rangiferina* (L.) Nyl.

Discussion

Calluna is one of the most studied plants in the world (Gimingham, 1972) and "has received more attention than any other plant of comparable distribution in America" (Clarkson, 1958). It has considerable economic importance (Beijerinck, 1940) and is significant in the folk cultures of northern Europe, especially in Scotland.

In Canada, there are a number of verified stands which have some features in common: all are south of the 50th parallel; all are within 20 km of the ocean and at low elevations, and all are best explained as introductions. There is *Calluna* in British Columbia (Barclay-Estrup, 1974) but it has not been recorded between there and Quebec. The one Quebec record, Sainte-Marguerite, is certainly an introduction and may no longer be present. No records exist for Prince Edward Island but there is a recent record from New Brunswick (Hinds, 1986).

In Nova Scotia, through anecdotal evidence, vegetation studies and herbarium records, all verified stands can be explained as introductions. If Sorensen's coefficient of similarity comparisons are made between the species lists for these stands, the result is very low similarity (11-27%). This indicates that in Nova Scotia, *Calluna* is an adventive species. All the other Nova Scotia records, some of which are quite old, are near long-term population centres; their rather random distribution indicates introductions to these areas, especially as much of the province has been settled by Scots. There is the possibility that all the verified stands could be derived from Scottish stock originally planted at Dunrobin Farm.

Newfoundland has more verified *Calluna* populations than any other province (Table I). The two Whitbourne areas are certainly introductions of Scottish stock during this century. The records and size of the stand at Old Perlican indicate an introduction during this century, perhaps from Whitbourne, which is not far away. The Signal Hill stand is said to be very old, but why is it so small in an area where there is quite a lot of available habitat? Calvert Bay is probably the oldest stand in Canada and most likely of Irish origin, but how old is it? Is this the source of all the early (de la Pylaie and Cormack) collections? It is likely that some as yet undiscovered stands also exist, especially in Newfoundland and Nova Scotia.

There is also the possibility that *Calluna* could be a relict which survived glaciation on an ice-free coastal shelf. It is thought probable that such areas did exist (Brassard, 1984). Although such survival is unlikely, it cannot be completely discounted unless the origins of all the stands can be accounted for. What of the phantom populations of St. Mary's Bay and Trepassy Bay? These are often mentioned but to date have proved elusive.

Although *Calluna* has a large range in Eurasia and Africa, it nevertheless has rather specific habitat requirements such as a low nutrient, moist soil with pH 3.5-6.7, a humid environment, and rather high light. For some northern and alpine areas, protective winter snow is required (Beijerinck, 1940).

Most of eastern Canada is too cold and too dry to be good *Calluna* habitat. In the maritime provinces, however, there is habitat that should be suitable. The Bay of Fundy coast should have some suitable areas. Nova Scotia has on its south

(Atlantic) coast both a humid mild climate and open heath areas that would seem suitable for *Calluna* establishment.

It is in south Newfoundland, however, that there may be the best potential for *Calluna*. The south and southeast coast maritime climate zone (Banfield, 1983), or more specifically, Daman's (1983) Maritime Barrens and Eastern Hyper-oceanic Barrens ecoregions, would have large areas suitable for *Calluna*. Areas classified by Meades (1983) as *Empetrum* heaths and *Kalmia* heaths, have vegetation similar to European heath vegetation where *Calluna* is usually present.

Whatever its potential, though, at present *Calluna* should be considered a minor but permanent component of the eastern Canadian flora. At least two of the Nova Scotia stands, Point Pleasant and Sable Island, should survive, as should all five of the verified stands in Newfoundland. Much of *Calluna*'s past in Canada is vague. The future, too, is indefinite. However, this study does provide information as to the present status of this interesting plant in Canada.

Acknowledgements

The nature of this study has meant that many people were of great assistance in locating stands and gaining information on stand origins. I would especially like to thank Dr E. Rouleau, Dr B. Maclaren, Dr A.E. Roland, Mrs E. M. Macleod, Mrs Dorothy Levo, Dr E. Gorham, Mr A. Wilson, Dr I. A. McLaren, Dr B. Freedman, Dr P. J. Scott and Mr J. Reddigan. Thanks, too, to those who are not named above but who contributed much. Special thanks to Professor Miroslav Grantner for constructive comments and suggestions. Thanks to Mrs Pat Barclay and Mrs Kim Price for help in preparation of the manuscript, to Mr S. Spivak for the Figure, and to Mme France Marcoux and Mr Douglas Graham for the Résumé. I would like to express my appreciation also for some logistic support from the Lakehead University President's N.R.C. Fund.

References

- ARSENE, L., 1927. Contribution to the Flora of the Islands of St. Pierre and Miquelon. — *Rhodora*, 29: 117-133.
- AYRE, A. M., 1937. Newfoundland flowers — Pages 86-103 in J. R. Smallwood (ed.). *The Book of Newfoundland*, Vol. 1. Newfoundland Book Publishers, St. John's, 384 p.

- BANFIELD, C. E., 1983. Climate. — Pages 37-106 in G. R. South (ed.). Biogeography and ecology of the Island of Newfoundland. Dr. W. Junk, The Hague-Boston-London, 723 p.
- BARBOUR, M., J. BURK & W. PITTS, 1987. Terrestrial plant ecology, 2nd edition. — Benjamin Cummings Publ., Menlo Park, CA.
- BARCLAY-ESTRUP, P., 1971. The description and interpretation of cyclical processes in a heath community. III. Microclimate in relation to the *Calluna* cycle. — J. Ecol., 59: 143-166.
- BARCLAY-ESTRUP, P., 1974. The distribution of *Calluna vulgaris* (L.) Hull in western Canada. — Syesis, 7: 129-137.
- BEIJERINCK, W., 1940. *Calluna*: a monograph on the Scotch heather. — Verh. K. Akad. Wet., Amst., 3rd Sect., 38: 1-180.
- BRASSARD, G. W., 1984. The bryogeographical isolation of the Island of Newfoundland, Canada. — Bryologist, 87: 56-65.
- CATLING, P. M., B. FREEDMAN & Z. LUCAS, 1984a. The vegetation and phytogeography of Sable Island, Nova Scotia. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 34: 181-247.
- CATLING, P. M., V. R. BROWNELL & B. FREEDMAN, 1984b. Silver hairgrass, *Aira caryophyllea*, new to eastern Canada, and other notable records from Seal Island, Nova Scotia. — Can. Fld-Nat., 98: 248-249.
- CLARKSON, R. B., 1958. Scotch heather in North America. — Castanea, 23: 119-129.
- DAMMAN, A. W. H., 1983. An ecological subdivision of the Island of Newfoundland. — Pages 163-205 in G. R. South (ed.). Biogeography and ecology of the Island of Newfoundland. Dr. W. Junk, The Hague-Boston-London, 723 p.
- ENGLISH, L. E. F., 1977. Historic Newfoundland. — Newfoundland Department of Tourism, St. John's, 78 p.
- ERSKINE, J. S., 1953. The ecology of Sable Island, 1952. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 23: 120-145.
- ERSKINE, J. S., 1958. A study of the Tusket Islands. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 24: 271-296.
- ERSKINE, D. S., 1960. The plants of Prince Edward Island. — Queen's Printer, Ottawa, 270 p.
- FERNALD, M. L., 1926. Two summers of botanizing in Newfoundland. Part I, Journal of the summer of 1924. — Rhodora, 28: 49-87.
- FERNALD, M. L., 1929. Some relations of the floras of the Northern Hemisphere. — Pages 1487-1507 in Proc. Inter. Congr. Plant Sci., Ithaca, N.Y., Aug. 16-23-1926, 1799 p.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany, 8th Edition. — van Nostrand, New York, 1632 p.
- GIMINGHAM, C. H., 1972. Ecology of heathlands. — Chapman & Hall, London, 266 p.
- GREIG-SMITH, P., 1983. Quantitative plant ecology, 3rd edition. — Blackwell, Oxford.
- HINDS, H. R., 1983. The rare vascular plants of New Brunswick. — Natn. Mus. Can., Ottawa, Syllogeus no. 50, 56 p.
- HINDS, H. R., 1986. Flora of New Brunswick. — Primrose Press, Fredericton, 666 p.
- KEDDY, P., 1975. Botanical studies on Sable Island, 1975. Annual report on terrain management activities on Sable Island. — Sable Island Environmental Advisory Committee, Halifax.
- LAWSON, G., 1864. Notice of the occurrence of heather (*Calluna vulgaris*) at St. Ann's Bay, Cape Breton Island. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 1: 30-35.
- LAWSON, G., 1875-76. Notes on some Nova Scotia plants. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 4: 167-172.
- LE GALLO, C., 1945. *Le Calluna vulgaris* L. dans l'Amérique du Nord. — Naturaliste can., 72: 309-314.
- LYSAGHT, A. M., 1971. Joseph Banks in Newfoundland and Labrador, 1766. His Diary, Manuscripts and Collections. — Faber & Faber, London, 512 p.
- MACCOUN, J., 1883. Catalogue of Canadian plants. — Dawson Brothers, Montreal, 623 p.
- MARIE-VICTORIN, 1964. Flore Laurentienne. 2nd edition revised by E. Rouleau. — University of Montreal Press, Montreal, 925 p.
- MEADES, W. J., 1983. Heathlands. — Pages 267-318 in G. R. South (ed.). Biogeography and ecology of the Island of Newfoundland. Dr. W. Junk, The Hague-Boston-London, 723 p.
- SOUTH, G. R., 1980. A. J. M. Bachelot de la Pylaie (1786-1856). Keynote address and notes on Newfoundland botanists. — Pages 13-15 in G. R. Brassard (ed.). Canadian Botanical Association, Waterloo, 20 p.
- ST. JOHN, H., 1921. Sable Island with a catalogue of its vascular plants. — Proc. Boston Soc. nat. Hist., 36: 1-103.
- STOBO, W. T. & I. A. McLAREN, 1975. The Ipswich sparrow. — Proc. Nova Scotian Inst. Sci., 2nd Supplement, 27: 1-105.
- TAYLOR, R. B., 1982 (ed.). Terrain management and biological studies on Sable Island, 1981. — Sable Island Environmental Advisory Committee, Halifax, 152 p.

Vascular plants new to the flora of New Brunswick

H.R. HINDS

Connell Memorial Herbarium
Biology Department
University of New Brunswick
Fredericton (New Brunswick) E3B 6E1

Résumé

Des recherches récentes sur le terrain et en herbier ont amené la découverte de 19 taxons de plantes vasculaires nouvelles pour la flore du Nouveau-Brunswick: *Agalinis tenuifolia*, *Aster modestus*, *Celastrus orbiculatus*, *Centaurea jacea*, *Dryopteris filix-mas*, *Malus baccata*, *Millegrana radiola*, *Najas gracillima*, *Oxytropis deflexa* var. *foliolosa*, *Polygonum caurianum* ssp. *hudsonianum*, *P. franktonii*, *P. viviparum* f. *alpinum*, *Puccinellia lucida*, *P. macra*, *Salix* × *sericans*, *Senecio aureus* × *S. schweinitzianus*, *Silene dioica*, *Spiranthes cernua*, *S. ochroleuca*.

Abstract

Recent field and herbarium studies have resulted in the discovery of 19 vascular plant taxa which are believed to be new to the flora of New Brunswick. These include 12 native species (*Dryopteris filix-mas*, *Najas gracillima*, *Puccinellia lucida*, *P. macra*, *Spiranthes cernua*, *S. ochroleuca*, *Polygonum caurianum* ssp. *hudsonianum*, *P. franktonii*, *P. viviparum* f. *alpinum*, *Oxytropis deflexa* var. *foliolosa*, *Agalinis tenuifolia*, *Aster modestus*), 5 European or Eurasian introduced species (*Silene dioica*, *Malus baccata*, *Millegrana radiola*, *Celastrus orbiculatus*, *Centaurea jacea*), and 2 hybrid taxa *Salix* × *sericans*, and *Senecio aureus* × *S. schweinitzianus*).

Since publication of the *Flora of New Brunswick* (Hinds, 1986), 19 taxa of vascular plants previously not known from New Brunswick or of questionable occurrence in the province have been discovered. These new taxa are reported along with brief collection notes, information regarding their occurrence elsewhere in the Maritime Region, and other floristic details. The taxonomic authority followed is Kartesz & Kartesz (1980) except where otherwise indicated.

Polypodiaceae

DRYOPTERIS FILIX-MAS (L.) SCHOTT

About 25 plants were found in deep shade along stream margin and adjacent seepy area on north side of Slate Mountain, Restigouche Co., 16 June, 1991, *Hinds 10566* (UNB).

Reported regionally from northern Nova Scotia (Roland & Smith, 1969), northern Maine

(Richards *et al.*, 1983) and from the Gaspé Peninsula (Scoggan, 1978-79). Further exploration of the uplands of northern New Brunswick will probably yield further populations.

Najadaceae

NAJAS GRACILLIMA (A. BR.) MAGNUS

Frequent as flotsam on shore of Limeburners Lake, Charlotte Co., 21 Aug., 1987, *Hinds 8718* (UNB).

Reported in our area from Hants and Queens counties, Nova Scotia (Roland & Smith, 1969); and Cumberland, Knox and Kennebec counties, southern Maine (Richards *et al.*, 1983). It is considered as a COSEWIC category 3 species, i.e. rare Canadian peripheral species that are endangered, threatened or rare in two or more American border states.

Poaceae*Puccinellia lucida* Fernald & Weatherby

1. Rare on upper beach in sand at Pointe-à-Maxine, Kouchibouguac National Park, Kent Co., 5 Aug., 1988, *Hinds* 88952 (UNB).
2. Landward side of salt marsh along Cumberland Basin, 6 miles southwest of Sackville, Westmorland Co., 12 Aug., 1965, *Hotchkiss* 8069 (UNB).

Reported in our vicinity from the southern coast of the Gaspé Peninsula (Scoggan, 1978-79). Kartesz & Kartesz (1980) report this taxon as synonymous with *P. nuttalliana* (Schultes) Hitchc., however Dore & McNeill (1980) retain *P. lucida* for the eastern populations of this complex.

Puccinellia macra Fernald & Weatherby

Outer sand dune, Pt.-à-Bouveau, Gloucester Co., 30 July, 1965, *Roberts & Pugh* 65-44267 (UNB).

Reported in our vicinity from the Gaspé Peninsula (Scoggan, 1978-79). The genus *Puccinellia* is in need of revision especially for eastern Canadian material. Many collections are difficult to assign to a specific taxa and it is suspected that intraspecific hybridization is widespread. Extensive mats of mainly sterile plants occur at several localities and need further study.

Orchidaceae*Spiranthes cernua* (L.) Richards

1. Scattered in roadside ditch near Flume Ridge and Deadwater Brook, 3 km south of Brockway, Charlotte Co., 30 Sept., 1986, *Hinds* 8286 (UNB).
2. Small colony about 1 km east of Barker's Point, York Co., 20 Oct., 1986, *Hinds* 8325 (UNB).
3. Frequent in sandy alder thicket off Back Road, Grand Manan Is., Charlotte Co., 9 Oct., 1988, *Hinds* 9117 (UNB).
4. Scattered in gravel pit among alders, Pennfield Ridge, Charlotte Co., 15 Sept., 1989, *Hinds* 9455 (UNB).

There had been some doubt about whether this late blooming species occurs in New Brunswick (Hinds, 1986) and it had been overlooked until recently. A report for Sussex, New Brunswick in Scoggan (1978-79), has been reannotated to *S. romanoffiana* Cham.

Spiranthes ochroleuca (Rydb.) Rydb.

1. Frequent on both sides of Back Road near sanitary landfill, north of Grand Harbour, Grand Manan Is., Charlotte Co., 9 Oct., 1988, *Hinds* 9116 (UNB).
2. Several colonies on grassy edge of sewage lagoon near Anchorage Prov. Pk., Grand Manan Is., Charlotte Co., 9 Oct., 1988, *Hinds* 9098 (UNB).

Reported from Isle au Haut, Maine (Seymour, 1982) and from southern Nova Scotia (Catling, 1982). This taxon was raised to species status from *S. cernua* (L.) Richards var. *ochroleuca* (Rydb.) Ames (Sheviak & Catling, 1980).

This northeastern species was expected to occur on Grand Manan Island in the Bay of Fundy because it ranges across Maine to southern Nova Scotia.

Salicaceae*Salix* × *sericans* Tausch ex A. Kerner

Considered to be the hybrid between *Salix caprea* L. and *S. viminalis* L. (Meikle, 1984). It is commonly planted and spreading locally in the Bay of Fundy area. It was apparently introduced early in 1900's from Europe as nursery stock and planted extensively, but is winter hardy only along the Bay of Fundy coast and islands. Possibly the earliest and correct name should be *S.* × *holosericea* Willd. (Meikle, 1984). Reported from Nova Scotia and Prince Edward Island under the incorrect name *S.* × *smithiana* Willd. (Seymour, 1982) which is the hybrid of *S. cinerea* L. × *S. viminalis* L. Also reported from Washington County, Maine as *S.* × *smithiana* Willd. (Fernald & Wiegand, 1910).

The wood under the yellowish or reddish tinged bark of twigs is smooth in this taxon, whereas in *S.* × *smithiana* Willd. the bark is reddish brown and the underlying wood is usually striate.

Polygonaceae*Polygonum caurianum* Robins. ssp.
hudsonianum Wolf & McNeill

Small colony on gravelly mounds in salt marsh, mouth of Tetagouche R., Bathurst Bay, Gloucester Co., 28 Aug., 1988, *Hinds* 9045 (UNB).

Reported from Hudson and James bays, eastward to Labrador and the St Lawrence estuary (Wolf & McNeill, 1986).

This is the first report of this newly recognized subspecies south of the St Lawrence estuary. At the Tetagouche River, it occurs near the New Brunswick endemic, *Aster subulatus* Michx. var. *obtusifolius* Fern.

POLYGONUM FRANKTONII WOLF & MCNEILL

Frequent on gravel strand at mouth of Middle R. on Middle R. estuary, Bathurst Bay, Gloucester Co., 28 Aug., 1988, *Hinds 9039* (UNB).

Wolf & McNeill (1986) report this taxon from «maritime and freshwater beaches, dunes and shores of eastern Canada.» The type specimen is from Digby County, Nova Scotia.

POLYGONUM VIVIPARUM L.

Rare at edge of *Thuja* swamp and railroad tracks in calcareous seep, Dalhousie Jct., Gloucester Co., about 1 km south of route 11, 25 June, 1990, *Hinds & Flanders 9606*.

Our material is referable to forma *alpinum* (Wahl.) Polunin. Reported from the Gaspé Peninsula (Scoggan, 1978-79).

Caryophyllaceae

SILENE DIOICA (L.) CLAIRV. (*LYCHNIS DIOICA* L.)

Large colony in moist open woods in residential area west of Rockwood Park., Saint John, St. John Co., 20 Sept., 1986, *Hinds 8268* (UNB).

Known from a few counties in Nova Scotia (Scoggan, 1978-79) and widespread in Maine (Richards *et al.*, 1983.). Eurasian.

Rosaceae

MALUS BACCATA BORKH.

Small colony persisting in old pasture near mouth of Corbett Bk., Lincoln, York Co., 28 Sept., 1986, *Hinds 8283* (UNB).

Asiatic cultivated tree. Reported from Aroostook and Penobscot counties, Maine (Richards *et al.*, 1983).

Fabaceae

OXYTROPIS DEFLEXA (PALL.) DC. VAR. *FOLIOLOSA* (HOOK.) BARNEBY

Rare on gypsum escarpment above Tobique River, Plaster Rock, Victoria County, 19 June, 1980, *Hinds 3193*.

Previously reported only from the Gaspé Peninsula this region (Scoggan, 1978-79).

Linaceae

MILLEGRANA RADIOLA (L.) DRUCE

1. Locally abundant near end of Red Point Rd., Grand Manan Is., Charlotte Co., 1 Aug., 1987, *Hinds 8579* (UNB). 2. Frequent in muddy ruts, Southern Head, Grand Manan Is., Charlotte Co., 29 Aug., 1987, *Young* (UNB).

Reported from several counties in Nova Scotia (Scoggan, 1978-79) and from Knox County, Maine (Richards *et al.*, 1983). Eurasian.

Celastraceae

CELASTRUS ORBICULATUS THUNB.

Established in open woods at Rossmount near St. Andrews, Charlotte Co., 19 Sept., 1988, *Hinds 9078* (UNB).

Reported from Oxford and Knox counties, Maine (Richards *et al.*, 1983). Asiatic escape from cultivation.

Scrophulariaceae

AGALINIS TENUIFOLIA (VAHL) RAF.

Locally common in open gravel pits in the Barker's Point area near Fredericton, York Co., 15 Sept., 1987, *Hinds 8777* (UNB).

Not previously reported from the Maritime Provinces or the Gaspé Peninsula. Common in southern and central Maine (Richards *et al.*, 1983), southern Ontario and southwestern Québec (Scoggan, 1978-79).

It is probable that seed was carried in mud of heavy construction equipment which was used to build the nearby Princess Margaret Bridge across the St John River. Construction firms from

Ontario and Québec often bring equipment into the province.

Asteraceae

ASTER MODESTUS LINDL.

1. Collected on a strand of the Restigouche R., at Montgomery Bridge in Restigouche Co., 21 Aug., 1963, *Roberts & Drury 63-1779* (originally identified as *A. novae-angliae* L.) (UNB).
2. Small colony in limestone ledge crevices and cobble near water's edge, in the vicinity of the mouth of Lower Four Mile Brook on Little Main Restigouche R. west of St. Quentin, Restigouche Co., 13 Aug., 1986, *Hinds 8140* (UNB).

Not reported in the eastern United States or Canada. Its range is principally western, from Alaska and British Columbia to Québec south to Oregon, Idaho and northern Michigan.

The New Brunswick stations are disjunct by approximately 1000 km from the closest known population in the James Bay region of Québec near Rupert House (Grondin & Ouzilleau, 1983). Plants survive in New Brunswick on the relatively alkaline unstable river bank, a habitat that is mainly free from invasion by the forest species that may have crowded them out elsewhere. This species was probably more widely distributed shortly after the last glaciation.

CENTAUREA JACEA L.

1. Rare along dry roadside at Basswood Ridge, off Rt. 745, Charlotte Co., 21 July, 1986, *Hinds 8002* (UNB). 2. One plant in grassy meadow at Boundary Creek near Petitcodiac R., Westmorland Co., 28 July, 1986, *Hinds 7997* (UNB). 3. Dry roadside gravel at Lake Edward, Victoria Co., 7 Sept., 1986, *Landauer* (UNB).

Reported in our vicinity from several counties in Maine (Richards et al., 1983). European.

SENECIO AUREUS L. × *S. SCHWEINITZIANUS* NUTT.

One large colony in wet alder thicket with both parents near North River, Westmorland Co., 20 June, 1987, *Hinds 8422* (UNB).

Plants were found growing with the parents and were immediately suspected to be of hybrid origin because of their morphological intermedi-

acy except that they were taller than either parent. Pollen studies on flowers from ten capitula on different stems revealed a significant degree of aborted or nongerminating grains. The large colony was probably a single clone.

Apparently this is the first substantiated report for this hybrid in Canada. Reported previously in New York from Warren County (Barkley, 1962) and from Essex County (House, 1923).

Acknowledgments

I am indebted to the following people for their considerable assistance with this report: Drs Luc Brouillet, Jacques Cayouette, Allison Dibble, George H. Flanders, Jr., Dr James Goltz, Dr C. Mary Young and Ms Irene Johnston.

References

- BARKLEY, T. M., 1962. A revision of *Senecio aureus* Linn. and allied species. — *Trans. Kans. Acad. Sci.*, 65 (3 & 4): 318-408.
- CATLING, P. M., 1982. Breeding systems of north-eastern North American *Spiranthes* (Orchidaceae). — *Can. J. Bot.*, 60: 3017-3039.
- DORE, W. G. & J. McNEILL, 1980. Grasses of Ontario. — Agriculture Canada, Biosystematics Research Institute, Ottawa, Monograph no. 26.
- FERNALD, M. L. & K. M. WIEGAND, 1910. A summer's botanizing in eastern Maine and western New Brunswick. — *Rhodora*, 12: 104.
- GRONDIN, P. & J. OUZILLEAU, 1983. Les habitats riverains du sud de la Jamesie, Québec. — *Géogr. phys. Quat.*, 37 (3): 275.
- HINDS, H. R., 1986. Flora of New Brunswick. — Primrose Press, Fredericton, New Brunswick, 885 p.
- HOUSE, H. D., 1923. Report of the state botanist for 1921. — *Bull. N. Y. St. Mus.*, nos. 243-244.
- KARTESZ, J. T. & R. KARTESZ, 1980. A synonymized checklist of the vascular flora of the United States, Canada, and Greenland. — The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- MEIKLE, R. D., 1984. Willows and poplars of Great Britain and Ireland. — Botanical Society of the British Isles, London, Handbook no. 4.
- RICHARDS, D., F. HYLAND & L. M. EASTMAN, 1983. Revised checklist of the vascular plants of Maine. — *Bull. Josselyn bot. Soc. Me.*, Orono, Maine, no. 11.
- ROLAND, A. E. & E. C. SMITH, 1969. The flora of Nova Scotia. — Nova Scotia Museum, Halifax, 746 p.

- SCOGGAN, H. J., 1978-1979. The flora of Canada. — Natn. Mus. nat. Sci., Ottawa, Publs Bot. no. 7, 4 parts, 1710 p.
- SEYMOUR, F. C., 1982. The flora of New England. 2nd edition. — Charles E. Tuttle Co. Publ., Rutland, Vermont.
- SHEVIAK, C. J. & P. M. CATLING, 1980. The identity and status of *Spiranthes ochroleuca* (Ryd.) Ryd. — *Rhodora*, 82: 526-562.
- WOLF, S. J. & J. McNEILL, 1986. Synopsis and achene morphology of *Polygonum* section *Polygonum* (Polygonaceae) in Canada. — *Rhodora*, 88: 457-479.

Noctuidae (Lepidoptera) from Kuujjuarapik, Northern Québec

Seppo KOPONEN

Centre d'études nordiques, Université Laval
Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4 and Zoological Museum
University of Turku, SF-20500 Turku, Finland

and

J. Donald LAFONTAINE

Centre for Land and Biological Resources Research
Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6

Résumé

Cinquante-cinq espèces de Noctuidae ont été récoltées à Kuujjuarapik en 1985 et 1990. Deux espèces de l'ouest, *Discestra farnhami* (Grote) et *Lasionycta perplexa* (Smith), sont mentionnées pour la première fois au Québec. Pour *Hemipachnobia subporphyrea* (Walker), il s'agit de la récolte la plus septentrionale.

Abstract

Fifty-five species of noctuid moths were collected at Kuujjuarapik in 1985 and 1990. Two western species, *Discestra farnhami* (Grote) and *Lasionycta perplexa* (Smith) were found for the first time in Québec. For *Hemipachnobia subporphyrea* (Walker) this is the most northern record.

Noctuid moths were collected by S.K. at the village of Kuujjuarapik (Whapmagoostui/Poste-de-la-Baleine/Great Whale) on the eastern coast of Hudson Bay, in 1985 and 1990 (Fig. 1). The area of Kuujjuarapik (55°17'N, 77°48'W) belongs to the southern forest tundra zone (Payette, 1983). Three conifer tree species, white spruce, black spruce and tamarack, grow there at their arctic-maritime limit. Alder and dwarf birch shrubs are typical to the area. There are also small bogs, moist meadows and a palsa bog near Kuujjuarapik. Open hills, barren or covered by alpine heath, are rather low, the highest summit being about 230 m. The village is located on a sandy terrace bordering the Great Whale River and Hudson Bay.

In 1985, the main collecting method was daytime netting of noctuids at and around Kuujjuarapik; the most distant site being a palsa bog about seven kilometers south of the village. Some collecting from the lights in the area was

also done. In 1990, all material originated from the village area and the majority was collected using light and sugar bait traps. A light trap was situated at the research station of the Centre d'études nordiques. Sugar bait traps (2) were on a fairly open hill.

The noctuid fauna of the Kuujjuarapik area has been hitherto practically unstudied. Altogether, 55 species were collected at Kuujjuarapik in 1985 and 1990, two of which were found for the first time in Québec.

List of species

(species marked with * are new to Québec)

- Acronicta impressa* Walker 24.VI.85 (1 ind.)
Agrotis ruta (Eversmann) dead indoors VII.85 (1)
Anarta luteola (Grote & Robinson) 6.VI.90 (1)
A. melanopa (Thunberg) 30.VI.85 (1), 8-9.VI.90 (3)
Anartomima secedens (Walker) 19.VII-1.VIII.90 (2)



Figure 1. Location of Kuujuaarapik. Broken line = northern limit of continuous forest zone.

- Andropolia contacta* (Walker) 4-8.IX.85 (2)
Apamea exornata (Möschler) 29.VII-2.VIII.90 (3)
A. zeta exulis (Duponchel) 15.VII-9.VIII.90 (35)
A. sp. aff. lateritia 8.VIII.90 (1)
Autographa ampla (Walker) 9.VIII.90 (1)
Diarsia dislocata (Smith) 5.VIII.85 (1), 29.VII-22.VIII.90 (15)
D. freemani Hardwick 28.VII-3.VIII.90 (2)
 * *Discestra farnhami* (Grote) 23-29.VII.90 (3) — Most common in western mountains from Yukon southward to Colorado, Utah and southern California. Also eastward in the boreal zone to Manitoba. All individuals caught in light trap.
D. trifolii (Hufnagel) 16.VII-8.VIII.90 (22)
Eurois occultus (Linnaeus) 29.VII.90 (3)
Euxoa dissona (Möschler) 29.VII-2.VIII.90 (11)
E. lidia thanatologia (Dyar) 28.VII-22.VIII.90 (91)
E. ochrogaster (Guenée) 21.VIII.90 (1)
Hada sutrina (Guenée) 16-22.VII.90 (3)
Hemipachnobia subporphyrea (Walker) 4.VII.85 (1), 28.VII.90 (1) — The most northern record. Known on acid bogs from Newfoundland, Québec and Ontario south of 50°N; southward to Florida. Caught on a palsa bog in 1985, and by light trap in the village in 1990.
Hillia iris (Zetterstedt) 5.IX.85 (2), 20.VIII.90 (1) — The dark form.
- Hyppa* sp. VII.85 (1), 23-29.VII.90 (5)
Lacanobia nevadae (Grote) 2.VIII.90 (1)
L. radix (Walker) 2.VIII.90 (1)
Lasionycta leucocycla moeschleri (Staudinger) 28.VII-1.VIII.90 (7)
 * *L. perplexa* (Smith) 23.VII-9.VIII.90 (5) — Previously known from montane areas from Alaska to New Mexico, Utah and Oregon. Not recorded between Alberta and Québec. All individuals caught by light trap.
L. phoca (Möschler) 14-29.VII.90 (3)
L. subdita (Möschler) 23-29.VII.90 (2)
L. taigata Lafontaine 29.VII.90 (1)
Melanchra pulverulenta (Smith) 16-29.VII.90 (3)
Mniotype tenera (Smith) 1-7.VII.85 (2), 17.VII-3.VIII.90 (6)
Ochropleura plecta (Linnaeus) 29.VII.90 (1)
Papestra quadrata (Smith) 18.VII-3.VIII.90 (5)
Parastichtis suspecta (Hübner) 2-22.VIII.90 (45)
Peridroma saucia (Hübner) 22.VI.85 (1)
Polia richardsoni (Curtis) 7.VII.85 (1), 15.VII.90 (1)
P. rogenhoferi (Möschler) 23.VII-9.VIII.90 (12)
Rhyacia quadrangula (Zetterstedt) 1-22.VIII.90 (13)
Sympistis heliophila (Paykull) 29.VI.85 (2), 14.VII-12.VIII.90 (12)
Syngrapha diasema (Boisduval) 2.VIII.85 (2), 31.VII-22.VIII.90 (18)
S. ignea (Grote) 29.VII.90 (2)
S. interrogationis (Linnaeus) 24.VIII.85 (1), 1-22.VIII.90 (7)
S. microgamma (Hübner) 28.VII.90 (1)
S. octoscripta (Grote) 2-26.VIII.85 (7), 29.VII.90 (1)
S. selecta (Walker) 28.VII.85 (2)
S. surena (Grote) 2.VIII.90 (1)
S. u-aureum (Guenée) 2-8.VIII.85 (2), 31.VII-21.VIII.90 (8)
Trichosilia mollis (Walker) 29.VII-21.VIII.90 (2)
Xestia atrata (Morrison) 29.VII.90 (1)
X. mixta (Walker) 28.VII-3.VIII.90 (15)
X. oblata (Morrison) 29.VII-11.VIII.90 (7)
X. okakensis (Packard) 7.VII.85 (1), 27.VII.90 (1)
X. rhaetica homogena (McDunnough) 31.VII-4.VIII.90 (5)
X. sp. aff. laetabilis 2.VIII.90 (1)
Xylena thoracica (Putnam-Cramer) 4.IX.85 (1)

The comments on distribution are based on the material in the Canadian National Collection, Ottawa, and in the National Museum of Natural

History, Smithsonian Institution, Washington D.C.

The most abundantly caught species at Kuujjuarapik in 1990 were: *Euxoa lidia thanatologia* (91), *Parastichtis suspecta* (45), *Apamea zeta exulis* (35), *Discestra trifolii* (22), *Syngrapha diasema* (16), *Xestia mixta* (15), *Diarsia dislocata* (15), *Rhyacia quadrangula* (13), *Polia rogenhoferi* (12) and *Euxoa dissona* (11). *Parastichtis suspecta* was mainly caught in sugar bait traps, *Xestia mixta* and *Diarsia dislocata* in both bait and light traps (30% by bait, 70% by light trap), and the other abundant species mainly in light trap.

Most of the material is deposited in the collection of the Zoological Museum, University of

Turku, Finland. Voucher material for most species is in the Canadian National Collection, Ottawa.

The financial and logistical support by the Centre d'études nordiques, Université Laval, is greatly appreciated.

References

- PAYETTE, S., 1983. The forest tundra and present tree-lines of the northern Québec-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, no. 47, 188 p.

Revue des livres

BROOKS, Robert R. & Dieter JOHANNES, 1990. **Phytoarchaeology**. — Historical, Ethno- & Economic Botany Series, volume 3. Dioscorides Press, Portland, Oregon, 224 p., 19,5 × 27 cm. Couverture rigide, 39,95 \$ US.

Ce troisième volume de la série *Historical, Ethno- & Economic Botany* se veut une monographie sur tous les aspects des relations entre la végétation et l'archéologie. Pour nommer la totalité des champs de recherche qui traitent de ces relations, les auteurs proposent le terme *phytoarchéologie*.

Le volume est divisé en deux parties. La première comprenant neuf chapitres porte sur les principes généraux et couvre plusieurs sujets dont la survivance d'anciennes cultures végétales, les plantes spécifiques à des types de vestige, la détermination d'anciens habitats par l'analyse des pollens ou des phytolithes, et les plantes associées à d'anciennes mines ou activités minières. Les chapitres de cette première partie présentent d'abord la théorie de chaque thème puis des exemples tirés de la documentation rassemblée par les auteurs ainsi qu'une liste de références mise à jour. Les histoires de cas qui illustrent les méthodes décrites dans cette monographie couvrent toutes les périodes depuis 20 000 ans avant aujourd'hui jusqu'au 19^e siècle, avec un accent sur les périodes préhistorique et classique. Le thème le plus longuement développé, la phytoarchéologie aérienne, fait l'objet de toute la seconde partie du volume qui comprend sept chapitres.

Les vestiges ou les signes d'activités humaines enfouies laissent des traces dans le substrat et, par conséquent, modifient la végétation. C'est donc grâce aux patrons de végétation observés par la voie des airs que de nombreux sites archéologiques disparus ou recherchés furent repérés. Les méthodes de télédétection (photographie aérienne et image satellitaire) de vestiges archéologiques sont présentées dans la seconde partie du volume. La documentation rassemblée dans cette section couvre les cinq continents et présente de nombreux exemples de travaux qui utilisent les méthodes d'exploration et d'interprétation aériennes.

Plusieurs études de sites miniers, réalisées surtout en Europe, documentent la présentation des *méthodes géobotaniques* décrites au second chapitre. Les méthodes de prospection géobotanique dans la recherche de sites miniers anciens reposent sur la nature et la répartition des plantes indicatrices de la présence de métaux, sur la nature et la répartition des communautés végétales indicatrices de vestiges miniers ou métallurgiques (déblais de mines ou dépôts de scories), sur l'étude des changements morphologiques chez les

plantes consécutifs aux activités minières ou de fonderie et, finalement, sur les observations aérovisuelles.

Les *méthodes biogéochimiques* développées pour la prospection minière trouvent un champ d'application dans la détection de sites archéologiques. L'analyse chimique des sols et des végétaux permet de déceler des minéraux enfouis sous la surface du sol. Des modifications anthropogéniques du milieu à la suite d'activités minières ou la présence de minéraux apportés sur un site par des communautés humaines préhistoriques se reflètent sur la composition chimique du sol. Les progrès récents en chimie analytique permettent la détermination avec une grande précision de plus de 20 éléments simultanément et d'isotopes dans les roches, les sols et la végétation. On discute dans ce chapitre des liens entre la composition chimique des plantes et la nature du substrat géologique. On y présente des études de cas où des concentrations anormales en métaux dans les plantes ont permis d'identifier des sites sans autres traces visibles.

De tout temps, les activités humaines ont influencé la composition de la flore partout dans le monde. La déforestation, l'agriculture et la circulation des biens et des personnes sont les principales causes de la modification de la flore et se traduisent par l'expansion ou la réduction des habitats, la préservation et l'extinction de certaines espèces et surtout par l'introduction de nouvelles entités dans une flore locale. L'*étude de la modification anthropogénique de la végétation* peut conduire à l'identification d'anciennes routes commerciales, par terre ou par mer. Par exemple, la présence de *Pinus flexilis* loin de son aire répartition normale et bien au-dessus de son altitude habituelle a conduit à la découverte de pistes fréquentées par les autochtones du Dakota du Nord, à l'époque pré-colombienne.

Au chapitre 5, la discussion porte sur les *plantes indicatrices de la modification de l'état nutritionnel du sol* altéré par l'occupation humaine. Parmi les facteurs de modification anthropogénique de la végétation autres que le drainage des marécages et l'agriculture qui favorise l'introduction de plantes adventices, on retrouve les niveaux élevés de phosphate et d'azote dans le sol qui témoignent de la présence de vestiges organiques. Des opérations de construction dans lesquelles des roches calcaires ou du mortier ont été utilisés se reflètent dans la composition de la végétation en surface. La présence de plantes cultivées, alimentaires, horticoles et médicinales ainsi que la luxuriance de la végétation peuvent indiquer d'anciens établissements. On donne en exemple les dépôts importants de coquillages caractérisés par une flore calcicole et les dépôts

de matière organique révélés par un assemblage de plantes nitrophiles.

Le chapitre suivant aborde la question de la *survivance d'anciennes cultures* de plantes ayant un intérêt économique pour l'alimentation, la médecine, la religion ou comme combustible. Les auteurs font la distinction entre les indicateurs négatifs et les indicateurs positifs. Parmi les exemples donnés, ils exposent le cas de l'agave qui a joué un rôle important dans la culture amérindienne Pueblo comme aliment, breuvage, dans la fabrication d'ustensiles, de cordages, de vêtements, en vannerie, etc. et dont la répartition en Arizona, hors de son habitat naturel, concorde avec la présence de sites archéologiques.

Au chapitre 7, on discute de l'utilisation des analyses de *vestiges végétaux* (pollens, macrorestes végétaux et phytolithes) pour la *reconstitution* des paléoenvironnements. Un nouveau champ de recherche s'ouvre avec l'analyse des phytolithes opalins (résidus de silice identifiables après dépérissement de la plante), morphologiquement différents selon les taxons. L'analyse des pollens trouvés dans les sédiments ou dans les dépôts archéologiques sert à reconstituer la végétation et permet une datation approximative des dépôts contenant des artefacts. Les plantes sauvages ou les mauvaises herbes qui ont laissé des fruits ou des graines sur des sites d'anciens établissements fournissent un meilleur aperçu de la végétation environnante. De plus, l'analyse des macrorestes végétaux carbonisés ou non-carbonisés permet la détermination d'anciennes pratiques agricoles. Certaines plantes sont des indicateurs de variables comme la température, l'humidité, le pH du sol, le taux de calcium, etc. et permettent de statuer sur les conditions environnementales.

Le chapitre suivant se penche sur les conditions qui favorisent la naturalisation de plantes qui n'ont pas de valeur économique et qui ont été introduites involontairement sur un site spécifique par des agents humains et non-humains. Le dernier chapitre de la première partie du volume énumère et explique brièvement les méthodes de cartographie de la végétation et les méthodes statistiques les plus couramment utilisées dans le traitement des données phytoarchéologiques.

Dans le chapitre d'introduction à la seconde partie on peut lire l'histoire de la *phytoarchéologie aérienne* qui remonte au début du 20^e siècle avec les travaux de Crawford en Grande-Bretagne. Différentes traces sur la surface de la terre sont détectées grâce aux photographies aériennes. Les principales traces sont les marques sur le sol, les ombres laissées par le relief et les différences visibles dans la croissance des plantes. Les travaux importants réalisés en archéologie aérienne jusqu'à maintenant sont répertoriés ainsi que les périodiques en langue anglaise qui traitent de cet aspect.

Les techniques de *télétection* sont examinées au chapitre 11. Elles utilisent toute la gamme des longueurs d'ondes et visent à reconnaître, outre la pré-

sence de traces archéologiques qui seraient juste sous la surface du sol, des patrons de végétation ou des anomalies causées par des facteurs de stress. Les changements physiologiques causés par la modification anthropogénique du substrat peuvent se mesurer par spectrophotométrie et aussi dans certains cas par spectroradiométrie. Les parties du spectre dans le visible et l'ultraviolet sont utilisées depuis longtemps en télédétection, l'infrarouge depuis 1939. La tendance récente consiste à utiliser des lecteurs multi-bandes. Les techniques et les applications de la thermographie, du radar et du satellite sont examinées dans ce chapitre.

Dans les derniers chapitres, on peut lire l'histoire et la description de travaux portant sur des sites celtes, romains et médiévaux du Nord-Ouest de l'Europe, puis sur des sites au Moyen-Orient, en Italie, en Grèce et en Afrique du Sud. Le chapitre 14 est consacré à la phytoarchéologie aérienne en Amérique du Nord avec des exemples en Orégon, au Québec et en Alaska. Les chapitres suivants concernent l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud, puis l'Océanie. On trouve à la fin du volume un glossaire des termes, un index botanique, un index géographique et un index des sujets.

La structure du livre reflète la diversité et la complexité des approches, des méthodes et des sujets. Beaucoup d'exemples proviennent de la documentation rassemblée par les auteurs auprès d'experts ou d'institutions sollicitées à l'occasion de la rédaction de ce livre. Les sources souffrent par conséquent d'inégalités dans la qualité des renseignements, des figures fournies ou des analyses.

Les auteurs profitent de la présentation des méthodes de détection de sites archéologiques pour introduire diverses notions utiles aux phytoarchéologues qui n'auraient pas une formation multidisciplinaire. Par exemple, des éléments de phytosociologie, très utiles dans la description et la classification de la végétation caractéristique des sites miniers ou de fondrières sont abordées au chapitre de la géobotanique. Tout un chapitre est consacré à la cartographie végétale et à la description sommaire des méthodes statistiques utiles dans le traitement des données phytoarchéologiques. Des illustrations en couleur agrémentent la lecture.

Par ailleurs, on peut déplorer que certains sujets ne soient pas ou à peine soulevés, par exemple: la reconstitution des régimes alimentaires par une analyse des macrorestes végétaux de fosses d'aisances; l'identification et la datation, par la dendrochronologie, de pièces de bois qui ont servi à la construction d'habitations ou d'embarcations; l'identification des charbons de bois, et d'autres sujets.

L'intérêt de ce livre tient avant tout à la vaste revue de littérature des travaux utilisant les relations entre la végétation ou les plantes et les activités humaines. C'est d'abord un outil bibliographique qui pourrait être utile aux étudiants et aux professeurs en archéologie ou en

écologie. De plus, plusieurs disciplines y trouveront un exposé de cas d'application de méthodes familières, soit dans la détection de sites archéologiques, soit dans le traitement des données phytoarchéologiques.

Catherine FORTIN

1444, rue de Callières
Québec

CRONIN, Helena, 1991. **The ant and the peacock.** — Cambridge University Press, Cambridge, England, xiii + 490 p., 16 × 23,5 cm. Couverture rigide, 37,50 \$ US.

Helena Cronin, qui partage son temps entre le département de zoologie à Oxford et le département de philosophie du *London School of Economics*, nous offre ici un intéressant mélange d'histoire, de philosophie et de biologie évolutive. Durant le développement de sa théorie sur l'évolution, basée sur la sélection naturelle, deux espèces, le paon et la fourmi, ont posé un problème à Darwin. Les plumes de la queue des paons mâles sont très longues — celles des femelles sont très courtes. Il paraissait évident pour Darwin que les très longues plumes des mâles ne pouvaient pas être le résultat de la sélection naturelle. Comment de telles plumes peuvent-elles aider un mâle ou sa progéniture dans la lutte darwinienne? En effet, les longues queues sont plutôt un handicap qu'une aide. Pour expliquer l'évolution de caractères tels que la longueur des plumes, une coloration nuptiale voyante et d'autres structures qui semblent être des handicaps, Darwin a développé la théorie de la sélection sexuelle. Il a suggéré que les ornements masculins ont évolué simplement parce que les femelles préféraient les mâles avec les plus beaux ornements. Cette préférence donnerait à un mâle un avantage dans la compétition pour le choix d'une partenaire et donc un plus grand succès reproducteur. Ainsi, les mâles ont développé des traits de plus en plus élaborés et exagérés.

Darwin a proposé deux mécanismes pour la sélection sexuelle — la compétition entre les mâles et le choix des mâles par les femelles. La compétition entre les mâles n'a pas causé de problèmes auprès des collègues de Darwin; ils ont simplement considéré ceci comme une sorte de sélection naturelle. Mais le choix d'un partenaire basé sur un «sens esthétique» des femelles n'était pas accepté. Quelle horreur! Les biologistes de l'époque, les hommes bien sûr, avaient même une grande difficulté à attribuer de telles capacités aux femmes! Cette attitude de l'acceptation de la compétition directe entre les mâles, mais le rejet du choix du mâle par la femelle a prédominé durant l'histoire de la théorie de la sélection sexuelle, et la plupart des biologistes de l'époque victorienne (même aujour-

d'hui les sceptiques ne sont pas rares) ont refusé ce deuxième mécanisme. Mais comment expliquer autrement les caractéristiques inutiles comme les longues queues des paons. Il est difficile d'imaginer comment de tels caractères peuvent être utiles dans des combats entre mâles. Cependant, depuis environ une vingtaine d'années, les écoéthologistes ont trouvé des preuves tangibles de l'existence du choix du partenaire chez les insectes, les poissons, les mammifères, et sans doute chez tous les animaux, et peut-être même chez les plantes. Habituellement, ce sont les femelles qui choisissent les mâles, mais chez certaines espèces c'est l'inverse qui se produit. Cronin donne une excellente revue de la controverse entre Darwin et Wallace (le cofondateur de la théorie de l'évolution par la sélection naturelle). Sa revue est une bonne introduction aux théories modernes de la sélection sexuelle, par exemple, le modèle de Hamilton & Zuk (1982) et le modèle du handicap de Zahavi (1975).

La deuxième partie du livre aborde l'autre problème qui a troublé Darwin, celui des insectes sociaux (dont la fourmi). La stérilité est une forme d'altruisme. Mais la sélection naturelle doit favoriser l'égoïsme et la compétition, plutôt que la coopération. En réalité, la nature n'est pas toujours si brutale («*red in tooth and claw*»). Comment la sélection naturelle peut-elle expliquer l'évolution de l'altruisme — les individus qui travaillent pour les bénéfiques des autres? Quoique Darwin ait esquissé une explication, c'est W.D. Hamilton durant les années soixante qui a vraiment expliqué l'altruisme avec sa théorie de la sélection de parenté. Un comportement comme la stérilité chez les insectes (et peut-être l'homosexualité chez les humains) peut être sélectionné si un individu non reproducteur aide ses parents.

Aujourd'hui, nous avons des réponses aux deux grands problèmes qui ont tant troublé Darwin. Certes, comme l'auteure l'indique, il y a encore d'autres problèmes intéressants qui subsistent pour les évolutionnistes — l'évolution du sexe, le lien entre l'évolution génétique et l'évolution culturelle, et l'évolution de l'esprit.

Je recommande ce livre à ceux qui veulent en savoir plus sur l'histoire de la théorie de l'évolution et surtout à ceux qui sont intéressés par la sélection sexuelle et l'altruisme. Quoique les idées présentées peuvent être trouvées ailleurs, ce livre est un beau mélange d'histoire, de philosophie et de science, et représente un achat intéressant.

Gérard J. FITZGERALD

Département de biologie
Université Laval
Sainte-Foy, Qué. G1K 7P4

Ouvrages reçus

GROOT, C. & L. MARGOLIS (ed.), 1991. **Pacific salmon life histories**. — University of British Columbia Press, Vancouver, xv + 564 p., 21,5 × 26,5 cm. Couverture rigide, 65,00 \$ CAN.

ROS, J. & N. PRAT (ed.), 1991. **Homage to Ramon Margalef or, Why there is such pleasure in studying nature**. — Département d'Écologie, Université de Barcelone, Espagne, xiii + 439 p., 18,5 × 24,5 cm. Couverture rigide, 62,00 \$ US.

Cet ouvrage est à la fois un numéro spécial (n° 10) du périodique *Oecologia aquatica*, et un livre publié dans la collection *Lecció Homenatges*, de l'Université de Barcelone.

SOLTIS, D. E. & P. S. SOLTIS (ed.), 1990. **Isozymes in plant biology**. — Advances in plant sciences series, volume 4, Dioscorides Press, Portland, Oregon, 268 p., 19,5 × 27 cm. Couverture rigide, 35,95 \$ US.

- FORTIN, C. — *Phytoarchaeology*.
(R. R. Brooks & D. Johannes, 1990)
FITZGERALD, G. — *The ant and the peacock*.
(H. Cronin, 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° 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^e 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.*)

Les Presses de l'Université Laval
Case postale 2447
Université Laval, Sainte-Foy
Québec G1K 7P4
Canada

PAYETTE, Serge
Note de la Rédaction
1

LAMOUREUX, Y. & P. NEUMANN
Additions aux Russulaceae (Agaricales) du Québec
3-14

DOYON, Dominique
*La répartition de *Lychnis flos-cuculi*
en Amérique du Nord et au Québec
et son importance dans les Cantons de l'Est*
15-25

CURRY, R. Allen & Perce M. POWLES
*The insect community in an outlet stream
of an acidified lake*
27-34

PAPAKYRIAKOU, T. N. & J. H. McCAUGHEY
*Comments on the measurement of soil water
status in a forest water balance study*
35-45

BARCLAY-ESTRUP, Paul
*Scottish heather, *Calluna vulgaris* (L.) Hull,
in Eastern Canada*
47-55

COMMUNICATIONS BRÈVES

HINDS, H. R.
Vascular plants new to the flora of New Brunswick
57-61

KOPONEN, Seppo & J. Donald LAFONTAINE
*Noctuidae (Lepidoptera) from Kuujjuarapik,
Northern Québec*
63-65

(Suite au verso)
(Continued inside back cover)

Volume 118
Numéro 1
1991

