

LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

VOLUME 108

NUMÉRO 1

1981

LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR

GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

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

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

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

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

PIERRE LEGENDRE, *Département de Sciences biologiques, Université de Montréal*

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

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

**BIOLOGIE DE DEUX POPULATIONS ARCTIQUES DE TOULADI,
SALVELINUS NAMAYCUSH (WALBAUM), DE LA RÉGION DU LAC MINTO,
NOUVEAU-QUÉBEC**

J. BENOÎT¹ et G. POWER²

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

Résumé

Les communautés de poissons de deux lacs inexploités du Grand Nord québécois sont caractérisées par la dominance du Touladi, *Salvelinus namaycush*, qui représente 60,5% des prises totales et 83,0% de la biomasse échantillonnée. La répartition par taille a été établie à partir des résultats de captures aux filets-trappes et aux filets maillants. L'âge, déterminé par la lecture de 1 116 paires d'otolithes, variait de 0 à 42 ans. La croissance en longueur de ces poissons est très lente; ce serait l'une des plus faibles observées jusqu'à maintenant pour cette espèce. L'âge de la maturité sexuelle est tardif; seulement 35,3% des femelles se reproduisent annuellement. La fécondité moyenne des femelles est de 116 œufs par 100 g de poids corporel. L'alimentation est principalement de type piscivore et les proies principales diffèrent selon le lac.

Abstract

The fish communities of two non-exploited lakes in northern Québec are dominated by the lake trout, *Salvelinus namaycush*. This species accounts for 60,5% of the total catch and 83,0% of the sampled biomass. Catch by gill and trap nets was retained for length distribution. Individual ages, based on 1 116 pairs of otoliths, ranged from 0 to 42. Growth in length seems to be the slowest known for this species. Sexual maturation occurs lately, and annual reproduction implies only 35,3% of the adult females. Females carry a mean number of 116 eggs per 100 g of body weight. Feeding is chiefly of piscivorous type, but main preys differ from lake to lake.

Introduction

Il y a peu de travaux sur la faune aquatique continentale de l'Arctique québécois. Flaherty (1918) a noté la présence du Touladi, *Salvelinus namaycush*, de l'Ombre chevalier, *Salvelinus alpinus*, et du Grand corégone, *Coregonus clupeaformis*, dans le lac Minto. Jessop *et al.* (1971) ont donné une liste des poissons de l'émissaire du lac Minto. Power (1978) et Magnin *et al.* (1978) ont présenté des résultats sur la biologie de populations de Touladis vivant à des latitudes similaires.

Nos recherches apportent des données nouvelles sur les communautés de poissons nordiques et constituent une première étude d'ensemble de la biologie du Touladi dans l'Arctique québécois.

Habitat

La région du lac Minto est située au centre du plateau ungavien à environ 260 km au nord-est de Poste-de-la-Baleine (fig. 1). Elle appartient au bassin hydrographique de la rivière aux Feuilles (42 640 km²), qui se déverse dans la partie sud-ouest de la baie d'Ungava. Située dans la zone de transition entre la taïga et la toundra, elle est d'accès difficile et pratiquement isolée des centres d'activité humaine.

¹ Adresse actuelle: Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, C.P. 156, Shawinigan, Québec G9N 1V9

² Adresse actuelle: Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1

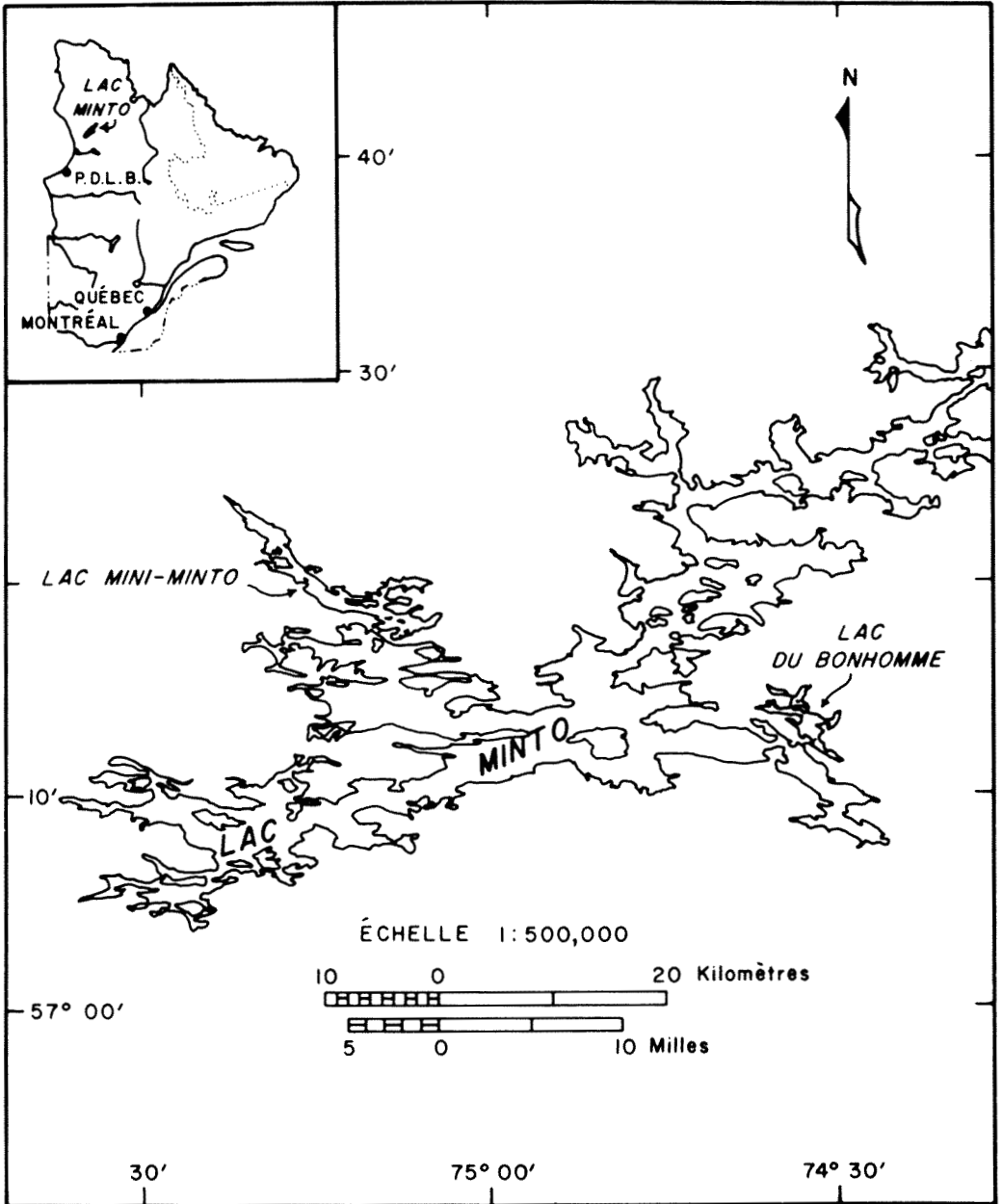


Figure 1. Lac Mini-Minto et lac du Bonhomme, Nouveau-Québec (P.D.L.B.: Poste-de-la-Baleine).

Les deux lacs étudiés, le lac Mini-Minto ($57^{\circ}19' \text{ N.}$, $75^{\circ}14' \text{ O.}$) et le lac du Bonhomme ($57^{\circ}13' \text{ N.}$, $74^{\circ}32' \text{ O.}$), sont à environ 183 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ils appartiennent à l'ensemble géologique du plateau Laurentien et sont localisés sur un assemblage varié de granite-gneiss feuilleté de l'Archéen supérieur. Le climat est de type

continental arctique, caractéristique de la toundra sèche. La température moyenne de l'air est de 10°C en juillet et de -24°C en janvier. Les précipitations totales annuelles sont d'environ 580 mm, incluant des chutes de neige de 2 080 mm. La glace recouvre ces lacs durant une période de sept à huit mois, soit du début octobre à la fin de juin.

Les caractéristiques morphométriques du lac Mini-Minto sont les suivantes: longueur de 23,48 km, largeur moyenne de 1,38 km, circonférence de 90,61 km, surface sans les îles de 32,39 km², insularité de 7,40%, développement de la circonférence de 4,50. Sa bathymétrie est inconnue. Le lac du Bonhomme a une longueur de 10,42 km, une largeur moyenne de 0,96 km, une profondeur maximale de 48,8 m, une profondeur moyenne de 11,5 m, une circonférence de 52,14 km, une surface sans les îles de 9,96 km², une insularité de 1,61%, un volume de 114,12 × 10⁶m³, un développement de la circonférence de 4,66 et un développement du volume de 0,707.

Les paramètres physico-chimiques sont typiques de lacs monomictiques froids et très oligotrophes. Ils présentent une distribution thermique relativement uniforme en été, une forte transparence au disque de Secchi (11,6 m) et une faible conductance (12 µS/cm).

Matériel et méthode

L'échantillonnage a été effectué au lac Mini-Minto entre le 25 juillet et le 13 septembre 1975, et au lac du Bonhomme entre le 1^{er} et le 15 août 1976. Des filets maillants de nylon multifilament de 30,5 m de longueur, de 1,8 m de hauteur, et de 38, 51, 76, 89, 102, 114 et 140 mm de mailles étirées furent utilisés. Les filets furent mouillés à 62 stations en 1975 et à 35 stations en 1976. Ces stations étaient surtout choisies près des rives, là où la pêche est plus efficace, et à des profondeurs de un à quinze mètres. Des filets-trappes et des verveux de 30,5 m de guide et de 13, 19, 25, 38 et 50 mm de mailles étirées, furent utilisés occasionnellement. La roténone a été employée dans les ruisseaux adjacents au lac, pour la capture de petits individus.

La longueur à la fourche a été mesurée sur du matériel frais, tandis que celui des jeunes a été mesuré en laboratoire, après conservation dans du formol à 10%. Le degré de maturité, établi selon l'échelle de Naier (Laevastu, 1967), et le sexe ont été déterminés après examen macroscopique des gonades. Le nombre d'œufs a été déterminé par comptage direct. Le diamètre des œufs, conservés dans du formol à 10%, a été mesuré selon la méthode décrite par Vladykov (1956). Les organismes des contenus stomacaux ont été identifiés aux grands

groupes à partir du matériel frais, mais aucune mesure quantitative des aliments n'a été effectuée.

Chez le Touladi, la lecture de l'âge d'après les écailles s'avérant inexacte après l'atteinte de la maturité sexuelle, les otolithes ont alors été utilisés (Dubois & Lagueux, 1968; Simard & Magnin, 1972).

Résultats

DESCRIPTION DES COMMUNAUTÉS

Le tableau I montre l'importance des Salmonidés et la prédominance du Touladi dans ces lacs. La dominance du Touladi est caractéristique des lacs de cette région et de plusieurs lacs des Territoires du Nord-Ouest (Johnson, 1976). En nombre, le Touladi est suivi de l'Omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), de l'Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et du Ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*). Ces quatre espèces représentent 93% des captures et 99,6% de la biomasse prélevée. Les autres ne représentent que 7% des captures. L'absence du Grand corégone (*Coregonus clupeaformis*) dans les lacs étudiés, pourtant présent dans le lac Minto (Flaherty, 1918; Power, 1978), est une autre caractéristique de ces communautés lacustres.

Des différences importantes apparaissent entre les deux lacs: d'une part, l'absence du Cisco de lac (*Coregonus artedii*) et l'abondance de l'Omble de fontaine, dans le lac du Bonhomme; d'autre part, la présence en grand nombre du Méné du lac (*Couesius plumbeus*), dans le lac Mini-Minto.

Dans les tributaires du lac du Bonhomme, l'Épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) et l'Omble de fontaine dominant avec respectivement 34,1% (N = 167) et 30,6% (N = 150) des captures faites par application de roténone. Viennent ensuite, par ordre décroissant, le Chabot visqueux (*Cottus cognatus*: 11,8%; N = 58), le Méné de lac (8,4%; N = 41), l'Épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*: 7,3%, N = 36), la Lotte (*Lota lota*: 3,5%; N = 17), le Touladi (2,0%; N = 10), l'Omble chevalier (1,4%; N = 7) et le Meunier rouge (*Catostomus catostomus*: 0,8%; N = 4).

DESCRIPTION DES CAPTURES DU TOULADI

Les captures de Touladis au filet maillant présentent un seul mode de longueur pour les mailles supérieures à 63,5 mm (tableau II).

TABLEAU I

Importance relative (%) des espèces et de leur biomasse dans les captures faites
au moyen d'engins dans le lac Mini-Minto et dans le lac du Bonhomme

	<i>Salvelinus namaycush</i>	<i>Salvelinus alpinus</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>Coregonus artedii</i>	<i>Prosopium cylindraceum</i>	<i>Catostomus catostomus</i>	<i>Lota lota</i>	<i>Couesius plumbeus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	No. ind.	Biomasse (kg)
Lac Mini-Minto											
Filet-trappe	49,7	2,8	10,0	0,6	6,0	0,0	1,6	26,3	3,0	499	—
Filet maillant	69,3	14,4	5,5	0,0	7,9	0,5	1,0	1,3	0,0	1 281	—
Biomasse	84,6	11,5	1,2	0,0	2,2	0,2	0,3	0,1	0,0	—	1 180,6
Lac du Bonhomme											
Filet-trappe	63,6	4,3	22,0	—	7,6	0,6	1,4	0,2	0,4	514	—
Filet maillant	50,0	20,5	24,0	—	4,9	0,3	0,3	0,0	0,0	708	—
Biomasse	83,0	11,1	4,4	—	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	—	697,3
Effectif total	60,5	12,2	13,5	0,1	6,8	0,4	1,0	5,0	0,6	3 002	—
Biomasse totale	84,0	11,4	2,4	0,0	1,8	0,2	0,2	0,1	0,0	—	1 877,9

Pour les petites mailles, on observe un second mode dans les faibles tailles dont la position est plus ou moins fixe. De plus, ces modes sont légèrement différents entre les deux lacs (valeur légèrement inférieure dans le lac du Bonhomme).

L'étendue en classes de longueur des distributions varie selon la dimension des mailles de filet (tableau II). Ces variations sont le reflet de la sélectivité des types de filet qui limite l'apparition de certaines classes de longueur dans leurs captures. Ces étendues ne présentent cependant pas une tendance évidente à la diminution du nombre des classes de longueur avec l'augmentation de la dimension des mailles. On note néanmoins que les classes de petite taille disparaissent progressivement des captures avec l'augmentation de la dimension des mailles. Le nombre de classes de longueur par distribution varie donc suivant les mailles de filets, mais ne semble pas obéir à une loi précise.

Le rendement, évalué à partir du nombre de poissons capturés par unité d'effort (tableau II), ne suit pas un modèle régulier de variations. Ainsi, au lac Mini-Minto, les filets les plus efficaces sont ceux à mailles de 101,5, 50,8 et 76,2 mm, tandis qu'au lac du Bonhomme, ce sont ceux à mailles de 88,9, 76,2 et 50,8 mm. Pour les deux lacs, les mailles les moins efficaces sont les plus grandes (139,7 mm) et les plus petites (38,1 mm). La taille moyenne des poissons semble, par contre, liée à l'augmentation de la dimension des mailles.

Les poissons capturés aux filets-trappes présentent une distribution bimodale avec des modes relativement constants (tableau III). La position des modes diffère cependant d'un lac à l'autre. L'étendue des distributions varie irrégulièrement selon la dimension des mailles; cependant, la taille moyenne augmente de façon assez régulière avec l'accroissement des mailles. Le nombre de classes de longueur qui est associé aux gros individus est inférieur dans les trappes à petites mailles, indiquant une sélection de certaines tailles par ces engins. L'efficacité de pêche varie avec la dimension des mailles, mais de façon irrégulière.

La comparaison entre les paramètres des captures totales par lac pour les deux types d'engins montre une similarité entre leurs modes. L'étendue des classes de longueur est cependant différente selon les engins. Cela s'explique par la variété plus restreinte

des mailles des trappes utilisées, par des efforts de pêche distincts selon les engins et les mailles, et par la différence de sélectivité inhérente à chaque type d'engins de pêche. Dans l'ensemble, les deux types d'engins présentent cependant une similitude dans la composition de leurs captures.

ÂGE ET CROISSANCE

L'âge de 1 116 Touladis a été déterminé par la lecture des otolithes. Environ 1% des otolithes étaient illisibles et ont été rejetés; environ 10% étaient de lecture difficile. Ces derniers ont toutefois été retenus car ils proviennent de vieux individus qui étaient nécessaires afin d'établir la structure d'âge de ces populations.

Les âges déterminés vont de quelques mois à 42 ans. Les courbes de croissance des Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme sont présentées à la figure 2. L'accroissement de taille y est régulier durant les 12 ou 13 premières années, diminue ensuite jusqu'aux environs de 17 ans, et varie peu pour les classes d'âge supérieur.

La croissance en longueur des mâles et des femelles de nos populations est décrite mathématiquement par le modèle :

$$Y = a \cdot X^b \cdot c^x$$

où Y est la taille en millimètres et X , l'âge. Les équations pour les populations des deux lacs sont présentées au tableau IV.

Les relations longueur-poids des deux populations peuvent être décrites par une équation mathématique où P est le poids en grammes, L la longueur en millimètres et a et n , des constantes. Pour le lac Mini-Minto, cette relation écrite sous forme logarithmique est :

$$\log P = -5,3352 + 3,1314 \log L \\ (r = 0,996, n = 400)$$

et est :

$$\log P = -5,3632 + 3,1420 \log L \\ (r = 0,996, n = 400)$$

au lac du Bonhomme. D'un point de vue statistique, ces deux relations sont identiques ($p = 0,95$) et sont semblables à celles de d'autres populations nordiques (fig. 3).

MATURITÉ SEXUELLE ET FÉCONDITÉ

Certains mâles du lac Mini-Minto (tableau V) ont atteint la maturité sexuelle à l'âge de neuf ans et ont alors une taille moyenne de

TABLEAU II

Paramètres des fréquences de longueur des Touladis capturés
au filet maillant dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme

Mailles (mm)	Lac Mini-Minto						Mailles (mm)	Lac du Bonhomme					
	No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm)	2 (mm)	Étendue des captures (mm)	Rendement**		No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm)	2 (mm)	Étendue des captures (mm)	Rendement**
38,1	106	354,9	225	575	151- 700 (11)*	1,89	38,1	51	395,3	225	425	151-650 (10)*	0,93
50,8	237	474,4	275	575	101-1000 (18)*	3,42	50,8	80	450,3	275	475	201-800 (12)*	1,78
63,5	151	522,3	325	525	251- 800 (11)*	3,24	63,5	42	484,8	—	425	251-900 (13)*	1,11
76,2	102	537,4	—	575	351- 950 (15)*	3,29	76,2	94	461,4	—	475	251-800 (11)*	2,00
88,9	99	532,1	—	525	301- 950 (13)*	2,02	88,9	64	546,5	—	475	401-800 (8)*	2,13
101,6	103	550,8	—	525	301- 950 (13)*	4,12	101,6	38	524,4	—	525	201-800 (12)*	1,27
114,3	42	572,4	—	575	451-1050 (12)*	1,90	114,3	17	609,4	—	—	401-800 (8)*	1,13
139,7	23	583,5	—	575	451- 850 (8)*	0,88	139,7	6	623,7	—	—	351-800 (9)*	0,40
Toutes	863	495,0	275	525	101-1050 (19)*	2,37	Toutes	392	483,0	275	475	151-900 (15)*	1,43

*: Nombre de classes de longueur dans les captures par maille.

** : Nombre de prises par unité d'effort.

TABLEAU III
 Paramètres des fréquences de longueur des Touladis
 capturés au filet-trappe dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme.

Mailles (mm)	Lac Mini-Minto						Mailles (mm)	Lac du Bonhomme					
	No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm)	2 (mm)	Étendue des captures (mm)	Rendement**		No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm)	2 (mm)	Étendue des captures (mm)	Rendement**
19,1	83	209,6	125	575	51-600 (11)*	1,23	19,1	26	249,0	225	—	101-600 (9)*	0,62
25,4	91	332,5	175	575	101-700 (12)*	1,02	25,4	106	379,0	225	425	101-800 (14)*	1,00
38,1	92	431,2	225	625	151-850 (14)*	1,10	38,1	135	355,3	225	425	151-800 (13)*	1,67
50,8	—	—	—	—	—	—	50,8	57	409,6	275	475	201-850 (13)*	1,84
Toutes	266	328,3	125	575	51-850 (16)*	1,11	Toutes	324	364,1	225	425	101-850 (15)*	1,21

* : Nombre de classes de longueur dans les captures par maille.

** : Nombre de prises par unité d'effort.

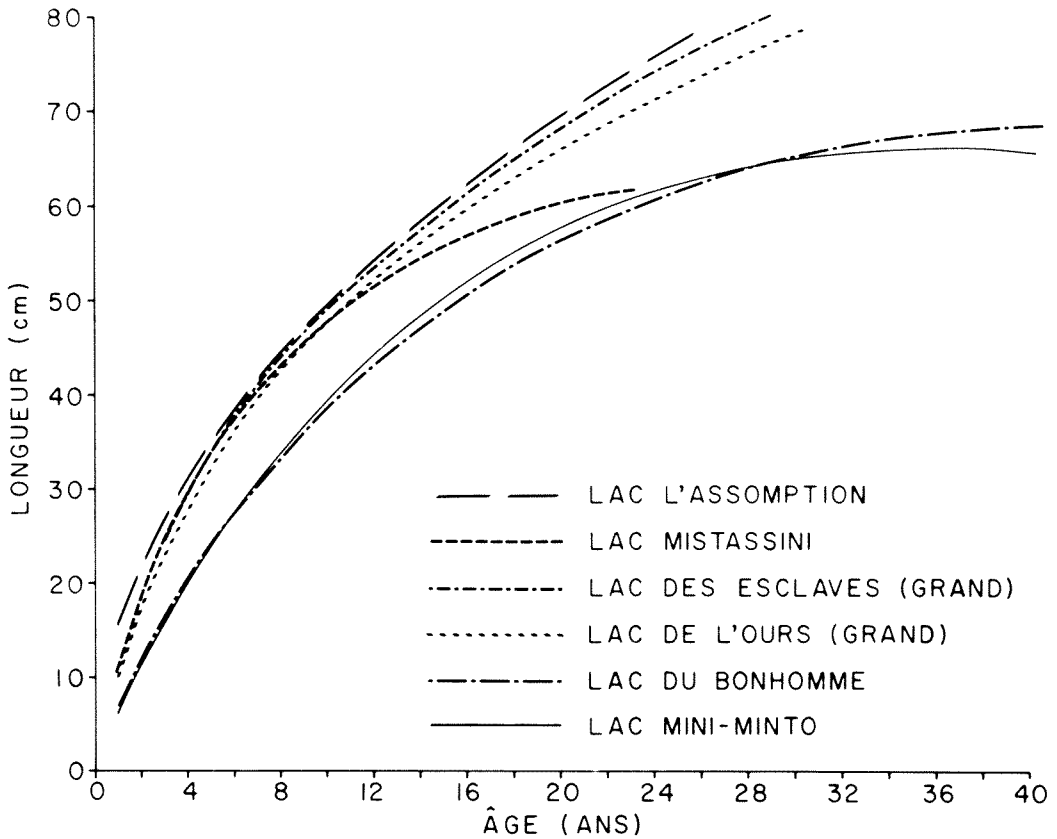


Figure 2. Courbes de croissance selon l'âge otolithique de différentes populations de Touladis (lac l'Assomption: Simard *et al.*, 1972; lac Mistassini: Dubois & Lagueur, 1968; Grand lac des Esclaves: Falk *et al.*, 1973; Grand lac de l'Ours: Falk *et al.*, 1973).

471 mm. Au lac du Bonhomme, ils atteignent la maturité sexuelle vers l'âge de dix ans et ont une taille moyenne de 495 mm. Il est difficile de préciser à quel âge tous les individus sont adultes, car les individus adultes ne semblent pas développer leurs gonades tous les ans, contrairement aux populations plus méridionales. La similitude entre les pourcentages d'individus matures que l'on retrouve dans les classes d'âge supérieures

à 13 ans, semble indiquer que ces classes se composent entièrement d'adultes. Pour les femelles, cette hypothèse est confirmée par l'absence d'immatures vers l'âge de 15 ans. Chez les mâles, une telle confirmation n'a pas été possible, car l'aspect macroscopique des testicules d'adultes non actifs est semblable à celui des testicules immatures.

TABEAU IV

Équations de la croissance en longueur des mâles, des femelles et des deux sexes combinés des Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme (Y est la taille en millimètres et X, l'âge)

	Lac Mini-Minto	Lac du Bonhomme
Mâles	$Y = 60,47 \cdot X^{0,965} \cdot 0,968X$	$Y = 74,57 \cdot X^{0,774} \cdot 0,986X$
Femelles	$Y = 64,91 \cdot X^{0,853} \cdot 0,982X$	$Y = 66,94 \cdot X^{0,869} \cdot 0,977X$
Mâles et femelles	$Y = 62,69 \cdot X^{0,909} \cdot 0,975X$	$Y = 71,27 \cdot X^{0,814} \cdot 0,982X$

L'âge à la maturité est principalement gouverné par l'atteinte d'une certaine taille (Nickolsky, 1969). Les résultats du tableau VI indiquent qu'une majorité de mâles sont matures entre 400 et 500 mm, tandis que les femelles de leur taille varient entre 450 et 550 mm. La majorité des géniteurs des deux populations se situe entre 500 et 600 mm et les quelques individus de grande taille (700 mm et plus) participent à la reproduction.

Les adultes des deux lacs comportent une proportion d'individus inféconds, selon la terminologie de Fry (1949). Cet état d'infécondité a été rencontré dans plusieurs populations nordiques et est considéré comme temporaire chez des poissons qui se sont déjà reproduits. Les poissons inféconds se remarquent facilement par l'aspect des ovaires qui présentent un plus grand volume que chez les immatures, une couleur rouge-

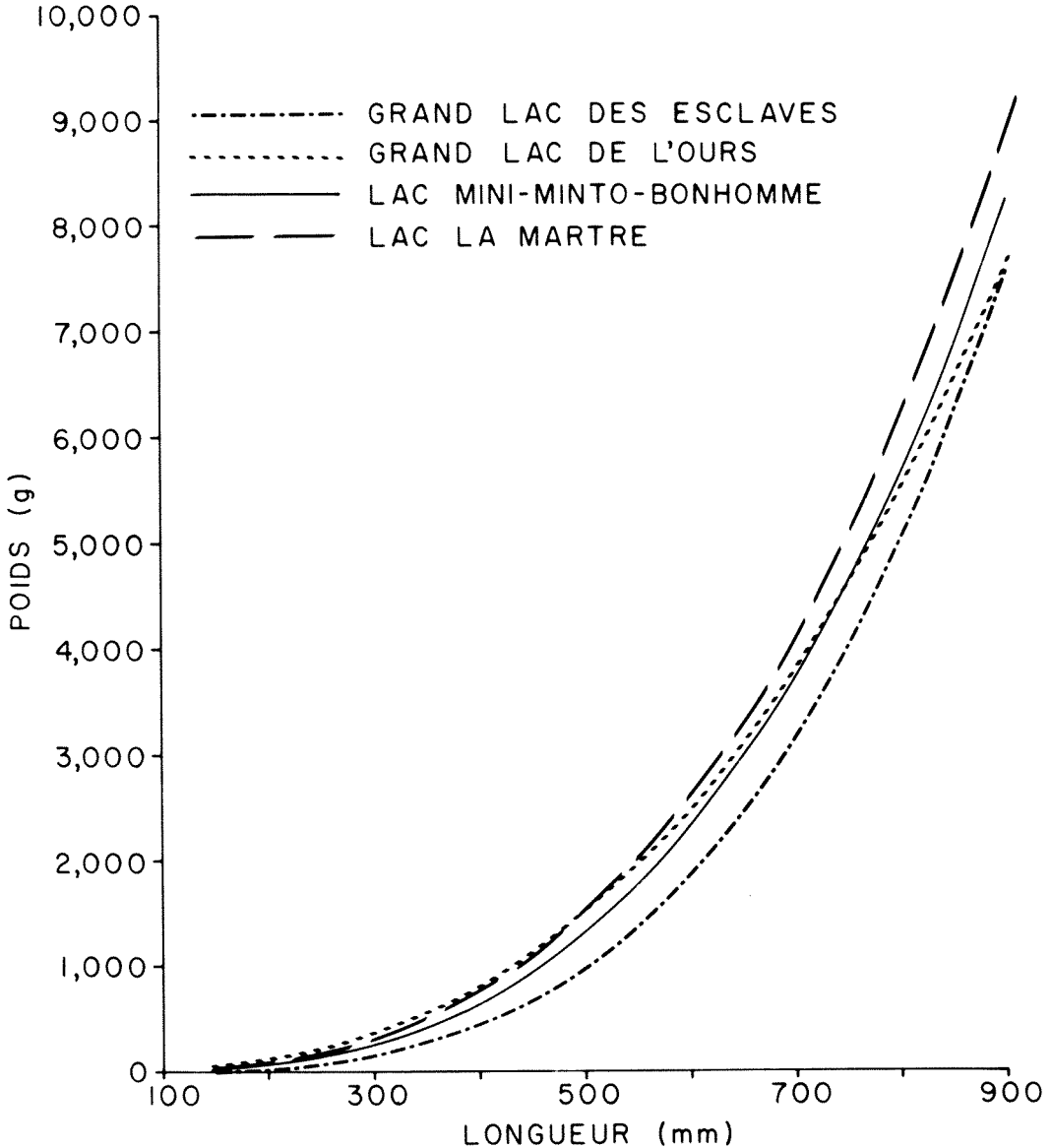


Figure 3. Relation entre la longueur et le poids de différentes populations nordiques de Touladis (Grand lac des Esclaves: Falk *et al.*, 1973; Grand lac de l'Ours: Falk *et al.*, 1973; lac La Martre: Bond, 1973).

violacée, un nombre important de membranes à l'intérieur de l'ovaire et la présence d'œufs en résorption. La proportion d'inféconds à l'intérieur des classes d'âge principalement composés d'adultes diffère selon les sites d'études. La différence entre les lacs est significative ($p = 0,95$) dans le cas des mâles. Ce phénomène serait attribuable à un biais d'échantillonnage dans le lac Mini-Minto et résulterait d'une différence de comportement entre les géniteurs et les inféconds lors des prélèvements. En effet, on observait selon les stations d'échantillonnage des proportions d'individus matures et immatures extrêmement variables. Celles-ci différaient selon la proximité des sites de frai et selon l'intensité de l'activité reproductrice des individus matures. L'absence dans l'échantillonnage de cette période d'une répartition alléatoire des poissons a créé ce biais statistique. Pour cette raison, les données sur le taux d'individus matures et sur le rapport des sexes de la population du lac Mini-Minto sont inutilisables.

Au lac du Bonhomme, où l'on n'a pas de raison de soupçonner un tel biais, le rapport femelles fécondes: femelles infécondes de la classe d'âge 15-30 est approximativement 1:2 (35,3%: 64,7%), tandis que celui des mâles est d'environ 2:1 (62,6%: 37,4%). Ainsi, $\frac{1}{3}$ des femelles et $\frac{2}{3}$ des mâles se reproduisent chaque année. Les rapports des sexes par classe d'âge et par classe de taille dans la population du lac du Bonhomme sont identiques ($p = 0,95$) au rapport théorique 1:1.

Selon nos données, la période de reproduction débute vers les premiers jours de septembre. On observait alors des rassemblements de mâles près des sites de reproduction. Les premiers géniteurs ayant émis leur gamètes ont été observés le 4 septembre, et le frai n'était pas terminé le 13 septembre. Ces observations confirment celles de Miller & Kennedy (1948) sur la reproduction du Touladi en milieu nordique. Au moment du frai, le diamètre moyen des œufs est de 5,25 mm (étendue: 4,7-5,7 mm). L'équation qui décrit le mieux la relation entre le nombre d'œufs (Y) et la taille des femelles fécondes (L) est de type exponentiel:

$$Y = 124,506.e^{0,00509 L} \quad (r = 0,928; N = 75)$$

L'écart-type de la pente associé à la fonction logarithmique de l'équation précédente est $s_x = 0,6104$. La fécondité moyenne des femelles de 500 mm est de 1 600 œufs,

tandis que celle des femelles de 900 mm est de 12 200 œufs, soit 121 et 148 œufs par 100 g de poids corporel.

ALIMENTATION

La proportion des estomacs vides est de 45% pour les deux lacs, mais ce pourcentage augmente chez les individus de 500 mm et plus, particulièrement dans le lac du Bonhomme (tableaux VII et VIII).

On remarque à partir des pourcentages associés aux diverses proies du lac du Bonhomme que les poissons se retrouvent fréquemment dans les estomacs de Touladi. Chez les individus de moins de 300 mm, 56,3% des types de proies sont des poissons tandis que ce pourcentage est de 90,0% chez les individus de plus de 600 mm. Au lac Mini-Minto, les proportions sont modifiées par la présence de Branchiopodes. En ne les considérant pas dans le calcul des pourcentages, l'écart entre le pourcentage de poissons dans les estomacs par classe de taille et par lac est semblable.

Les principaux poissons de la diète du Touladi sont l'Épinoche à trois épines, l'Épinoche à neuf épines, mais au lac Mini-Minto, le Cisco de lac possède une certaine importance dans l'alimentation des gros individus. Cette espèce est la proie la plus fréquente des individus de 500 à 600 mm. Le Touladi est aussi une proie fréquente des gros individus, ce qui confirmerait l'existence d'un certain cannibalisme. L'Omble chevalier et l'Omble de fontaine sont des proies occasionnelles. La Lotte se rencontre fréquemment dans les estomacs des Touladis de taille moyenne et de grande taille.

Après les Poissons, les larves d'Insectes et les Branchiopodes notostracés sont les aliments les plus fréquents. Les larves d'Insectes, essentiellement des Simulidés et des Chironomidés, sont surtout consommées par les individus de taille moyenne ou de petite taille présents dans les deux lacs, alors que les Branchiopodes se retrouvent surtout chez les gros individus du lac Mini-Minto.

Discussion

La grande similitude entre les espèces capturées dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme et les espèces capturées par Power & Grégoire (1978) dans le grand lac Minto, incite à les considérer comme représentatives des communautés lacustres de

TABLEAU V

Nombre de mâles et de femelles immatures, inféconds et matures par classe d'âge dans les populations du lac Mini-Minto (*M*) et du lac du Bonhomme (*B*)

Classe d'âge	Mâles						Femelles						Rapport des sexes (♂ : ♀)	
	Immatures et inféconds (nombre)		Matures (nombre)		Matures (%)		Immatures et inféconds (nombre)		Matures (nombre)		Matures (%)			
	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>
2-8+	56	47	0	0	0	0	60	54	0	0	0	0	56:60	47:54
9+	11	9	2	0	15,4	0	8+1*	5	0	0	0	0	13:9	9:5
10+	9	8	7	2	43,8	20,0	13+5	9	3	0	14,3	0	16:21	10:9
11+	5	9	5	7	50,0	43,8	2+3	13+2*	0	4	0	21,1	10:5	16:19
12+	9	6	18	2	66,7	25,0	2+3	3+1	4	1	44,4	20,0	27:9	8:5
13+	4	9	37	10	90,2	52,6	5+3	5+3	12	4	60,0	33,3	41:20	19:12
14+	1	7	22	10	95,7	58,8	5+3	4+2	9	2	52,9	25,0	23:17	17:8
15+	3	3	18	9	85,7	75,0	0+3	0+5	5	5	62,5	50,0	21:8	12:10
16+	0	12	9	9	100,0	42,9	0+1	1+12	9	4	90,0	23,5	9:10	21:17
17+	1	7	10	4	90,9	36,4	0+3	0+8	2	1	40,0	11,1	11:11	11:9
18+	2	4	12	3	85,7	42,9	0+3	0+5	5	2	62,5	28,6	14:8	7:7
19+	1	1	7	2	87,5	66,7	0+1	0+5	6	2	85,7	28,6	8:7	3:7
20-39+	23	13	76	40	76,8	75,5	0+25	0+30	44	22	63,8	42,3	99:69	53:52
15-39+	30	40	132	67	81,5	62,6	0+36	1+65	71	36	66,4	35,3	162:107	107:102
Total	125	135	223	98	64,1	42,1	95+54	94+73	99	47	39,9	22,0	348:248	233:214

* Nombre d'individus inféconds.

TABLEAU VI

Nombre de mâles et de femelles immatures, inféconds et matures par classe de longueur dans les populations du lac Mini-Minto (*M*) et du lac du Bonhomme (*B*)

Classe de longueur (mm)	Mâles						Femelles						Rapport des sexes (♂:♀)	
	Immatures et inféconds (nombre)		Matures (nombre)		Matures (%)		Immatures et inféconds (nombre)		Matures (nombre)		Matures (%)			
	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>M</i>	<i>B</i>
300-349	21	7	0	0	0	0	17	8	0	0	0	0	21:17	7:8
350-399	12	17	2	3	14,3	15,0	13	28	1	0	7,1	0	14:14	20:28
400-449	11	31	11	15	50,0	32,6	11	16	3	3	21,4	15,8	22:14	46:19
450-499	8	21	51	21	86,4	50,0	9	37	16	3	64,0	7,5	59:25	42:40
500-549	10	8	101	17	91,0	68,0	23	18	34	11	59,6	37,9	111:57	25:29
550-599	20	3	70	14	77,8	82,4	15	14	37	10	71,2	41,7	90:52	17:24
600-649	7	5	16	8	69,6	61,5	7	3	13	11	61,1	78,6	23:20	13:14
650-699	1	2	2	10	66,7	83,3	5	2	5	2	50,0	50,0	3:10	12:4
700-749	0	0	2	5	100,0	100,0	3	1	3	4	50,0	80,0	2:6	5:5
750-799	0	2	0	6	—	75,0	0	1	1	2	100,0	66,7	0:1	8:3
800-1049	0	0	2	0	100,0	—	1	1	7	1	87,5	50,0	2:8	0:2
Total	90	96	257	99	74,1	50,8	104	129	120	47	53,6	26,7	347:224	195:176

cette région. Elles sont caractérisées par une faible diversité, une dominance de la famille des Salmonidés et plus spécifiquement du Touladi. Ces constatations doivent cependant être nuancées, compte tenu de l'échantillonnage partiel des différents habitats et de la sélectivité des engins qui sous-estiment les espèces de faible taille.

L'existence d'un biais est confirmée par la faible représentation, dans le lac Mini-Minto, du Cisco de lac, pourtant abondant dans les contenus stomacaux du Touladi. Le caractère pélagique du Cisco pourrait en être la cause. La faible abondance de l'Omble de fontaine au lac Mini-Minto par comparaison avec le lac du Bonhomme est possiblement liée à un manque de sites de frai pour cette espèce. Selon nos observations sur les tributaires, un seul ruisseau présente un potentiel pour la frai et il est difficilement accessible aux géniteurs. Les rives du lac ne comportent par ailleurs aucun site propice pour la frai de cette espèce. La faible possibilité de reproduction de l'Omble limiterait ainsi les effectifs de cette population par rapport au lac du Bonhomme où les sites de frai sont

abondants. L'importance relative du Méné de lac dans le lac Mini-Minto est plus difficilement explicable, mais est peut-être lié au faible effectif d'Ombles de fontaine. L'hypothèse que l'on peut proposer soutiendrait que les Ombles en n'occupant que partiellement leur niche écologique, permettraient l'établissement d'une population de Méné de lac. Aucun de nos résultats ne permet cependant de vérifier cette possibilité.

D'après les paramètres des captures par mailles, et quels que soient les engins de capture utilisés, les deux populations présentent une structure typiquement bimodale. Les différences observées dans la position des modes et des moyennes de même que dans l'étendue des distributions s'expliquent par les périodes d'échantillonnage. Au lac Mini-Minto, les prélèvements furent réalisés à une période où les reproducteurs se déplaçaient activement, ce qui n'était pas le cas au lac du Bonhomme. Certains groupes étaient donc particulièrement vulnérables aux engins de pêche, ce qui explique les différences observées dans les paramètres de distribution et dans les pri-

TABLEAU VII

Contenus stomacaux en relation avec la taille au lac Mini-Minto (13 août — 4 septembre 1975).
— Les chiffres indiquent le nombre d'estomacs où un type donné de proie était présent —

	Longueur (mm)					Total
	L ≤ 299	300-399	400-499	500-599	L ≥ 600	
Estomacs						
— examinés (no.)	68	30	37	96	29	260
— vides (no.)	30	10	15	39	21	115
— vides (%)	44,1	33,3	40,5	40,6	72,4	44,2
Contenus stomacaux						
Amphipodes	1	1	—	—	—	2
Branchiopodes	1	2	8	29	4	44
Crustacés planctoniques	7	2	3	2	—	14
Insectes	13	3	—	7	2	25
Mollusques	—	1	—	1	—	2
Mammifères	—	—	—	—	—	0
Poissons	20	15	13	26	4	78
<i>C. artedii</i>	—	—	2	5	—	7
<i>P. cylindraceum</i>	—	—	—	—	1	1
<i>S. alpinus</i>	—	—	—	1	—	1
<i>S. fontinalis</i>	—	—	—	—	—	0
<i>S. namaycush</i>	1	—	1	2	1	5
<i>L. lota</i>	—	—	—	3	—	3
<i>G. aculeatus</i>	1	6	3	4	2	16
<i>P. pungitius</i>	—	1	—	3	—	4
<i>C. cognatus</i>	4	2	1	—	—	7
Non identifiés	15	6	6	10	—	37
Proportion des estomacs contenant des poissons (%)	52,6	75,0	59,1	45,6	50,0	53,8

ses par unité d'effort. Ce phénomène explique aussi le biais signalé dans les estimations du rapport des sexes et du nombre d'individus inféconds. Les distributions observées sont semblables à celles établies par Johnson (1976) pour plusieurs populations des Territoires du Nord-Ouest et par Power (1978) pour plusieurs lacs du Nouveau-Québec. Selon Power, cette structure bimodale particulière est associée à la dynamique spécifique des populations nordiques.

La croissance des deux populations étudiées est inférieure à celle des populations de même latitude ou de latitudes plus basses (fig. 2) et est l'une des plus faibles connues. De plus, malgré un âge maximal plus grand que chez les populations de latitudes plus basses (lac l'Assomption-Tremblant: Simard & Magnin, 1972; Mistassini: Dubois & Lagueux, 1968), on constate que les populations étudiées ont une taille moyenne maximale nettement inférieure.

Le Touladi de la région du lac Minto présente de plus de fortes variations de croissance individuelle et une grande longévité. Une croissance lente et régulière jusqu'à un

âge avancé est, selon Ricker (1958), caractéristique de la croissance des poissons marins et d'eau douce qui habitent les eaux des régions arctiques et subarctiques. La courte période de réchauffement des eaux et les faibles ressources nutritives de ces milieux expliqueraient cette faible croissance. Les grandes variations de la croissance individuelle sont apparemment caractéristiques du Touladi (Rawson, 1961; Kennedy, 1954; Hanson & Cordone, 1967) et sont peut-être l'expression d'une compétition intraspécifique intense chez cette espèce. La grande longévité résulterait de l'absence d'exploitation et de la faible mortalité naturelle de ces populations (Benoit, 1979). La diminution de l'accroissement annuel après l'âge de la reproduction est particulièrement forte dans les populations des deux lacs.

Les Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme sont matures entre neuf et quinze ans, tandis que ceux du lac Mistassini le sont entre sept et quinze ans (Dubois & Lagueux, 1968); ceux du grand lac de l'Ours le sont entre douze et vingt ans (Falk *et al.*, 1973). Selon Alm (1959), les différences d'âge

TABLEAU VIII

Contenus stomacaux en relation avec la taille au lac du Bonhomme
(Les chiffres indiquent le nombre d'estomacs où un type donné de proie était présent)

	Longueur (mm)					Total
	L ≤ 299	300-399	400-499	500-599	L ≥ 600	
Estomacs						
— examinés (no.)	78	63	145	87	67	440
— vides (no.)	30	19	55	61	37	202
— vides (%)	38,5	30,2	37,9	70,1	55,2	45,9
Contenus stomacaux						
Amphipodes	—	—	—	—	—	0
Branchiopodes	—	—	—	—	—	0
Crustacés planctoniques	1	2	—	1	—	4
Insectes	29	17	33	11	3	93
Mollusques	—	—	—	—	—	0
Mammifères	—	—	1	—	—	1
Poissons	27	29	67	17	27	167
<i>C. artedii</i>	—	—	—	—	—	0
<i>P. cylindraceum</i>	—	—	—	—	2	2
<i>S. alpinus</i>	—	—	1	—	3	4
<i>S. fontinalis</i>	—	—	1	—	—	1
<i>S. namaycush</i>	—	2	3	2	11	18
<i>L. lota</i>	—	1	8	1	2	12
<i>G. aculeatus</i>	1	13	20	1	1	36
<i>P. pungitius</i>	5	8	13	—	—	26
<i>C. cognatus</i>	1	—	—	1	—	2
Non identifiés	20	14	29	13	12	88
Proportion des estomacs contenant des poissons (%)	56,3	65,9	74,4	69,3	90,0	70,0

à la maturité sont directement attribuables au rythme de la croissance des individus immatures, mais l'aspect des courbes de croissance ne permet pas d'expliquer les différences observées et il est vraisemblable que d'autres variables sont en cause.

La proportion de femelles infécondes (65%) parmi les femelles matures du lac du Bonhomme est semblable à celles de certaines populations de hautes latitudes (Miller & Kennedy, 1948; Johnson, 1972). On a cependant signalé des taux d'inféconds de 50% chez les femelles adultes du Grand lac des Esclaves (Kennedy, 1956), de 33% dans le lac Kaminiriak (Bond, 1975) et de 37% dans le lac Mistassini (Dubois & Lagueux, 1968). On peut supposer que les différences observées entre les populations sont le résultat de différences dans les conditions de productivité locale. L'énergie nécessaire à la croissance des gonades serait limitante selon le degré de production des lacs.

La fécondité individuelle des femelles de la région du lac Minto (1 600 œufs; 500 mm) est distincte par rapport à d'autres populations nordiques. Pour une taille identique (500 mm), les femelles du grand lac des Esclaves ont un nombre moyen de 2 615 œufs (Kennedy, 1954) et les femelles de la Radissonnie, 1 000 œufs (Magnin *et al.*, 1978). Plusieurs auteurs (Eschmeyer, 1954, 1964; Hanson & Wickwire, 1967; Magnin *et al.*, 1978) font observer que la grande variation du nombre d'œufs en fonction de la taille (ou du poids) est un phénomène courant chez cette espèce.

L'âge tardif de la maturité, des cycles non-annuels de reproduction et la faible fécondité des femelles restreignent le recrutement et jouent donc un rôle déterminant dans la dynamique de ces populations. Mais, comme Power & Grégoire (1978) l'ont démontré, la présence d'une exploitation peut modifier radicalement ces paramètres, ce qui rend difficile les comparaisons entre les différentes populations nordiques de Touladi.

Les contenus stomacaux étudiés montrent une grande polyvalence alimentaire pour toutes les tailles. Cet opportunisme alimentaire est présument en relation avec la productivité limitée des habitats arctiques. La proportion relativement élevée d'estomacs vides (45%), par rapport aux populations du sud (31,6% au lac Opeongo, d'après Martin, 1970) renforce cette hypothèse. Ce phénomène a été observé chez d'autres populations nordiques (Miller & Kennedy, 1948).

Une fréquence élevée de cannibalisme est généralement liée à une prédation intraspécifique intense. Comme Power (1978) l'a souligné, la prédation intraspécifique semble courante dans les populations nordiques et est un mécanisme permettant l'utilisation générale des ressources alimentaires de plusieurs niveaux trophiques. Ce serait une des raisons expliquant la dominance de cette espèce dans les écosystèmes arctiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout le personnel technique qui a participé à la réalisation de cette étude. De plus, nous voulons remercier Monsieur Yvon Blackburn pour la préparation des figures et Madame Denise Lévesque pour la dactylographie du manuscrit. Nous remercions enfin Messieurs Jean Laperrière et Louis Houde pour leur aide lors de la correction des textes.

Ce travail a été rendu possible grâce à des subventions du Conseil national de recherche du Canada, du ministère de l'Éducation du Québec et du Centre d'études nordiques de l'Université Laval.

Références

- ALM, G., 1959. Connection between size and age in fishes. — Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottninghom, no. 40, 145 p.
- BENOIT, J., 1979. Écologie et dynamique de deux populations nordiques de Touladis, *Salvelinus namaycush*. — Thèse M. Sc., Univ. Laval, Québec, 67 p.
- BOND, W. A., 1973. An investigation of the commercial fishery of lake La Martre, N.W.T., 1972. — Fish. Mar. Ser., Tech. Rep., no. CEN/T-73-5.
- BOND, W. A., 1975. Data on the biology of lake whitefish and lake trout from Kaminiriak Lake, district of Keewatin, N.W.T. — Fish. Mar. Ser., Data Rep., no. CEN/D-75-4, 27 p.
- DUBOIS, A. & R. LAGUEUX, 1968. Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi, *Salvelinus namaycush*, du lac Mistassini, Québec. — Naturaliste can., 95: 907-928.
- ESCHMEYER, P. H., 1954. The reproduction of lake trout in southern Lake Superior. — Trans. Am. Fish. Soc., 84: 47-74.
- ESCHMEYER, P. H., 1964. The lake trout, *Salvelinus namaycush*. U. S. Fish and Wildl. Serv., no. 555, 7 p.
- FALK, M. R., D. V. GILLMAN & L. W. DAHLKE, 1973. The 1972 sports fisheries of Great Slave and Great Bear lakes, N.W.T. — Fish. Mar. Ser., Tech. Rep., no. CEN/T-73-8, 100 p.

- FLAHERTY, R. J., 1918. Two traverses across Ungava Peninsula, Labrador. — *Geogr. Rev.*, 6: 116-132.
- FRY, F.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, 5: 27-67.
- HANSON, J. A. & A. J. CORDONE, 1967. Age and growth of lake trout, *Salvelinus namaycush*, in lake Tahoe. — *Calif. Fish Game*, 53: 68-87.
- HANSON, J. A. & R. H. WICKWIRE, 1967. Fecundity and age at maturity of lake trout, *Salvelinus namaycush*, in lake Tahoe. — *Calif. Fish Game*, 53: 154-164.
- JESSOP, B. M., R.L.G. LEE & G. POWER, 1971. Observations on the fish fauna of the Leaf River, Ungava. — *Can. Fld Nat.*, 84: 365-367.
- JOHNSON, L., 1972. Keller lake: characteristics of a culturally unstressed salmonid community. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 29: 731-740.
- JOHNSON, L., 1976. Ecology of Arctic populations of lake trout, *Salvelinus namaycush*, lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, arctic char, *Salvelinus alpinus*, and associated species in unexploited lakes of the Canadian Northwest Territories. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 33: 2459-2488.
- KENNEDY, W. A., 1954. Growth, maturity, and mortality in the relatively unexploited lake trout, *Cristivomer namaycush*, of Great Slave lake. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 11: 827-852.
- LAEVASTU, T., 1967. Manuel des méthodes employées en biologie halieutique. *Manuels F.A.O. de science halieutique*, n° 1, 64 p.
- MAGNIN, E., A.-M. CLÉMENT & V. LEGENDRE, 1978. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis, *Salvelinus namaycush*, du nord du Québec. — *Naturaliste can.*, 105: 1-17.
- MARTIN, N. V., 1970. Long-term effects of diet on the biology of the lake trout and the fishery in lake Opeongo, Ontario. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 27: 125-146.
- MILLER, R. B. & W. A. KENNEDY, 1948. Observations on the lake trout of Great Bear Lake. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 7: 176-189.
- NICKOLSKY, G. V., 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. — *Oliver and Boyd, Edinburgh*, 323 p.
- POWER, G., 1978. Fish population structure in Arctic lakes. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 53-59.
- POWER, G. & J. GRÉGOIRE, 1978. Predation by fresh water seals on the fish community of Lower Seal Lake, Québec. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 844-850.
- RAWSON, D. S., 1961. The lake trout of lake La Ronge, Saskatchewan. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 18: 423-462.
- RICKER, W. E., 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. — *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, no. 119, 300 p.
- SIMARD, A. & E. MAGNIN, 1972. Méthode de détermination de l'âge et croissance du touladi, *Salvelinus namaycush*, Walbaum, du lac l'Assomption et du lac Tremblant, Québec. — *Naturaliste can.*, 99: 561-578.
- VLADYKOV, V. D., 1956. Fecundity of wild speckled trout, *Salvelinus fontinalis*, in Quebec lakes. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 13: 799-841.

THE NEARCTIC SPECIES OF *CTENOPELMA* (HYMENOPTERA, ICHNEUMONIDAE, CTENOPELMATINAE)

J. R. BARRON

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,
Ottawa, Ontario K1A 0C6

Résumé

Les membres néarctiques du genre *Ctenopelma*, parasites de diverses espèces de mouches à scie appartenant aux Pamphiliidae, sont révisés. Il existe 24 espèces néarctiques dont 18 sont décrites comme nouvelles. Elles sont placées dans 6 groupes d'espèces: le groupe *nigricorne* incluant *nigricorne* (Provancher), *albidum* n. sp., et *croceum* Walley; le groupe *petiolatum* incluant *petiolatum* n. sp., *longicrus* n. sp., et *fulvescens* n. sp.; le groupe *crassicornae* incluant *neurotomae* n. sp. et *crassicornae* Walley; le groupe *sanguineum* incluant *sanguineum* (Provancher), *ruficeps* n. sp., et *nigriceps* n. sp.; le groupe *albipes* incluant *balsameae* n. sp., *albipes* n. sp., et *latigaster* n. sp.; et le groupe *labradorensis* incluant *labradorensis* (Davis), *fascipennis* n. sp., *cephaliciae* n. sp., *rufigaster* n. sp., *rufifemur* n. sp., *areolatum* (Davis), *tenuigaster* n. sp., *erythrocephalae* n. sp., *acantholydae* n. sp., et *bicolor* n. sp. Les structures céphaliques des derniers stades larvaires de *fascipennis* sont décrites et illustrées.

Abstract

The Nearctic members of the genus *Ctenopelma*, parasites of sawflies of various species of Pamphiliidae, are revised. There are 24 Nearctic species of which 18 are described as new. These are placed in six species groups as follows: the *nigricorne* group including *nigricorne* (Provancher), *albidum* n. sp., and *croceum* Walley; the *petiolatum* group including *petiolatum* n. sp., *longicrus* n. sp., and *fulvescens* n. sp.; the *crassicornae* group including *neurotomae* n. sp. and *crassicornae* Walley; the *sanguineum* group including *sanguineum* (Provancher), *ruficeps* n. sp., and *nigriceps* n. sp.; the *albipes* group including *balsameae* n. sp., *albipes* n. sp., and *latigaster* n. sp.; and the *labradorensis* group including *labradorensis* (Davis), *fascipennis* n. sp., *cephaliciae* n. sp., *rufigaster* n. sp., *rufifemur* n. sp., *areolatum* (Davis), *tenuigaster* n. sp., *erythrocephalae* n. sp., *acantholydae* n. sp., and *bicolor* n. sp. The cephalic structures of the last instar larvae of *fascipennis* are described and figured.

Introduction

The genus *Ctenopelma* is 1 of 5 genera comprising the tribe Ctenopelmatini. Larval members of the tribe are parasites of sawflies of the family Pamphiliidae. There are 24 species of the holarctic genus *Ctenopelma* in North America of which 18 are described in this paper as new. The Nearctic species form 6, apparently natural, groups based on presumed synapomorphies or autapomorphies of each group. There is in addition a correlation between these structures and the living habits of the groups (Tables I, II). There appear to be about 14 Palaearctic species of which probably 6 are new and these also form what appear to be 4, presumably natural, species groups.

The Nearctic species have not formerly been studied as a group. The most recent study of the Palaearctic species was that of Schmiedeknecht (1913). The characters of the genus were outlined by Schmiedeknecht (1913) and by Townes (1970).

The Nearctic members are divided into species groups as follows: the *nigricorne* group including *nigricorne* (Provancher), *albidum* n. sp., and *croceum* Walley; the *petiolatum* group including *petiolatum* n. sp., *longicrus* n. sp., and *fulvescens* n. sp.; the *crassicornae* group including *neurotomae* n. sp. and *crassicornae* Walley; the *sanguineum* group including *sanguineum* (Provancher), *ruficeps* n. sp., and *nigriceps* n. sp.; the *albipes* group including *balsameae* n. sp.,

albipes n. sp., and **latigaster** n. sp.; *labradorensis* group including *labradorensis* (Davis), **fascipennis** n. sp., **cephaliciae** n. sp., **rufigaster** n. sp., **rufifemur** n. sp., *areolatum* (Davis) **tenuigaster** n. sp., **erythrocephalae** n. sp., **acantholydae** n. sp., and **bicolor** n. sp.

The principal characters of the species groups are outlined in Table I. Adults of the Palearctic species were studied to enhance understanding and interpretation of structures and relationships within the whole group. The cephalic structures of the head of the last instar larvae of *fascipennis* n. sp., representing the only larvae available are outlined and figured under the treatment of members of that species. Characters of the larvae are compared with those outlined and figured by Short (1978) of other species of *Ctenopelma*. Associations of members of the genus with hosts are outlined in Table II.

Adults (240 females + 137 males = 377), larvae, and host remains of the Nearctic species belonging to the following institutions were studied: The Academy of Natural Sciences of Philadelphia (ANSP), Département de Biologie, Université Laval (UL), H. K. and M. C. Townes, American Entomological Institute (H&T), the United States National Museum of Natural History (USNM), and the Canadian National Collection (CNC). The types of new species are deposited in these institutions as indicated by initials in the paragraph on type material following the description of each species.

Ctenopelma Holmgren

Ctenopelma Holmgren, 1855: 117. Type-species: *Ctenopelma nigrum* Holmgren, designated by Viereck, 1912. Schmiedeknecht, 1913: 2629.

TABLE I

Comparative characters of adults of the Nearctic species groups of *Ctenopelma*

Character state	Species group					
	<i>nigricorne</i>	<i>petiolatum</i>	<i>crassicornae</i>	<i>sanguineum</i>	<i>albipes</i>	<i>labradorensis</i>
Clypeus of females with apical margin deeply emarginate	+	+	-	-	-	-
Propodeum with areola and petiolar area confluent	+	-	+	-	-	-
Tarsal claws pectinate to apex	+	+	+	+	+-	+♂
Second recurrent vein with 1, 2 bullae	1, 2	1, 2	2	1	1, 2	1
First abdominal tergite with 1-carina, 2-groove, 3-impression	0, 3	1, 3	1, 2	2	1, 2	1, 2, 3
with impression near apex on each side	+	+	-	-	+-	+
with carina on each side sharp	-	+-	+-	+-	+-	-
prominent	+-	+-	+-	-	-	+
short, broad; apex broad	-	-	-	-	+	-
Second abdominal tergite with carina at sides sharp	+-	+-	-	+-	+-	-
prominent	+-	+-	-	-	-	-
Distal abdominal segments strongly compressed	-	-	-	-	+	-
Ovipositor sheath broad	+	-	-	-	-	-
Second valvula of ovipositor with subapical dorsal notch	+	+-	-	+-	-	-
Body finely sculptured	+	+	-	+	+	-
finely punctate	+	+	+	+	-	-
Colour pale	+-	-	+	+	-	-

Xaniopelma Tschek, 1868: 443. Type-species: (*Xaniopelma sericans* Tschek) = *nigrum* Holmgren, by monotypy.

Zachresta Foerster, 1868: 151. Type-species: (*Zachresta insignis* Woldstedt) = *lucifer* Gravenhorst, included by Woldstedt, 1877. Schmiedeknecht, 1908: 1594.

Diedrus Foerster, 1868: 200. Type-species: *Diedrus areolatus* Davis, designated by Viereck, 1914. Syn. with *Ctenopelma* by Townes, 1945: 490.

Eryma Foerster, 1868: 202. Type-species: (*Eryma stygium* Kriechbaumer) = *nigrum* Holmgren, included by Kriechbaumer, 1891. Preocc. by Meyer, 1840 and Albers, 1854.

Holmgrenia Kriechbaumer, 1877: 146. Type-species: (*Holmgrenia pulchra* Kriechbaumer) = *xanthostigma* Holmgren, by monotypy. Preocc. by Foerster, 1868.

Kriechbaumeria Dalla Torre, 1885: 52. Replacement name for *Holmgrenia*.

Polyomorus Kriechbaumer, 1894: 60. Type-species: (*Polyomorus gagatinus* Kriechbaumer) = *luteum* Holmgren, by monotypy.

Polyhomorus Schulz, 1906: 99. Emendation of *Polyomorus*.

Neoeryma Ashmead, 1898: 169. Replacement name for *Eryma*.

Pseudobanchus Szépligeti, 1911: 79. Type-species: *Exetastes nigripennis* Gravenhorst, by monotypy.

Ashmead (1898) proposed the name *Neoeryma* to replace the preoccupied name *Eryma* Foerster, 1868. He described his new species *lophyri* under the name *Neoeryma* but the specimens represent a species of *Lamachus* Foerster.

ADULT

Clypeus (Figs. 3-10) moderately long and broad, in profile moderately convex; apical margin sharp, sometimes impressed, at middle narrowly to broadly emarginate, with shallow, narrow median notch. Genal and oral carinae meet at base of mandible. Malar space very short, the ventral margin of each compound eye close to base of mandible. Mandibles relatively large, upper and lower teeth subequal in length, or lower slightly longer.

Pronotum at dorsal margin with shallow groove. Propodeum with sublateral carina present, anterior margin separated from posterior margin of metanotum by a shallow v-shaped notch. Propodeum (Figs. 11-16) without basal transverse carina, the basal area and areola thus being confluent. Front wing with areolet usually present, usually petiolate

TABLE II

Hosts of the Nearctic species of *Ctenopelma*

Species of <i>Ctenopelma</i>	Host sawfly	Host plant
<i>petiolatum</i> group		
<i>fulvescens</i>	<i>Pamphilius</i> sp.	<i>Populus tremuloides</i> Michx.
<i>crassicornae</i> group		
<i>neurotomae</i>	<i>Neurotoma inconspicua</i> (Norton), larvae	<i>Prunus</i> sp., plums & sand cherries (Middlekauff, 1958)
<i>crassicornae</i>	<i>Neurotoma cratagei</i> Middlekauff, larvae	<i>Crataegus succulenta</i> Schrad. & <i>C. brainerdi</i> Sarg. (Middlekauff, 1958)
<i>albipes</i> group		
<i>balsameae</i>	<i>Acantholyda</i> sp.	<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.
<i>labradorensis</i> group		
<i>labradorensis</i>	<i>Acantholyda zappei</i> (Rohwer)	<i>Pinus nigra</i> Arnold, <i>P. strobus</i> L. <i>P. rigida</i> Mill. (Middlekauff, 1958)
<i>fascipennis</i>	<i>Cephalcia fascipennis</i> (Cresson)	gregarious spruce feeding (Eidt, 1965, 1969)
"	<i>Cephalcia californica</i> Middlekauff	gregarious pine feeding (Eidt, 1969)
<i>cephalciae</i>	<i>Cephalcia</i> sp.	—
"	—	<i>Pinus albicaulis</i> Engelm. introduced; gregarious feeding, various pine (Middlekauff, 1958)
<i>erythrocephalae</i>	<i>Acantholyda erythrocephala</i> (Linnaeus), eggs	
<i>acantholydae</i>	<i>Acantholyda maculiventris</i> (Norton)	<i>Picea glauca</i> (Maench) Voss, <i>P. ? mariana</i> (Mill.) B.S.P., adults from <i>P. strobus</i> L. (Middlekauff, 1958)

dorsally, present and petiolate in all Nearctic species. Legs with tarsal claws pectinate to apex or pectinate only at base. Hind tibiae with spurs subcylindric.

First abdominal segment with glymma present, relatively large and deep. Abdomen of female with apex rather weakly compressed. Subgenital plate of female large, apical margin shallowly arcuate, ventral profile straight. Ovipositor sheath (Figs. 2, 25-30) compressed, broad, spade-like, not longer than apical depth of abdomen. Ovipositor (Figs. 2, 31-33) straight, apex slender; first valvula with 3 to 5 minute subapical teeth, second valvula of some species with subapical dorsal notch and ovipositor with apex relatively broad and compressed, second valvula

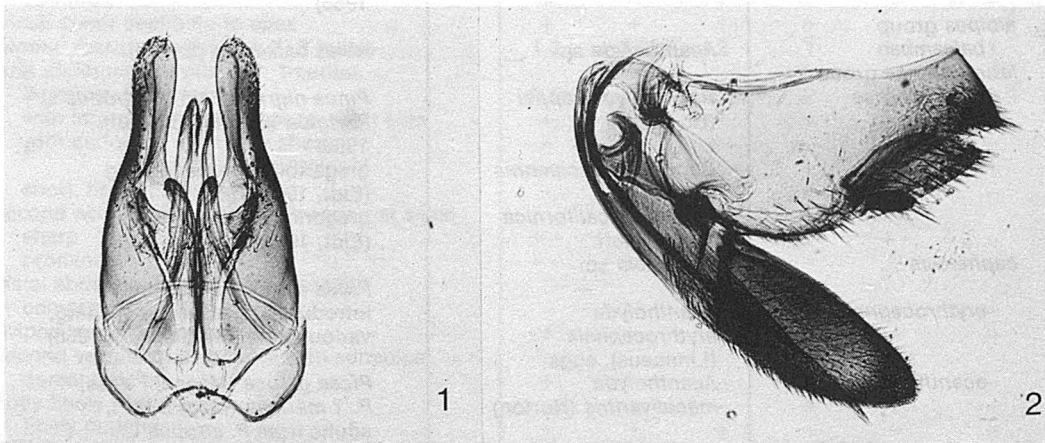
of other species without subapical dorsal notch and ovipositor with apex narrow and depressed. Gonostyli of male (Figs. 1, 34-37) rather elongate.

LARVA

Short (1978) was the first to describe and figure the cephalic structures of the head of final instar larvae of *Ctenopelma*. He included larvae of the Palearctic species *Ctenopelma luciferum* Gravenhorst and *C. nigrum* Holmgren. The cephalic structures of the final instar larvae of the Nearctic species *Ctenopelma fascipennis* n. sp. are described under the account of that species included in this paper and are compared with those of the species described by Short.

KEY TO ADULTS OF NEARCTIC SPECIES OF *CTENOPELMA*

- 1. Body colour mostly pale fulvous or ferrugineous, except head of specimens of *nigriceps* n. sp. partly black2
- Body colour mostly black or black and ferrugineous, or in small part fulvous7
- 2 (1). Propodeum (Fig. 14) with areola and petiolar areas confluent (apical transverse carina present in some specimens but weak) and body not strongly sculptured. Clypeus of females (Fig. 8) with apical margin at middle deeply emarginate. Ovipositor sheaths (Fig. 28) broad and paddle-like. Body colour fulvous *croceum* Walley, p. 26
- Propodeum (Fig. 15) with areola and petiolar areas separated by apical transverse carina and/or body strongly sculptured. Clypeus of females (Figs. 6, 10) with apical margin at middle shallowly emarginate. Ovipositor sheaths relatively narrow. Body colour ferrugineous3
- 3 (2). Body strongly sculptured. Antennae short and stout, middle flagellar articles as broad as or broader than long. *crassicornae* group4
- Body weakly sculptured. Antennae elongate and slender, middle flagellar articles longer than broad. *sanguineum* group5
- 4 (3). First abdominal tergite with 2 well defined, median longitudinal carinae. Antennal flagellum piceous, distal articles fulvous. Head of males with frontal and facial orbits ferrugineous, contrasting with fulvous face; thorax with scutellum and postscutellum fulvous *neurotomae* n. sp., p. 34
- First abdominal tergite (Fig. 24) with shallow, median longitudinal groove. Antennal flagellum ferrugineous, distal articles fulvous. Head of males with frontal and facial orbits fulvous, same as face; thorax with scutellum and postscutellum ferrugineous *crassicornae* Walley, p. 35



Figures 1-2. Genitalia of *erythrocephalae*: 1, male; 2, female.

- 5 (3). Head mostly black. Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Punctuation of body rather coarse *nigriceps* n. sp., p. 37
 Head mostly ferruginous. Second valvula of ovipositor with or without subapical dorsal notch. Punctuation of body fine and sparse 6
- 6 (5). Second valvula of ovipositor with subapical dorsal notch. Face and facial orbits of females fulvo-ferruginous. Head of males with vertical orbits broadly fulvous and middle legs with coxae white *sanguineum* (Provancher), p. 36
 Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Face of females ferruginous and facial orbits fulvous. Head of males with vertical orbits narrowly fulvous and middle legs with coxae ferruginous *ruficeps* n. sp., p. 37
- 7 (1). Propodeum (Fig. 11) with areola and petiolar areas confluent. First abdominal tergite (Fig. 17) without median longitudinal carinae, groove, or impression. Clypeus of females with apical margin at middle deeply emarginate. *nigricorne* group, excluding *croceum* 8
 Propodeum (Figs. 12, 13) with areola and petiolar areas separated by apical transverse carina. First abdominal tergite (Figs. 18-21) with 2 median longitudinal carinae or a groove or impression. Clypeus of females with apical margin at middle shallowly emarginate 9
- 8 (7). Body colour black, ferruginous, and pale fulvous. Face and clypeus entirely, front and middle legs mostly, pale fulvous; abdominal tergites ferruginous, except first entirely and second partly piceous *nigricorne* (Provancher), p. 24
 Body colour black and white. Face clypeus, cheeks, and mandibles white; front and middle legs mostly white; abdominal tergites black *albidum* n. sp., p. 24
- 9 (7). First abdominal segment relatively broad and short, apex broad; distal segments strongly compressed. *albipes* group 10
 First abdominal segment (Figs. 18-21) narrow, elongate, apex narrow; distal segments not strongly compressed 12
- 10 (9). First abdominal tergite with 2 distinct, sharp, median longitudinal carinae. Tarsal claws pectinate only at base *balsameae* n. sp., p. 38
 First abdominal tergite with shallow, median longitudinal groove. Tarsal claws pectinate to apex 11
- 11 (10). Front and middle legs of females with tibiae and tarsi pale fulvous, of males white *albipes* n. sp., p. 39
 Front and middle legs of females and male with tibiae and tarsi mostly ferruginous *latigaster* n. sp., p. 40
- 12 (9). First abdominal tergite with shallow, median longitudinal impression. Propodeum not rugulose; body finely punctate (propodeum of specimens of *C. rufifemur* n. sp. of the *labradorensis* group rugulose and body coarsely punctate) 13
 First abdominal tergite (Figs. 18-21) with median longitudinal carinae or groove. Propodeum rather strongly rugulose; body rather coarsely punctate 14
- 13 (12). Head and thorax mostly black. Thorax at sides distinctly punctate *longicrus* n. sp., p. 31
 Head and thorax mostly pale fulvous. Thorax at sides nearly impunctate *fulvescens* n. sp., p. 33
- 14 (12). First abdominal tergite strongly sculptured, strongly swollen and bulbous apically *petiolatum* n. sp., p. 28
 First abdominal tergite weakly sculptured, not strongly expanded and bulbous apically. *labradorensis* group 15
- 15 (14). First abdominal tergite (Fig. 18) with 2 distinctly raised, sharp, median longitudinal carinae 16
 First abdominal tergite (Figs. 19-21) with median longitudinal groove or impression 17
- 16 (15). First abdominal tergite black, second to fourth ferruginous. Abdominal tergites distad first with punctures fine. First abdominal tergite with prominent impression at apical third on each side. Second abdominal tergite rugulose only at base *labradorensis* (Davis), p. 41
 Abdominal tergites black. Abdominal tergites distad first with punctures coarse. First abdominal tergite with slight impression at apical third on each side. Second abdominal tergite entirely rugulose *fascipennis* n. sp., p. 42
- 17 (15). Thorax of females black and ferruginous or mostly ferruginous. Thorax of males black and ferruginous or thorax mostly black and head including face and clypeus black 18
 Thorax of females and males mostly black. Face and/or clypeus of males at least in part pale 20
- 18 (17). First abdominal tergite (Fig. 20) with median longitudinal groove distinct, well defined. Head of females mostly ferruginous, of males black and with face, clypeus, facial and frontal orbits fulvous *erythrocephalae* n. sp., p. 52

	First abdominal tergite (Fig. 21) with median longitudinal groove very shallow, indistinct. Head of females and males mostly black	19
19 (18).	Front and middle legs of female and males with coxae black; all legs with femora, tibiae, and tarsi bright ferrugineous	53
	Legs of females mostly ferrugineous, of males with front and middle coxae and trochanters fulvous, all legs with femora, tibiae, and tarsi ferrugineous, except femora each at apex fulvous	53
20 (19).	Head of females with face fulvoferrugineous or ferrugineous, facial orbits black. Head of males with face and facial orbits white, except facial orbits each sometimes with small pale maculation at apex	21
	Head of females and males with face and facial orbits concolorous, with colour black, ferrugineous, or fulvous, not pale fulvous or white	22
21 (20).	Coxae black. Front and middle legs of females with tibiae and tarsi pale fulvous, of male white. Face of females pale fulvous, of male white	51
	Coxae ferrugineous. Front and middle legs of females with tibiae and tarsi ferrugineous. Face of females ferrugineous	50
22 (20).	First abdominal tergite (Fig. 19) with short, median longitudinal impression at middle. First abdominal tergite of females entirely black. Face of males fulvous, with 3 longitudinal piceous bands	48
	First abdominal tergite with shallow, median longitudinal groove. First abdominal tergite of females at base black, at apex ferrugineous. Face of males entirely black	23
23 (22).	First abdominal tergite with median longitudinal groove very shallow, scarcely discernible. Front and middle legs with tibiae fulvous, front tarsi fulvous, middle tarsi mostly piceous. Facial orbits each with small, longitudinal, fulvous maculation	46
	First abdominal tergite with median longitudinal groove shallow but distinct. Front and middle legs with tibiae and tarsi ferrugineous. Facial orbits without fulvous maculation	46

Ctenopelma nigricorne group

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table I)

Clypeus of females (Figs. 3, 8) with apical margin at middle deeply emarginate, of males shallowly emarginate. Propodeum (Figs. 11, 14) without apical transverse carina, the areola and petiolar areas thus confluent. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex. First abdominal tergite (Figs. 17, 22) without median longitudinal carinae or groove. Ovipositor sheaths (Figs. 25, 28) broad, spatulate. Second valvula of ovipositor with subapical dorsal notch. Body shining; finely, sparsely punctate.

DESCRIPTION

Adult male, female

Males smaller than females.

Clypeus of females (Figs. 3, 8) with apical margin at middle broadly, deeply emarginate; of males (Fig. 7) shallowly emarginate; with dorsal part in females and males moderately convex in profile. Ocellular space $1\frac{1}{3}$ diameter of lateral ocellus. Antennae with flagellar articles longer than broad.

Propodeum (Figs. 11, 14) with sides subarcuate, apical transverse carina represented only at sides from each median longitudinal carina, the areola and petiolar areas thus confluent. Apical transverse carina present in some specimens of *croceum* but weak. Propodeal spiracle relatively small.

Front wing with 1 or 2 bullae on second recurrent vein. Hind wing with discoidella interrupting nervellus at or slightly below middle. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex.

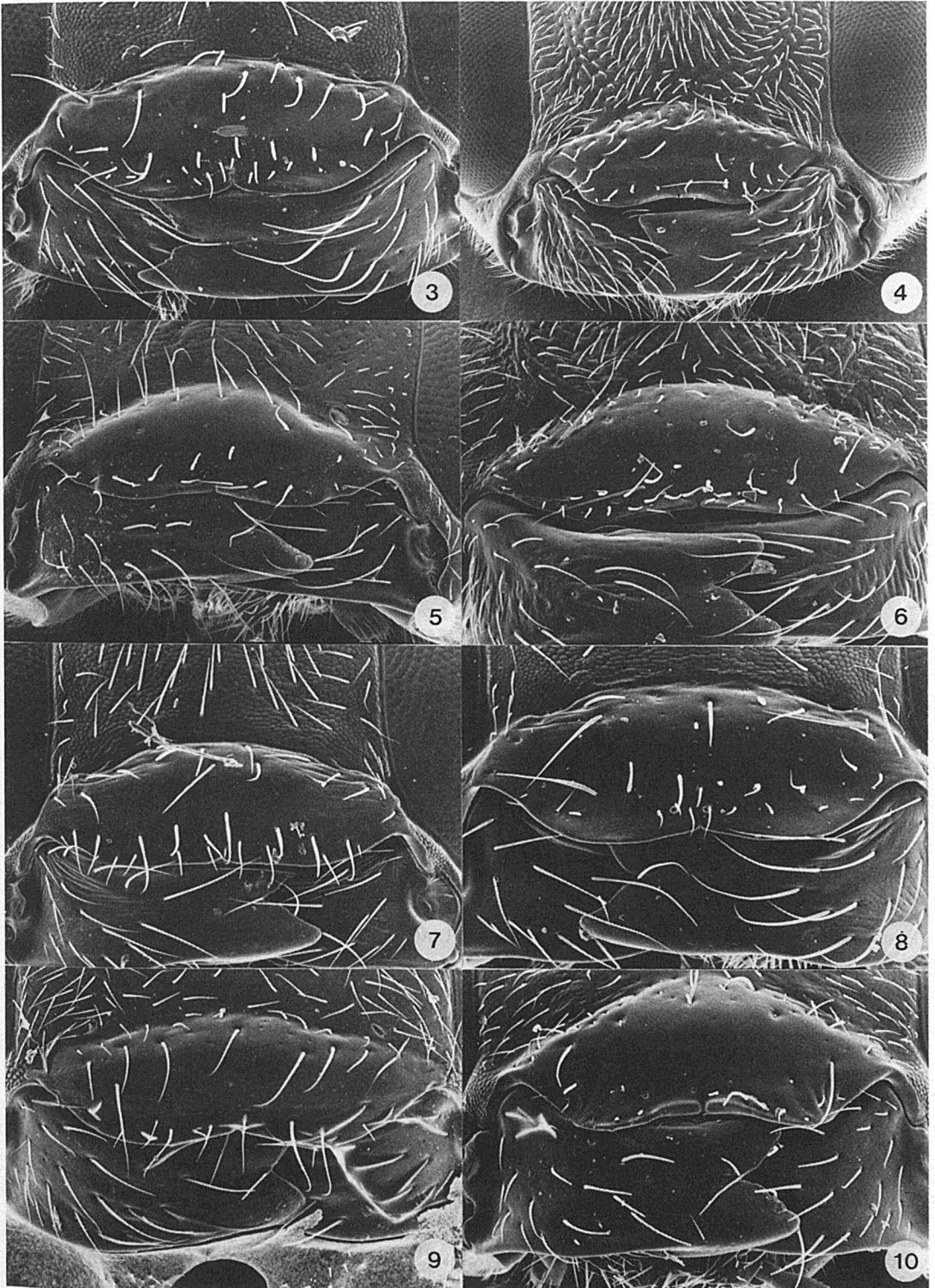
First abdominal segment (Figs. 17, 22) moderately long, rather broad apically, that of *croceum* relatively short, broad apically. First tergite (Figs. 17, 22) without median longitudinal carinae or groove, with impression near apex on each side, with carina on each side between spiracle and apex blunt; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile.

Ninth abdominal tergite of female in lateral view (Figs. 25, 28) short and broad, in basal two-thirds very broad, produced broadly ventrally, narrowed abruptly towards apex. Ovipositor sheaths (Figs. 25, 28) broad, spatulate. Ovipositor (Fig. 32) subapically relatively broad, apex compressed; second valvula with subapical dorsal notch; first valvulae each with 5 small teeth which are placed in position proximad notch of second valvula instead of at apex. Gonostylus of male (Fig. 35) elongate, narrow; on ventral side at middle very narrow, strongly narrowed apically.

Body polished, shining, except face dull, finely granular in sculpture. Body very finely, sparsely punctate; face with punctures distinct but sparse; thorax, hind legs, and abdominal tergites somewhat more coarsely, densely punctate.

REMARKS

The *nigricorne* group consists of 3 species, *C. nigricorne* (Provancher) in northeastern North



Figures 3-10. Clypeus: 3, *nigricorne*; 4, *fascipennis*; 5, *rufifemur*; 6, *crassicorne*; 7, male of *croceum*; 8, female of *croceum*; 9, male of *sanguineum*; 10, female of *sanguineum*.

America, *albidum* n. sp. in the eastern United States, and *croceum* Walley throughout North America.

Ctenopelma nigricorne (Provancher)

Mesoleptus nigricornis Provancher, 1886: 99. Lectotype, female, Ottawa, Ontario, Canada (CNC).

Ctenopelma nigricornis; Harrington, 1892: 99; Davis, 1895: 289; 1897: 250.

Ctenopelma nigricorne; Dalla Torre, 1901: 330; Townes, 1945: 491; Barron, 1975: 515.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult female

Second abdominal tergite with carina on each side sharp. Body colour black, ferrugineous, and pale fulvous. Head with face and clypeus entirely pale fulvous. Front and middle legs mostly pale fulvous. Abdominal tergites ferrugineous, except first tergite entirely and second partly piceous.

DESCRIPTION

Adult female

Head with temples rounded, at middle rather abruptly receding.

Front wing with 2 bullae on second recurrent vein.

First abdominal segment moderately long, rather broad apically, first tergite (Fig. 17) with distinct impression near apex on each side, with carina on each side between spiracle and apex rather blunt but distinct. Second tergite with carina on each side between base and spiracle sharp.

Ninth abdominal tergite of female in lateral view (Fig. 25) with dorsal side at basal third broadly emarginate. Ovipositor sheath (Fig. 25) spatulate, strongly rounded, broad; narrowed from apical third to apex but not strongly; apex broadly arcuate.

Body colour black, ferrugineous, and pale fulvous. Head black, face and clypeus pale fulvous. Vertical orbits each with fulvous spot beside eye. Cheeks piceous, each towards apex fulvous. Mandibles pale fulvous, each at apex piceous. Antennae piceous. Thorax piceous. Posterior corner of pronotum, subtegular ridge, posterior margin of mesonotum and metanotum, scutellum and postscutellum fulvous. Anterior and posterior margins of mesopleuron ferrugineous. Front and middle legs pale fulvous; front coxae piceous, each on dorsal surface pale fulvous; trochanters dark ferrugineous; middle coxae piceous; front and middle femora each in basal half on inner and ventral surface light ferrugineous. Hind legs piceous; tibiae pale ferrugineous, each in basal quarter pale fulvous; tarsi pale ferrugineous.

Abdominal tergites ferrugineous, except first tergite piceous, at sides tinged ferrugineous and second tergite at middle tinged piceous. Ovipositor sheaths dark ferrugineous, each at apex fulvous.

REMARKS

Males are not known. Members of this species can be separated from those of *croceum* by the dark colouration. The body colour of *nigricorne* is black, ferrugineous, and pale fulvous whereas that of *albidum* is black and white. The face, clypeus, front and middle legs of specimens of *nigricorne* are entirely or mostly pale fulvous whereas those of *albidum* are entirely or mostly white. The dorsal side at the basal third of the ninth tergite in lateral view of females of *nigricorne* is broadly emarginate; otherwise the tergite is much like that of females of *croceum*.

DISTRIBUTION

Eastern North America (Fig. 39). Specimens (30 females) were examined from the following localities: CANADA: ONTARIO, Bothwell, 3-VII (CNC); One Sided Lake, 28-VII (CNC); Grenadier Island, Saint Lawrence Islands National Park, 9-VII (CNC); QUÉBEC, Hull, 3-VIII (CNC). UNITED STATES: MAINE, Hancock Co., Bar Harbor, 14-VI (USNM); MARYLAND, Plummers Island, 29-V, 8-20-VII (USNM); Takoma Park, 9-VII (HKT); MICHIGAN, Iron Co., 6-18-VIII (USNM); NEW YORK, Chatauqua Co., Bemus Point, 26-VI (HKT); Otsego Co., Oneonta, 7-VII (HKT); Tompkins Co., Ithaca, 23-V (HKT), McLean Res., 13-VII (CNC), Ringwood, 21-VI (USNM); NORTH CAROLINA, Macon Co., Highlands, 23-VII (HKT); PENNSYLVANIA, Dauphin Co., Harrisburg (USNM); Charter Oak, 20-VI (HKT); SOUTH CAROLINA, Greenville Co., Cleveland, 3, 14, 23, 27, 31, V, 2, 7, 24-VI (HKT); no locality (CNC, USNM).

Ctenopelma albidum n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Second abdominal tergite with carina on each side blunt. Body colour black and white. Head with face, clypeus, cheeks, and mandibles white. Front and middle legs mostly white. Abdominal tergites black.

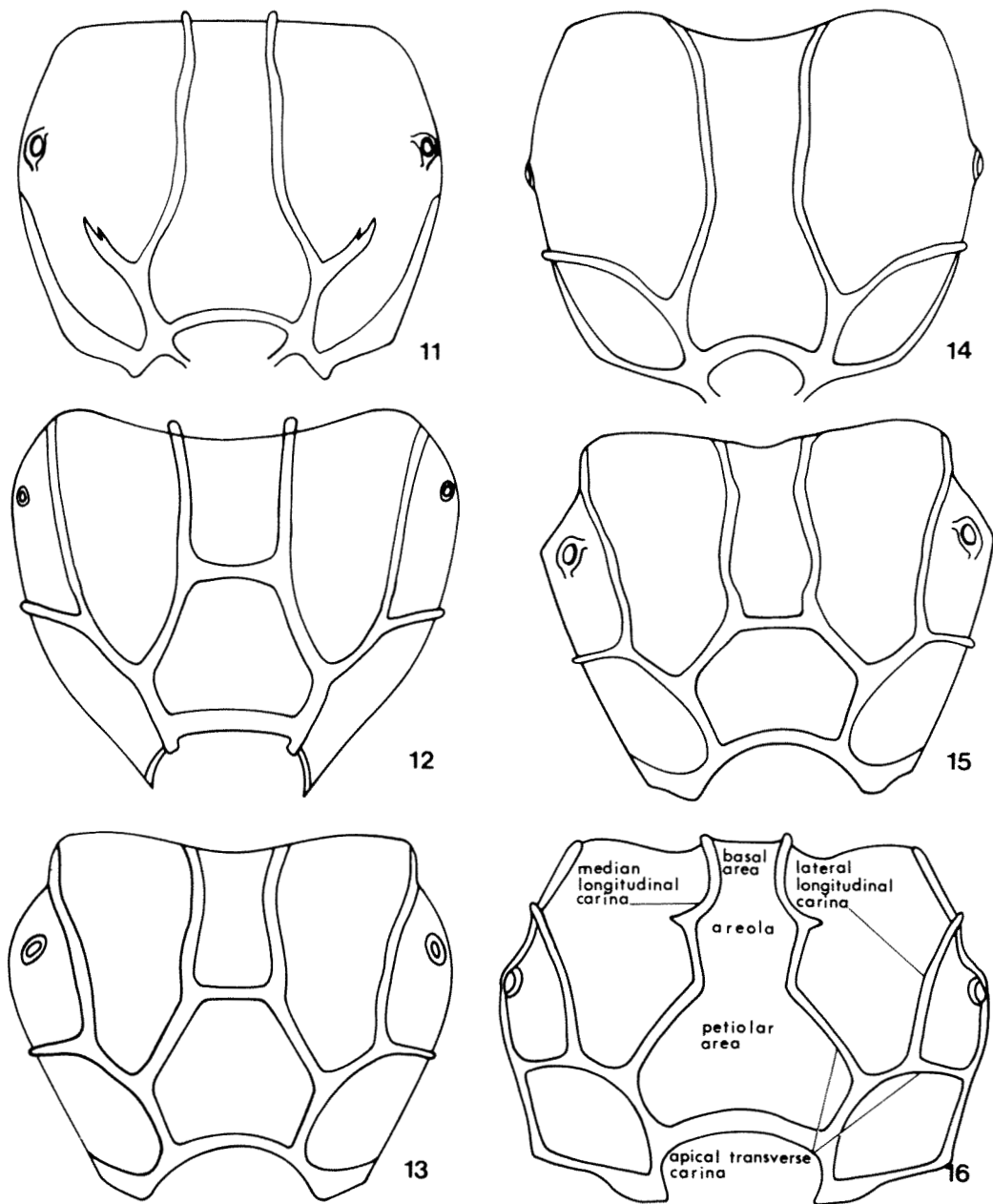
DESCRIPTION

Adult male, female

Head with temples rounded, at middle rather abruptly receding.

Front wing with 2 bullae on second recurrent vein.

First abdominal segment moderately long, rather broad apically, first tergite with distinct



Figures 11-16. Propodeum: 11, *nigricorne*; 12, *albipes*; 13, *bicolor*; 14, *croceum*; 15, *sanguineum*; 16, *neurotomae*.

impression near apex on each side, with carina on each side between spiracle and apex rather blunt but distinct. Second tergite with carina on each side between base and spiracle rather blunt and weak, not pronounced.

Body colour black, in part white. Head black; face, clypeus, mandibles, and cheeks white; mandibles each at apex ferruginous. Vertical

orbits each with white spot beside eye. Antennae piceous. Thorax black, pronotum at posterior corner, mesopleuron with subtegular ridge white. Scutellum and postscutellum white. Front and middle legs mostly white; coxae and trochanters dark ferruginous, each at apex white; tarsi lightly tinged ferruginous. Front femur on ventral surface in basal two-thirds light ferruginous. Middle femur in basal two-thirds ferruginous. Hind legs

piceous; femora each at immediate apex ferrugineous; tibiae each in basal two-thirds white, in apical third piceous, between tinged ferrugineous; tarsi pale ferrugineous, basitarsi each in basal third white lightly tinged pale ferrugineous. Abdominal tergites black, each at apical border narrowly ferrugineous.

Male same as females except as follows: Head with frontal and facial orbits white. Antennae each with scape on anterior surface white. Thorax with propleuron and mesosternum white. Pronotum each side with narrow white border. Postscutellum ferrugineous. Front and middle legs entirely white except tarsi lightly tinged ferrugineous. Hind legs with coxae each on dorsal and inner surface white, trochanters entirely white. Third abdominal tergite in basal corners white blending to ferrugineous.

REMARKS

Specimens of *albidum* can be separated from those of *nigricorne* and *croceum* by the pale parts of the body being white including the face, clypeus, cheeks, mandibles, and most of the front and middle legs. The specific epithet, *albidum*, refers to the extensive white colouration on the body.

DISTRIBUTION

Eastern United States (Fig. 39).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Cleveland, South Carolina, 7-VI, 1971, G. Townes family (HKT). Paratypes, 1 adult male, 4 adult females, from the following localities: UNITED STATES: MASSACHUSETTS, Hampshire Co., South Hadley, 7-VI (HKT); PENNSYLVANIA, Spring Branch, 25-V (HKT); SOUTH CAROLINA, Greenville Co., Cleveland, 16, 19-V, 8-VI (HKT).

Ctenopelma croceum Walley

Ctenopelma croceum Walley, 1941: 167. Holotype, male, Sweetsburg, Québec, Canada (CNC); paratypes, 6 males, 2 females, Bobcaygeon, Ontario, Canada, Île de Montréal, Knowlton, Sweetsburg, Wright, Québec, Canada (CNC, USNM). Townes, 1945: 490.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Second abdominal tergite with carina on each side blunt. Body colour fulvous. Head with face, orbits, clypeus, and mandibles pale fulvous. Legs and abdominal tergites fulvous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Males smaller than females. Head with temples rounded, only moderately receding.

Front wing with 1 long bulla on second recurrent vein.

First abdominal segment relatively short, broad apically, first tergite (Fig. 22) with slight impression at middle in apical third, with slight impression near apex on each side, with carina on each side between spiracle and apex blunt, not pronounced. Second tergite with carina on each side between base and spiracle blunt.

Ninth tergite of female in lateral view (Fig. 28) with dorsal side slightly concave, almost straight. Ovipositor sheath (Fig. 28) spatulate, broad and paddle-like, almost as broad at apex as at middle, apex scarcely arcuate.

Body finely, sparsely punctate.

Body colour fulvous. Head with face, orbits, clypeus, and mandibles fulvous; clypeal margin tinged ferrugineous; mandibles each at apex dark ferrugineous; area enclosing ocelli ferrugineous to piceous. Antennae light ferrugineous, paler apically, scape pale fulvous. Thorax with sub-regular ridge of mesopleuron, tegulae, posterior corner of pronotum, scutellum and postscutellum pale fulvous. Front legs fulvous, femora each at apex sometimes paler. Middle legs same as front legs but slightly darker. Hind legs still darker. Abdominal tergites fulvous.

Males are paler than females and with more extensive pale fulvous colouration, most of the pronotum, mesopleuron, and metapleuron being pale fulvous. Front and middle legs with coxae, trochanters, femora, and tibiae pale fulvous. Hind legs with coxae and trochanters mostly pale fulvous.

VARIATION

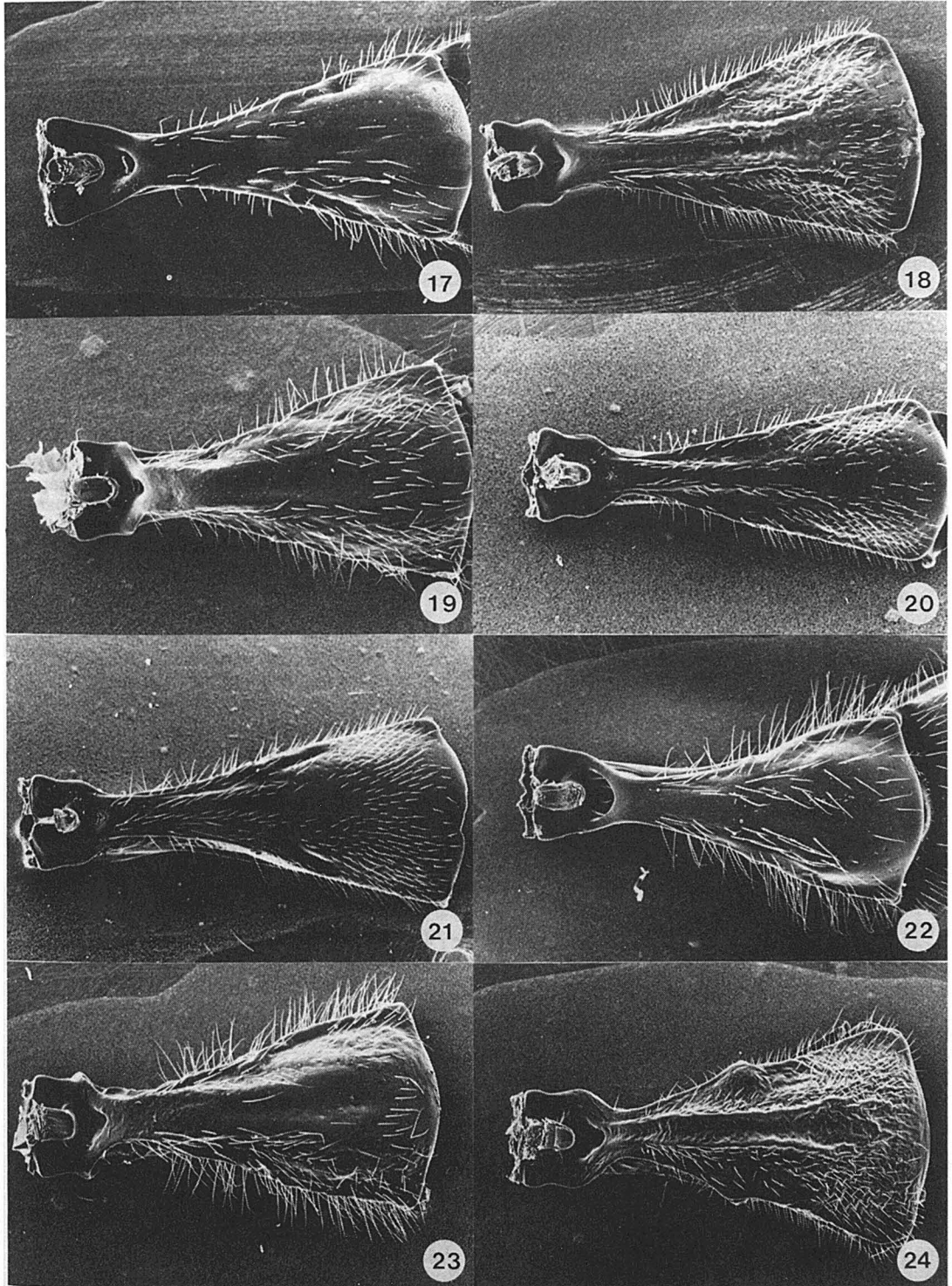
The median part of the apical transverse carina of the propodeum is present in some specimens though weak. A male from California has most of the thorax and abdomen ferrugineous and antennal flagellum with distal articles pale fulvous. The antennae of southern specimens bear small piceous maculae. The amount of pale maculation varies from pale ferrugineous to fulvous to pale fulvous.

REMARKS

Specimens can be separated from others of the genus by the combination of pale fulvous colouration and propodeum with areola and petiolar area confluent. The clypeal margin of females is deeply emarginate and the ovipositor sheaths are broad and paddle-like.

DISTRIBUTION

Generally distributed in North America (Fig. 44). Specimens (63 males, 72 females) were examined from the following localities: CANADA: ALBERTA, Elkwater Lake, 19-VII (CNC); BRITISH COLUMBIA, Robson, 9, 28, 29-VI, 11-VII (CNC);



Figures 17-24. First abdominal tergite: 17, *nigricorne*; 18, *fascipennis*; 19, *rufifemur*; 20, *erythrocephalae*; 21, *bicolor*; 22, *croceum*; 23, *sanguineum*; 24, *crassicorne*.

MANITOBA, Turtle Mt., 22-VII (CNC); NEW BRUNSWICK, Chamcook, 5-VII (CNC); ONTARIO, Belleville, 19-VI (CNC); Bobcaygeon, 26-VI (CNC); Bothwell, 23, 30-VI, 7, 11-VII (CNC); Caliper Lake, 26-VI (CNC); Gananoque, 9, 12-VII (CNC); Kent Bridge, 11-VII (CNC); Ottawa, 17, 21, 28-VI (CNC); Rondeau Park, 12, 17-VII (CNC); QUÉBEC, Hull, 18-V (CNC); Île de Montréal, 17-VI (CNC); Kirks Ferry, 26-VI (CNC); Knowlton, 13, 15-VII (CNC, USNM); Lacoste, 6-VI (CNC); Nominiguing, 4, 12-VI (CNC); Old Chelsea, 27-V (CNC); Rigaud, 4-VII (CNC); Stoneham, 18-VI (HKT); Sweetsburg, 6, 7-VII (CNC); Wright, 10-VI (CNC). UNITED STATES: ALABAMA, Baldwin Co., Gulf Shores, 22-IV (HKT); CALIFORNIA, Los Angeles Co., V (USNM); San Diego Co., Julian, 24-V (HKT) Trinity Co., Carrville, 16-V (HKT); COLORADO, Boulder Co., Boulder, 12, 13-VI (CNC); CONNECTICUT, Hartford Co., East Hartford, 1-VI (CNC); Windham Co., Canterbury, 25-VII (HKT), Lyme, 18-VI (USNM); DELAWARE, New Castle Co., Newport, 26-VI (USNM); FLORIDA, Leon Co., Tallahassee, 16-V (CNC); KENTUCKY, Trigg Co., Golden Pond, 26 V-10VI, 10VI-10VII (HKT); LOUISIANA, Rapides Parish, 17-19-VI (HKT); MAINE, Franklin Co., Dryden, 8-VIII (HKT); MARYLAND, Takoma Park, 7, 14, 17, 20-VI (HKT); MASSACHUSETTS, Hampshire Co., South Hadley, 7-VI (HKT); MICHIGAN, Iron Co., 13, 21-VII (HKT, USNM), Crystal Falls, 15-VII (HKT); Lake Co., 7-VII (HKT); Livingston Co., George Res., 24-VI (HKT); Washtenaw Co., Ann Arbor, 23-V, 7-VI, 12-VII, 3-VIII (HKT), Huron Mts., 26-VII (HKT), no locality, 8, 9-VII (USNM); NEW JERSEY, Moorestown, 15, 20, 22, 26, 30-VI, 3, 13-VII (HKT), Ramsey, 18-VI (USNM); NEW YORK, Albany Co., Albany, 24-V (USNM); Nassau Co., Farmingdale, 4, 10-VII (HKT); Tompkins Co., Ithaca, 23-V, 2, 11-VI (HKT); Westchester Co., Millwood, 25-V (HKT); no locality (USNM); NORTH CAROLINA, Macon Co., Franklin, 2000 ft., 8-VI (CNC); Wake Co., 25-V, 10-VI (HKT), Raleigh, 8, 10-VI (CNC, USNM); Watauga Co., Pine Ridge Parkway, 8 mi. N. Deep Gap, 24-VI (CNC); Yancey Co., Crabtree Meadows, 3600 ft., 2-VIII (HKT); OHIO, Hamilton Co., Mt. Carmel, Cincinnati, 6-VII (USNM); PENNSYLVANIA, Dauphin Co., Dauphin, 30-V, 16-VII (USNM), Harrisburg, 13-VI (USNM); Erie Co., North East, 18-VI (USNM); Philadelphia Co., Philadelphia, 11-VI (USNM); Inglenook, 14-VI (USNM), North Cumberland, 30-V (USNM), Spring Branch, 3-VII (HKT); RHODE ISLAND, Washington Co., Kingston, 18-VII (HKT), Westerly, 9-VI (HKT); SOUTH CAROLINA, Charleston Co., McClellanville, 18-V (HKT); Greenville Co., Cleveland, 3, 10, 12-13, 25, 31-V, 5-VII (HKT); Pickens Co., Watacoco, 17-V (HKT); VIRGINIA, Fairfax Co., Mt. Vernon, 16-VII (HKT); Giles Co., Glen Lyn, 14-VII (USNM); no locality (HKT); WEST VIRGINIA, Hardy Co., Lost River State Park, 2-VII (HKT).

***Ctenopelma petiolatum* group**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table 1)

Clypeus of females with apical margin at middle deeply emarginate, of males shallowly emarginate. Propodeum with apical transverse carina present, the areola and petiolar areas thus separated. Tarsal claws pectinate to apex. Abdomen with first segment elongate. First abdominal tergite with 2 median longitudinal carinae which are blunt or with median impression, with distinct impression near apex on each side. Ovipositor sheaths narrow. Second valvula of ovipositor with or without subapical dorsal notch. Body finely sculptured, finely punctate. Body colour black.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus of females with apical margin at middle deeply emarginate, of males shallowly emarginate. Temples rounded, at middle rather abruptly receding. Ocellular space about $1 \frac{1}{3}$ diameter of lateral ocellus. Antennae with flagellar articles longer than broad.

Propodeum with apical transverse carina present, the areola and petiolar areas thus separated. Front wing with 1 or 2 bullae on second recurrent vein. Hind wing with discoidella interrupting nervellus at or slightly below middle. Tarsal claws pectinate to apex.

First abdominal segment elongate, narrow apically. First tergite with 2 median longitudinal carinae which are blunt, or with median impression, with distinct impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded or flat in profile.

Ovipositor sheaths narrow. Second valvula of ovipositor with or without subapical dorsal notch.

Body finely sculptured, finely punctate.

Body colour dark, polished, shiny, except face dull, finely granular in sculpture.

REMARKS

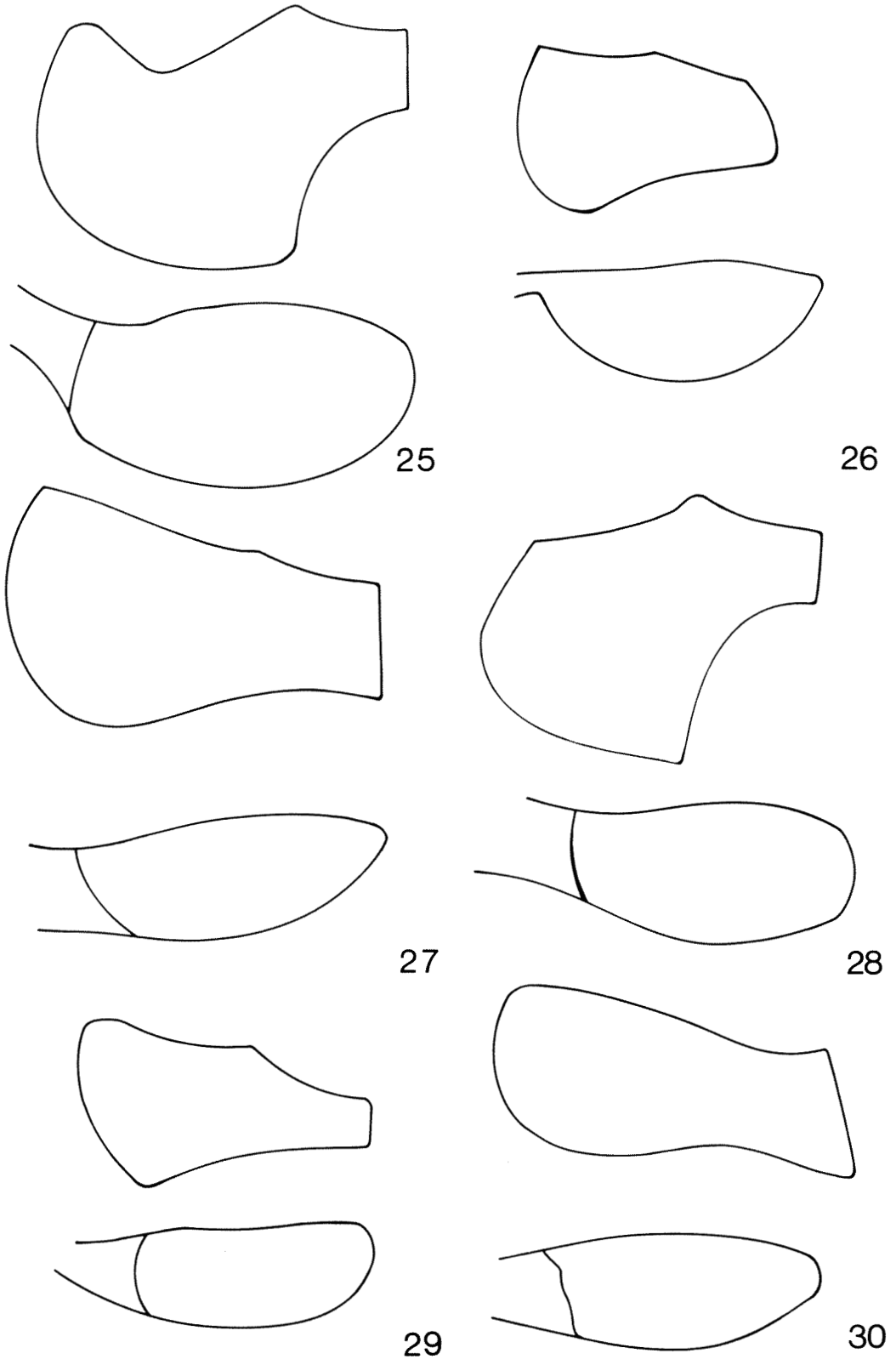
The *petiolatum* group consists of 3 species, *C. petiolatum* n. sp. and *fulvescens* n. sp. in Ontario, and *longicrus* n. sp. in Ontario and Michigan.

***Ctenopelma petiolatum* n. sp.**

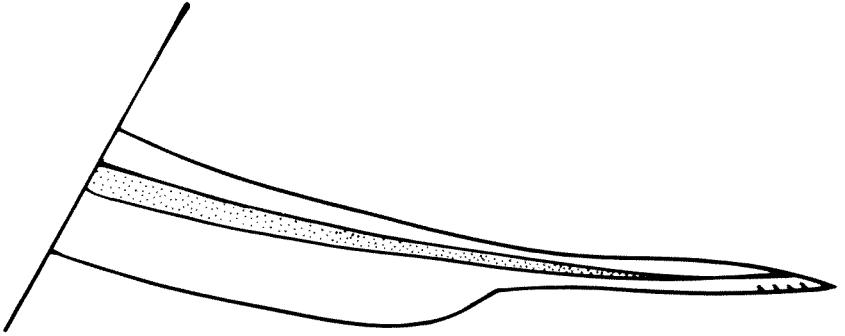
DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult female

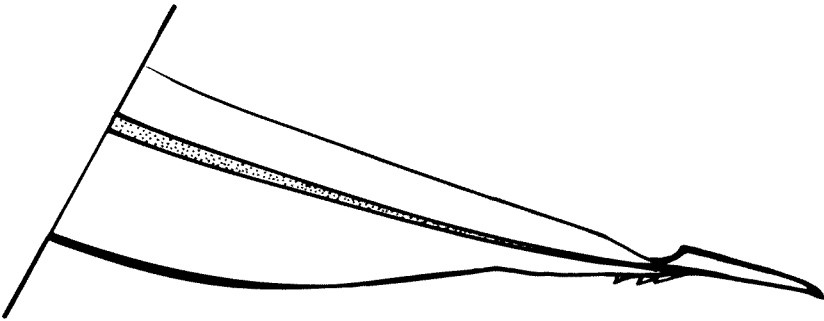
First abdominal segment dilated apically. First abdominal tergite with 2 median longitudinal blunt carinae. Second valvula of ovipositor with subapical dorsal notch. Propodeum and first abdominal tergite strongly sculptured, rugulose. Body rather densely, coarsely punctate. Front and middle legs fulvoferruginous. Hind legs with femora and tibiae ferruginous. First abdominal tergite ferruginous.



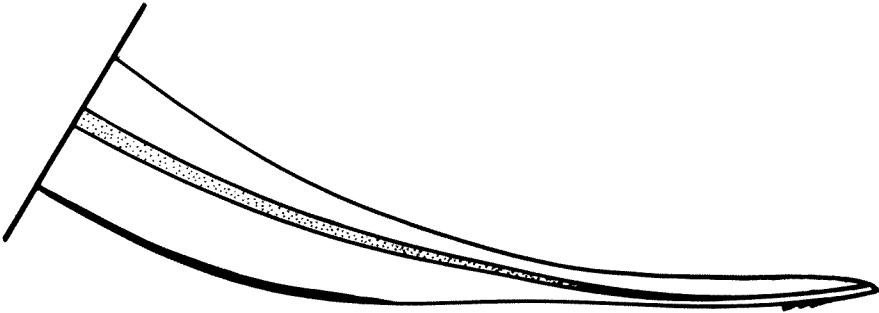
Figures 25-30. Ninth abdominal tergite and ovipositor sheath of female: 25, *nigricorne*; 26, *albipes*; 27, *bicolor*; 28, *croceum*; 29, *sanguineum*; 30, *crassicorne*.



31



32



33

Figures 31-33. Ovipositor: 31, *bicolor*; 32, *croceum*; 33, *ruficeps*.

DESCRIPTION

Adult female

Clypeus with apical margin at middle deeply, broadly emarginate, with dorsal part slightly convex in profile.

Propodeum with spiracle elongate. Front wing with 2 bullae on second recurrent vein.

First abdominal segment dilated and expanded apically. First tergite with 2 blunt, median longi-

tudinal carinae, with carina on each side between spiracle and apex strong, sharp; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile. Second tergite with carina between base and spiracle strong, sharp.

Ovipositor subapically relatively broad, apex compressed; second valvula with subapical dorsal notch.

Body rather polished, somewhat shiny; face duller, finely granular in sculpture. Body moderately coarsely, densely punctate; face with punc-

tures distinct but sparse; punctures of pronotum and abdominal tergites particularly distinct. Propodeum and first abdominal tergite strongly rugulose. Second abdominal tergite mat and rugulose but less so.

Body colour black. Clypeus at apex fulvo-ferrugineous. Vertical orbits each near eye with small fulvoferrugineous macula. Antennae piceous, flagellum on outer surface dark ferrugineous. Legs fulvoferrugineous. Front and middle legs with femora each at apex and tibiae each at base paler fulvous. Hind legs ferrugineous; coxae black; femora each at apex dark ferrugineous; tibiae each at base fulvous, at middle ferrugineous, apical third ferrugineous. Abdominal tergites dark ferrugineous, second and third at apex paler ferrugineous.

REMARKS

Males are not known. Specimens of *petiolatum* can be separated from others of the genus by the expanded apex of the first abdominal segment and by the rugosity of this tergite. There are 2 distinct, median longitudinal carinae on the first abdominal tergite of specimens of *petiolatum* whereas there is only a median impression on the same tergite of specimens of *longicrus* and *fulvescens*, the other members of the *petiolatum* group. The specific epithet, *petiolatum*, refers to the expanded apex of the first abdominal segment.

DISTRIBUTION

Ontario, Canada (Fig. 40).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Madiarmid, Lake Nipigon, Ontario, 15-VII 1922, N. K. Bigelow, CNC no. 15664 (CNC). Paratypes, 2 adult females, Merivale (Ottawa), Ontario, 30-V; One Sided Lake, Ontario, 22-VI (CNC).

Ctenopelma longicrus n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult female

Hind legs, particularly femora and tibiae, elongate. First abdominal tergite with distinct, short, median longitudinal impression at apical quarter. Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Body rather finely, sparsely punctate. Front and middle legs mostly pale fulvous. Hind legs with femora and tibiae black or piceous. First abdominal tergite black.

DESCRIPTION

Adult female

Clypeus with apical margin at middle deeply, broadly emarginate, with dorsal part moderately convex in profile.

Propodeum with apical transverse carina present but weak, propodeal spiracle small, oval. Front wing with 2 bullae on second recurrent vein. Hind legs, particularly femora and tibiae, elongate.

First abdominal segment narrow apically. First tergite with distinct, short, median longitudinal impression at apical quarter, with carina on each side between spiracle and apex blunt; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile. Second tergite with carina on each side between base and spiracle rather sharp, distinct.

Ovipositor subapically narrow, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch.

Body polished, shining, except face dull, finely granular in sculpture. Body rather finely, sparsely punctate; legs with punctures distinct but sparse; thorax somewhat more coarsely, densely punctate.

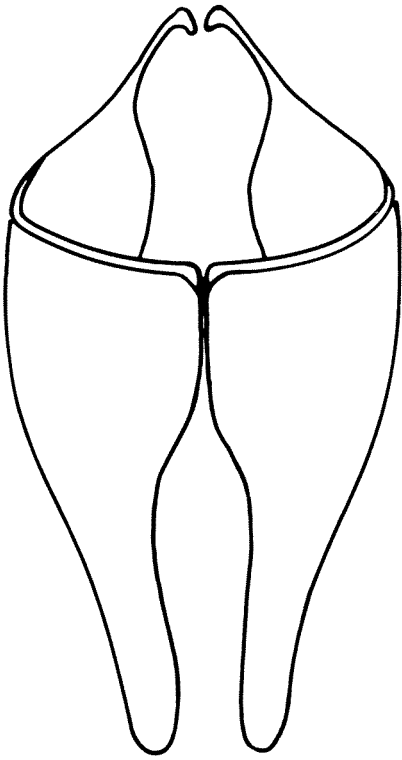
Body colour mostly black, abdomen mostly ferrugineous. Head black, face at middle and clypeus light fulvoferrugineous. Vertical orbits each beside eye with fulvoferrugineous spot. Mandibles fulvoferrugineous, each at apex dark ferrugineous. Antennae piceous. Thorax black, mesopleuron with subtegular ridge ferrugineous; scutellum except at base, postscutellum, axillary trough of mesonotum and metanotum pale fulvous. Front and middle legs mostly pale fulvous, tarsi tinged ferrugineous. Coxae and trochanters piceous. Front legs with femora each on ventral surface ferrugineous. Middle legs with femora each on inner surface ferrugineous, on outer surface piceous, at apex pale fulvous. Hind legs black; tibiae piceous, each at base pale fulvous; tarsi piceous, basitarsus at base somewhat paler, each segment at immediate apex somewhat paler ferrugineous. First abdominal tergite black, distal tergites ferrugineous, second tergite at base and at middle rather strongly tinged piceous. Ovipositor sheaths piceous, each at apex ferrugineous.

REMARKS

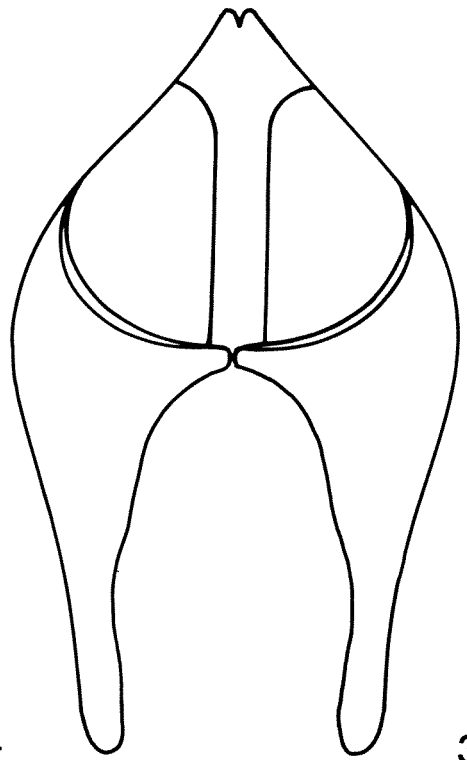
Males are not known. Specimens of both *longicrus* and *fulvescens* can be separated from those of *petiolatum* by the fine punctation and narrow undilated apex of the first abdominal segment. The head and thorax of *longicrus* are mostly black and the thorax is distinctly punctate whereas the head and thorax of *fulvescens* are mostly pale fulvous and the thorax at the sides is practically impunctate. The hind legs, particularly the femora and tibiae, of individuals of *longicrus* are elongate. The notch that is present on the second valvula of the ovipositor of females of *petiolatum* is absent from that of females of *longicrus*. The specific epithet, *longicrus*, refers to the elongate hind legs.

DISTRIBUTION

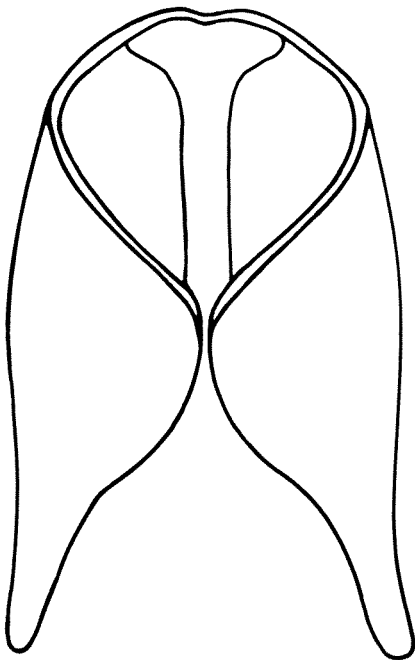
Ontario and Michigan (Fig. 40).



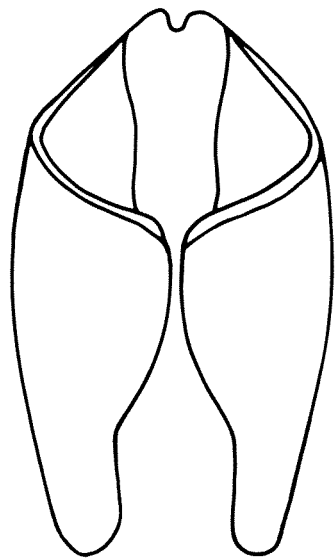
34



35



36



37

Figures 34-37. Gonostylus of male: 34, *erythrocephalae*; 35, *croceum*; 36, *sanguineum*; 37, *neurotomae*.

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, North Branch, Ontario, 23-VII 1960, S. M. Clark, CNC no. 15665 (CNC). Paratype, 1 adult female, Iron Co., Michigan, 10-VII (HKT).

***Ctenopelma fulvescens* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male

Clypeus very short and broad, with apical margin inflexed. First abdominal tergite short, with median longitudinal impression at apical quarter, with impression near apex on each side very distinct. Gonostyli of male very long. Body finely punctate. Head and thorax mostly pale fulvous. Front and middle legs pale fulvous. Hind legs with femora black, tibiae paler piceous. First abdominal tergite black.

DESCRIPTION

Adult male

Clypeus very short and broad, with apical margin inflexed, most strongly at middle; at middle broadly, somewhat shallowly, emarginate, with dorsal part strongly convex in profile. Ocelli relatively large.

Propodeum with spiracle oval-elongate. Front wing with 1 long bulla on second recurrent vein.

First abdominal segment relatively narrow, expanded apically, abruptly in apical third. First tergite with short, median longitudinal impression at apical quarter, with impression near apex on each side very distinct, with carina on each side between spiracle and apex blunt, not prominent; tergite with dorsal surface at apex flat in profile. Second tergite elongate, almost as long as first, with carina on each side between base and spiracle not particularly sharp but prominent. Third tergite also rather elongate, distinctly longer than broad.

Gonostyli of male very long.

Body polished and shiny; finely punctate, side of thorax nearly impunctate, face rather finely rugulose in sculpture.

Head and thorax mostly pale fulvous, abdominal tergites mostly ferrugineous. Head pale fulvous, vertex, occiput, postocciput, and temple in dorsal part black. Mandibles each at apex ferrugineous. Antennae dark ferrugineous, scape on posterior surface at apex with fulvous spot, pedicel on posterior surface fulvous. Thorax fulvous, the following black: mesoscutum at middle and sides with broad longitudinal band, mesopleuron except at subtegular ridge and whole anterior part or anteriorly in ventral part, propodeum, axillary trough of mesonotum and metanotum. Front and middle legs pale fulvous. Hind legs with coxae pale ful-

vous, each with black maculation on ventral surface; trochanters pale fulvous; femora black; tibiae piceous, each in basal quarter pale fulvous; tarsi fusc ferrugineous. Abdomen with first tergite black, second mostly black, at sides and apex ferrugineous tinged piceous; tergites 3 to 6 ferrugineous, 7 piceous or ferrugineous tinged piceous.

REMARKS

Females are not known. Specimens can be separated from those of *petiolatum* by the fine punctation, lack of a dilated first abdominal segment, and presence of a median impression instead of 2 carinae on the first abdominal tergite. The head and thorax of specimens of *fulvescens* are pale fulvous and the thorax is nearly impunctate, whereas the head and thorax of specimens of *longicrus* is mostly black and the sides of the thorax are distinctly punctate. The specific epithet, *fulvescens*, refers to the colouration of the head and thorax which is mostly pale fulvous.

HOST

The 2 specimens studied were reared from *Pamphilius* sp. on *Populus tremuloides* Michx.

DISTRIBUTION

Ontario, Canada (Fig. 40).

TYPES MATERIAL

Holotype, adult male, Crooked Lake Road, Chapleau, Ontario, 11 VI-1965, ex. *Pamphilius* sp. on Trembling aspen, CNC no. 15666 (CNC). Paratype, 1 adult male, same data as holotype, except 9-10-VI (CNC).

***Ctenopelma crassicorne* group**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table 1)

Clypeus (Fig. 6) of both sexes with apical margin at middle shallowly emarginate. Antennae rather short and stout. Propodeum (Fig. 16) without apical transverse carina, the areola and petiolar areas thus confluent, apical transverse carina present in some specimens but weak. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex. First abdominal segment (Fig. 24) short, sides strongly divergent apically, apex broad. First abdominal tergite (Fig. 24) with 2 median longitudinal carinae or with a median longitudinal groove, without impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex flat in profile. Ovipositor sheaths (Fig. 30) narrow. Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Body strongly sculptured, finely punctate. Body colour pale.

DESCRIPTION

Adult male, female

***Ctenopelma neurotomae* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Clypeus relatively long. Antennal flagellum relatively long and narrow, noticeably narrow apically; flagellar articles near apex (14 to 27 or 29) longer than broad. Thorax with scutellum relatively small, not bulbous, sides relatively sharply defined. First abdominal tergite relatively long, with 2 well defined, median longitudinal carinae, with carina on each side between spiracle and apex strongly defined, sharp, distinctly elevated. Third abdominal segment relatively short. Distal abdominal segments relatively strongly compressed. Abdominal tergites rather strongly rugulose. Antennal flagellum piceous, apical articles pale fulvous. Head of males with frontal and facial orbits ferruginous, contrasting with fulvous face; thorax with scutellum and postscutellum fulvous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus rather long, apical margin at middle with very small, scarcely discernible median notch. Antennae rather slender, flagellum elongate, slender, flagellar articles 1 to 14 distinctly longer than broad, basal articles much longer than broad, 14 to 27 or 29 longer than broad.

Thorax with scutellum rather small, not bulbous, sides relatively sharply defined.

First abdominal segment relatively long. First tergite with 2 distinct, well defined, median longitudinal carinae extending to apical quarter, with carina on each side between spiracle and apex strong, sharp, elevated; spiracle prominent, elevated. Third segment rather short. Distal segments relatively strongly compressed.

Abdominal tergites 1 to 3 strongly rugulose.

Head with vertex and postocciput piceous. Antennae piceous, apical flagellar articles pale fulvous, almost white. Thorax with scutellum and postscutellum fulvous. Head of male with frontal and facial orbits ferruginous, as rest of head, with only face fulvous.

REMARKS

Specimens of *crassicornae* can be separated from those of *neurotomae* by the diagnostic characters noted under each species. There are 2 well defined carinae on the first abdominal tergite of specimens of *neurotomae* whereas there is a median groove on the first tergite of specimens of *crassicornae*. The specific epithet, *neurotomae*, refers to the host sawfly, *Neurotoma inconspicua* (Norton).

HOST

Specimens studied were reared from *Neurotoma inconspicua* (Norton). Sawflies of this species

Clypeus (Fig. 6) with apical margin somewhat reflexed, at middle broadly, shallowly emarginate, with dorsal part slightly convex in profile. Temples rounded, at middle somewhat more strongly receding. Ocellular space about 2 times diameter of lateral ocellus. Antennae rather short and stout.

Propodeum (Fig. 16) with sides subarcuate, with carinae strong, raised; apical transverse carina absent or present though weak, the areola and petiolar areas thus confluent or weakly separated. Propodeal spiracle rather large, oval, elevated. Sublateral longitudinal carina of propodeum separated from metanotum by a deep v-shaped notch. Front wing with 2 bullae on second recurrent vein. Hind wing with discoidella interrupting nervellus slightly below middle. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex.

First abdominal segment (Fig. 24) relatively short, broad apically, sides gradually divergent towards apex, apex rather broad. First tergite (Fig. 30) with 2 median longitudinal carinae or with median longitudinal groove, without impression on each side near apex; tergite with dorsal surface at apex flat in profile. Second tergite short, about as broad at apex as long, with carina on each side between base and spiracle blunt, not prominent.

Ninth abdominal tergite of female (Fig. 30) in lateral view moderately narrow, scarcely narrowed towards apex. Ovipositor sheath (Fig. 30) oblong, moderately narrow, abruptly narrowed from apical third to apex, apex narrow, strongly rounded. Ovipositor subapically relatively narrow, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch, first valvula with 4 small teeth. Gonostylus of male (Fig. 37) broad, at middle very broad, moderately narrowed apically, apex subtruncate.

Body moderately polished and shiny, rugulose, with punctures fine and sparse. Face and mesoscutum very finely sculptured, propodeum somewhat more coarsely sculptured. First and second abdominal tergites and base of third rugulose, punctures scarcely evident.

Body colour ferruginous, with a few piceous maculae. Head ferruginous, clypeus fulvoferruginous, malar space, mandibles each at apex black. Thorax ferruginous, propleuron at least at apex, posterior border of pronotum, prepectus, posterodorsal corner of mesopleuron, apical margin of mesoscutum, mesosternum, axillary trough of mesonotum, anterior margin of metapleuron tinged piceous. Legs ferruginous, front tibiae each at apex and tarsi paler fulvoferruginous. Abdominal tergites ferruginous, lightly mottled piceous, first tergite at base piceous. Ovipositor sheaths tinged piceous.

REMARKS

The *crassicornae* group includes *C. neurotomae* n. sp. from New Brunswick, Nova Scotia, Ontario, and Manitoba and *crassicornae* Walley from Ontario and Alberta.

occur on various *Prunus* sp., particularly plums and sand cherries (Middlekauff, 1958).

DISTRIBUTION

Nova Scotia, New Brunswick, Ontario, and Manitoba (Fig. 42).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Sault Ste. Marie Ontario, Canada, ex. *Neurotoma inconspicua* (Norton), em. 15-VI, 1962, CNC no. 15681 (CNC). Paratypes, 9 adult males, 8 adult females, from the following localities: CANADA: NEW BRUNSWICK, Fredericton, ex. *Neurotoma inconspicua*, em. 3, 15, 31-VI (CNC); Ritchie Bk., Restigouche, ex. pamphiliid, em. 5-VI (CNC); NOVA SCOTIA, St. Peters, 29-VI (CNC); Shulie, Cumberland Co., ex. *Neurotoma inconspicua*, em. 3-VI (CNC); MANITOBA, ONTARIO, NOVA SCOTIA, mass reared from *Neurotoma inconspicua*, em. 2, 3, 7-VI (CNC).

Ctenopelma crassicorne Walley

Ctenopelma crassicorne Walley, 1941: 168. Holotype, female, Smoky Falls, Mattagami River, near Kapuskasing, Ontario, Canada (CNC). Allotype, male, Constance Bay, Carleton Co., Ontario, Canada (CNC). Townes, 1945: 490.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table 1)

Clypeus (Fig. 6) relatively short. Antennal flagellum relatively short and thick; flagellar articles near apex (14 to 27 or 29) broader than long. Thorax with scutellum relatively large, bulbous, sides not sharply defined. First abdominal tergite (Fig. 24) relatively short, with median longitudinal groove, with carina on each side between spiracle and apex not strongly defined, not sharp, not distinctly elevated. Third segment relatively long. Distal segments not strongly compressed. Abdominal tergites not strongly rugulose.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus (Fig. 6) rather short, with small, rather indistinct, median notch. Antennae rather thick, flagellar articles 1 to 6 longer than broad, distal articles as broad as or broader than long.

Thorax with scutellum rather large, bulbous, sides not sharply defined.

First abdominal segment (Fig. 24) relatively short. First tergite (Fig. 24) with median longitudinal groove extending to apical quarter, with carina on each side between spiracle and apex weak, blunt; spiracle not prominent and not raised. Third segment rather long. Distal segments not strongly compressed.

Abdominal tergites not strongly rugulose.

Antennae ferruginous, apical flagellar articles bright fulvous. Thorax with scutellum and posts-cutellum ferruginous.

Male

Clypeal margin strongly inflexed, margin blunt, very shallowly, broadly emarginate, with small median notch. Head with frontal and facial orbits fulvous same as face. Vertical orbits each near eye with small, indistinct, fulvoferruginous macula.

REMARKS

There is a median longitudinal groove on the first abdominal tergite of specimens of *crassicorne* whereas there are 2 median longitudinal carinae on the first tergite of specimens of *neurotomae*. Other distinguishing characters are noted under the diagnostic characters of each species.

HOST

One specimen studied was reared from *Neurotoma cratagei* Middlekauff. Sawflies of this species occur on Succulent hawthorn, *Crataegus succulenta* Schrad. and on *C. brainerdi* Sarg. (Middlekauff, 1958).

DISTRIBUTION

Alberta and Ontario, Canada (Fig. 42). Specimens (2 males, 2 females) were examined from the following localities: CANADA: ALBERTA, Edmonton, 26-29-V (CNC); ONTARIO, Argle, ex. *Neurotoma cratagei* Middlekauff, em 15-VI (CNC); Constance Bay, Carleton Co., 29-IV (CNC); Smoky Falls, Mattagami River, near Kapuskasing, 13-VI (CNC).

Ctenopelma sanguineum group

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table 1)

Clypeus (Figs. 9, 10) of both sexes with apical margin at middle shallowly emarginate. Propodeum (Fig. 15) with areola and petiolar areas separated by apical transverse carina. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex. First abdominal tergite (Fig. 23) with median longitudinal groove, without impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex flat in profile. Ovipositor sheaths (Fig. 29) narrow. Second valvula of ovipositor with or without subapical dorsal notch. Body finely sculptured, finely punctate. Body colour pale.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus (Figs. 9, 10) of both sexes with apical margin at middle shallowly emarginate, with dorsal

part moderately convex in profile. Ocellocular space 2 times diameter of lateral ocellus. Antennae with flagellar articles longer than broad.

Propodeum (Fig. 15) with sides distinctly convergent posteriorly; apical transverse carina present, the areola and petiolar areas thus separated. Propodeal spiracle rounded. Front wing with 1 long bulla on second recurrent vein. Hind wing with discoidella interrupting nervellus at middle or slightly above or below middle. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex.

First abdominal segment (Fig. 23) moderately long, relatively broad apically. First tergite (Fig. 23) with shallow, median longitudinal groove, without distinct impression near apex on each side, with carina on each side between spiracle and apex blunt, not prominent, except that of specimens of *nigriceps* rather sharp; tergite with dorsal surface at apex rather flat in profile. Second tergite with carina on each side between base and spiracle blunt, not prominent, that of specimens of *nigriceps* sharp.

Ninth abdominal tergite of female in lateral view (Fig. 29) moderately narrow, narrowed rather strongly towards apex. Ovipositor sheath (Fig. 29) oblong, moderately narrow, apex moderately arcuate, at apex scarcely narrower than at middle. Ovipositor various dependent on species, first valvulae each with 3 small teeth. Gonostylus of male (Fig. 36) broad, at middle very broad, moderately narrowed apically, apex subtruncate.

Body finely sculptured, with punctures fine and sparse.

Body colour ferrugineous. Head ferrugineous, face, clypeus, and mandibles ferrugineous or fulvo-ferrugineous; head of specimens of *nigriceps* mostly black. Vertex in area enclosing ocelli darker ferrugineous. Area above each compound eye with small fulvous spot. Antennae entirely or mostly ferrugineous, apical articles somewhat paler. Thorax ferrugineous, scutellum, postscutellum, subtegular ridge, posterior corner of pronotum fulvous. Legs pale ferrugineous, tibiae and particularly tarsi paler, hind legs darker. Abdominal tergites ferrugineous.

Male

Face, clypeus, vertical, frontal, and facial orbits, mandibles pale fulvo-ferrugineous, mandibles each at apex dark ferrugineous. Antennae ferrugineous, apical flagellar articles much paler. Thorax ferrugineous, posterior corner of pronotum, subtegular ridge, scutellum and postscutellum fulvous. Front and middle legs pale ferrugineous, coxae each in apical half, trochanters and femora each at apex pale fulvous; hind legs darker, trochanters pale fulvous.

Female

Face usually fulvo-ferrugineous, clypeus usually paler, frontal and facial orbits sometimes pale fulvo-ferrugineous. Face sometimes not pale. Legs ferrugineous. Front and middle legs with femora

each at apex pale fulvous. Hind legs darker ferrugineous.

REMARKS

The *sanguineum* group contains *C. sanguineum* (Provancher) distributed throughout North America, *ruficeps* n. sp. from eastern North America and extending to Alberta, and *nigriceps* n. sp. from Michigan and New York. There is a subapical dorsal notch on the ovipositor of females of *sanguineum*. There is no notch on the ovipositor of females of *ruficeps* and *nigriceps*. The head of specimens of *nigriceps* is mostly black. Otherwise specimens of the 3 species appear very similar.

Ctenopelma sanguineum (Provancher)

Tryphon sanguineus Provancher, 1875: 118. Lectotype, male, Québec (U. Laval).

Ctenopelma sanguinea; Provancher, 1879: 248; 1883: 406; Davis, 1897: 251.

Ctenopelma sanguineum; Dalla Torre, 1901: 331; Viereck, 1917: 22; Cushman, 1928: 945; Townes, 1945: 491; Barron, 1975: 560.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Face finely punctate, somewhat rugose. Abdominal tergites finely punctate, shining, not rugose. Face and facial orbits fulvo-ferrugineous. Female. Second valvula of ovipositor with subapical dorsal notch. Male. Head with vertical orbits broadly fulvous. Middle legs with coxae white.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus with dorsal part relatively convex in profile. Face finely punctate, somewhat rugose. Abdominal tergites finely punctate, shining, not rugose. Face and facial orbits fulvo-ferrugineous. Female. Ovipositor subapically relatively broad, apex compressed; second valvula with subapical dorsal notch. Male. Head with vertical orbits broadly fulvous. Middle legs with coxae white.

VARIATION

The face of some more southern females has 3 longitudinal fulvous bands.

REMARKS

There is a subapical dorsal notch on the second valvula of the ovipositor of females of *sanguineum*; the notch is absent in females of *ruficeps* and *nigriceps*. The face and facial orbits of females of *sanguineum* are fulvo-ferrugineous whereas the face of females of *ruficeps* is ferrugineous and the facial orbits are fulvous. The vertical orbits

of males of *sanguineum* are broadly fulvous and the middle coxae are white whereas the vertical orbits of males of *ruficeps* are narrowly fulvous and the middle coxae are ferruginous. The head of females of *nigriceps* is mostly black.

DISTRIBUTION

Generally distributed throughout North America (Fig. 41). Specimens (16 males, 40 females) were examined from the following localities: CANADA: ALBERTA, Cypress Hills, 28-VI (CNC); Edmonton, 16-VI (HKT); BRITISH COLUMBIA, Robson, 18-VI (CNC); NEW BRUNSWICK, Kouchibouguac National Park, 9-VI (CNC); ONTARIO, Bells Corners, 24-VI (CNC); Constance Bay, 18, 27-VI (CNC); Innisville, 26-V (CNC); Leamington, 9, 11-VI (CNC); North Branch, 23-VII (CNC); One Sided Lake, 16-17-VI (CNC); Ottawa, 22, 29-V, 4, 9, 10, 16-VI (CNC); QUÉBEC, Brome, 4-VI (CNC); Georgeville, 28-VI (CNC); Harrington Lake, Gatineau Park, 8-VI (CNC); Masham Twp., Gatineau Park, 24-VI (CNC); Montreal, 17-VI (CNC); Nominique, 5-VI (CNC); Old Chelsea, 22-VI (CNC); Stoneham, 18, 21-VI (HKT); no locality (U. Laval). UNITED STATES: CALIFORNIA, Tahoe Co., Great Alpine Creek, Tahoe, 30-VI (USNM); MAINE, Franklin Co., Dryden, 7-VI (CNC); MARYLAND, Takoma Park, 2-V (HKT); MICHIGAN, Washtenaw Co., Ann Arbor, 5, 6, 10, 11, 29, 30-VI (HKT, USNM); Iron Co., Crystal Falls, 23-VI, 8-VII (HKT); Kalkaska Co., 28-V (HKT); no locality, 11, 26-VI (USNM); NEW YORK, Connecticut Hill, Trumbell Corner, 2095 ft., VI (HKT); Erie Co., Buffalo, 10-VI (USNM); Odondaga Co., Labrador Hollow, 5-VII (HKT); Oswego Co., Oswego, 12-VI (USNM); Otsego Co., Oneonta, 29-VI (HKT); Suffolk Co., Mastick, Long Island, 1-VI (USNM); Tompkins Co., Ithaca, 31-V (HKT), McLean, 25-V (HKT); OREGON, Benton Co., Alesa, 6-V (USNM); Corvallis, 8, 18-V, 2, 6-VI (HKT); Josephine Co., Selma 20, 28-V (HKT).

Ctenopelma ruficeps n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Face finely punctate, somewhat rugose. Abdominal tergites finely punctate, shining, first entirely and second at base slightly rugose. Face ferruginous, facial orbits fulvous, vertical orbits narrowly fulvous. Female. Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Male. Head with vertical orbits narrowly fulvous. Middle legs with coxae ferruginous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus relatively flat in profile. Face finely punctate, somewhat rugose. Abdominal tergites finely punctate, shining, first tergite entirely and second at base slightly rugose. Face ferruginous,

facial orbits fulvous, vertical orbits narrowly fulvous. Female. Ovipositor (Fig. 33) subapically narrow, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch. Male. Head with vertical orbits narrowly fulvous. Middle legs with coxae ferruginous.

REMARKS

Specimens of *ruficeps* can be separated from those of *sanguineum* and *nigriceps* by the diagnostic characters and by those included under remarks for *sanguineum*. The specific epithet, *ruficeps*, refers to the colour of the head which is mostly ferruginous, in contrast to that of *nigriceps* n. sp. which is mostly black.

DISTRIBUTION

Specimens have been collected in eastern North America, west to Alberta. (Fig. 41).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Cabin John, Maryland, 1917, R. M. Fouts, also with label bearing Cushman's manuscript name, *Ctenopelma (Kriechbaumeria) rufum* Cush. (USNM). Paratypes, 13 adult males, 11 adult females, from the following localities: CANADA: ALBERTA, Edmonton, 16-VI (HKT); ONTARIO, Cumberland, 31-V, 14-VI (HKT); QUÉBEC, Cascapédia, 10-VI (CNC); SASKATCHEWAN, Pike Lake, 14-VI (CNC). UNITED STATES: Kentucky, Trigg Co., Golden Pond, V, VI (HKT); LOUISIANA, Rapides Parish, 8-12-IV (HKT); MARYLAND, Montgomery Co., Glen Echo (USNM); Prince Georges Co., Laurel, 11-V (CNC); Takoma Park, 18-VI (HKT); NEW JERSEY, Burlington Co., Moorestown, 23, 24-VI (HKT); Oswego Co., Oswego, V (USNM); NEW YORK, Queens Co., Woodhaven, Long Island, New York, 20-VI (USNM); Suffolk Co., Orient, 12-20-VI (USNM); Tompkins Co., Ithaca, 28-V, 11-VI (HKT); SOUTH CAROLINA, Greenville Co., Cleveland, 18-V (HKT); Pickens Co., Wattacoo, 7-VI (USNM); VIRGINIA, Independent City Co., Falls Church, 21-VI (USNM). Paratypes that are in CNC with CNC no. 15679.

Ctenopelma nigriceps n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult female

Second valvula of ovipositor without subapical dorsal notch. Face distinctly punctate, not rugose. First abdominal tergite entirely, second and third at base somewhat rugose. Colour ferruginous, head mostly black.

DESCRIPTION

Adult female

Clypeus with dorsal part only slightly convex in profile. First abdominal tergite with carina on

each side between spiracle and apex rather sharp. Second abdominal tergite with carina on each side between base and spiracle sharp. Ovipositor subapically slender, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch. Face somewhat coarsely punctate, not rugose. Abdominal tergites finely punctate, first tergite entirely, second and third at base distinctly rugose. Body colour ferruginous. Head black, facial orbits ferruginous, each side above compound eye with small ferruginous spot. Clypeus, mandibles, antennae ferruginous, mandibles each at apex piceous. Face sometimes ferruginous, piceous medially. Thorax with propleuron black, pronotum sometimes lightly tinged piceous, scutellum at apex and subtegular ridge paler fulvoferruginous. Fifth and sixth abdominal tergites sometimes tinged piceous, fourth tergite at apex sometimes lightly tinged piceous.

REMARKS

Males are not known. Specimens can be separated from those of *sanguineum* and *ruficeps* by the mostly black head. The specific epithet, *nigriceps*, refers to the mostly black head. It is also a manuscript name of Cushman's and a specimen seen by him at the USNM is so labelled.

DISTRIBUTION

Michigan and New York (Fig. 41).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Ann Arbor, Michigan, 31-V 1962, H. & M. Townes (HKT). Paratypes, 8 adult females, from the following localities: UNITED STATES: MICHIGAN, Livingston Co., 28-V (HKT); Washtenaw Co., Ann Arbor, 23, 31-V, 1, 8-VI (HKT); NEW YORK, Queens Co., Long Island, New York (USNM).

Ctenopelma albipes group

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table I)

Clypeus with apical margin at middle shallowly to moderately emarginate. Antennae very slender. Propodeum (Fig. 12) with sides strongly convergent posteriorly, with areola and petiolar areas separated by apical transverse carina. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex or pectinate only at base. First abdominal segment short and broad, apex broad, first tergite with 2 median longitudinal carinae or with a median longitudinal groove, with or without impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded or flat in profile. Distal abdominal segments strongly compressed. Ovipositor sheaths narrow. Second valvula of ovipositor without subapical dorsal

notch. Body finely sculptured, moderately densely punctate. Body colour dark.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus with apical margin at middle very shallowly to moderately emarginate. Temples rounded, at middle slightly more strongly receding. Antennae very slender, with flagellar articles longer than broad.

Propodeum (Fig. 12) with apical transverse carina present, the areola and petiolar areas thus separated. Propodeal spiracle small, rounded. Front wing with 1 or 2 bullae on second recurrent vein. Tarsal claws pectinate only at base or pectinate to apex.

First abdominal segment relatively short, broad apically. First tergite with 2 median longitudinal carinae or with median longitudinal groove, without impression on each side near apex or with only slight impression; tergite with dorsal surface at apex rounded or flat in profile. Second tergite with carina on each side between base and spiracle rather blunt. Distal abdominal segments strongly compressed.

Ninth abdominal tergite of female in lateral view (Fig. 26) moderately narrow, gradually narrowed towards apex. Ovipositor sheath (Fig. 26) rudder-shaped, dorsal margin almost straight, ventral margin strongly, broadly arcuate, from apical quarter strongly narrowed to apex, apex acute, narrowly rounded. Ovipositor subapically narrow, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch.

Body finely sculptured, moderately densely punctate; propodeum finely, sparsely punctate.

Body colour dark.

REMARKS

Specimens of this group can be separated from others by the rather strongly compressed distal abdominal segments and by the combination of other characters given under diagnostic characters. The group contains 3 species, *C. balsameae* n. sp. from New Brunswick and Alaska, *albipes* n. sp. from eastern North America, west to Michigan, and *latigaster* n. sp. from Michigan and Nebraska.

Ctenopelma balsameae n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Tarsal claws pectinate only at base. First abdominal segment broad, first tergite with 2 median, longitudinal carinae, with dorsal surface at apex flat in profile. Abdominal tergites sparsely hairy. Front and middle legs ferruginous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus with apical margin at middle scarcely, very shallowly emarginate, with dorsal part slightly convex in profile. Ocellocular space about $1\frac{1}{2}$ times diameter of lateral ocellus.

Propodeum short, relatively broad. Second recurrent vein of front wing with 1 bulla. Hind wing with discoidella relatively strong, interrupting nervellus distinctly above middle. Tarsal claws pectinate only at base.

First abdominal segment relatively short, broad, with sides gradually divergent apically, at apex relatively broad. First tergite with 2 very distinct, sharply raised, median longitudinal carinae ending at apical quarter, without impression on each side near apex, with carina on each side between spiracle and apex strong, sharp; tergite with dorsal surface at apex rather flat in profile. Second tergite with carina on each side between base and spiracle blunt, not pronounced.

Body moderately punctate, polished and shiny, but not strongly. Face very finely granular in sculpture. Propodeum mostly impunctate, finely sculptured. First abdominal tergite mat, second in basal third mat. Abdominal tergites sparsely hairy.

Body colour black and piceous, legs mostly ferrugineous. Head black, clypeus at apex, mandibles, antennae dark ferrugineous. Front and middle legs ferrugineous. Middle legs each with terminal 3 tarsal segments fuscous. Hind legs ferrugineous, femora each at immediate apex dark ferrugineous, tibiae and tarsi piceous. Abdominal tergites piceous. Ovipositor sheaths black.

REMARKS

The female and male of *balsameae* can be distinguished from individuals of *albipes* and *latigaster* by the presence of 2 well defined median longitudinal carinae on the first abdominal tergite. A shallow median longitudinal groove replaces the carinae on specimens of the other 2 species. Other distinguishing characters are noted under diagnostic characters. The specific epithet, *balsameae*, refers to the host plant of the sawfly, namely *Abies balsamea* (L.) Mill.

HOST

The female specimen studied was reared from *Acantholyda* sp. on *Abies balsamea*.

DISTRIBUTION

New Brunswick and Alaska (Fig. 40).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Green River, Madawaska Co., New Brunswick, ex. *Acantholyda* sp. on Balsam fir, *Abies balsamea* (L.) Mill., em. 15-V

1965, CNC no. 15669 (CNC). Paratype, 1 adult male, Eagle Summit, Alaska, 15-VI (USNM).

Ctenopelma albipes n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Tarsal claws pectinate to apex. First abdominal tergite with rather shallow, median longitudinal groove, with dorsal surface at apex rounded in profile. Abdominal tergites distad third rather densely covered with fine, white hairs. Pale colouration of female is pale fulvous, of male white. Front and middle legs of female with tibiae and tarsi pale fulvous, of male white.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus with apical margin at middle somewhat narrowly, moderately emarginate, with dorsal part moderately convex in profile. Ocellocular space about $1\frac{1}{3}$ times diameter of lateral ocellus.

Propodeum (Fig. 12) with sides strongly convergent posteriorly. Second recurrent vein of front wing with 1 bulla. Hind wing with discoidella relatively strong, interrupting nervellus at basal third. Tarsal claws of both sexes pectinate to apex.

First abdominal tergite with rather shallow, median longitudinal groove terminating at apical quarter, without impression on each side near apex, with carina on each side between spiracle and apex distinct but not pronounced, not particularly sharp; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile. Second abdominal segment slightly shorter than first, third slightly longer than second. Second tergite with carina on each side between base and spiracle distinct but not pronounced, not particularly sharp.

Body polished and shiny, finely, rather sparsely punctate; face very finely granular in sculpture; mesopleuron practically impunctate. First and second abdominal tergites, third at base with granular sculpture. Tergites distad third rather densely covered with fine white hairs.

Body colour black, ferrugineous, and pale fulvous. Head black, vertical orbits each with small, pale fulvous spot near eye; clypeus pale fulvous, at base black; mandibles pale fulvous, each at apex ferrugineous; antennae each on anterior surface ferrugineous, on posterior surface piceous. Thorax black, pronotum at basal and posterior corners pale fulvous. Mesopleuron at anterior and posterior borders ferrugineous, subtegular ridge, scutellum except at immediate base, postscutellum at apex, posterior margin of mesonotum and metanotum pale fulvous. Front and middle legs ferrugineous; femora each in apical quarter, tibiae and tarsi pale fulvous. Hind

legs ferrugineous, femora each at immediate apex piceous; tibiae white, each in apical quarter piceous; tarsi dark ferrugineous, basitarsus in basal two-thirds pale fulvous, tarsal segments 2 to 4 each at immediate base pale fulvous. Abdominal tergites entirely piceous.

Males differ from females as follows: Face, facial orbits, clypeus, and mandibles white, mandibles each at apex ferrugineous. Antennae with scape and pedicel on anterior surface white, on posterior surface piceous. The areas of pale fulvous colouration on the thorax and legs of females are white on these areas of males. The trochanters of the front legs and the tibiae and tarsi of the front and middle legs are white.

REMARKS

There is a shallow, median longitudinal groove on the first abdominal tergite of specimens of *albipes* and *latigaster* and 2 median longitudinal carinae on the first tergite of specimens of *balsamae*. The tibiae and tarsi of the front and middle legs of females of *albipes* are pale fulvous and of males white, whereas those of *latigaster* are mostly ferrugineous. Other distinguishing characters are given under the diagnostic characters of each species. The specific epithet, *albipes*, refers to the white colour of the tarsi.

DISTRIBUTION

Eastern North America, west to Michigan (Fig. 40).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Laurel, Maryland, 20-V 1965, CNC no. 15667 (CNC). Paratypes, 3 adult males, 3 adult females, from the following localities: CANADA: ONTARIO, Cumberland, 26-V (HKT). UNITED STATES: MARYLAND, Prince Georges Co., Laurel, 4-V (CNC); MICHIGAN, Washtenaw Co., Ann Arbor, 23-V (HKT); SOUTH CAROLINA, Greenville Co., Cleveland, 12-13, 18-V (HKT).

Ctenopelma latigaster n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Tarsal claws pectinate to apex. First abdominal segment broad. First abdominal tergite with rather shallow, median longitudinal groove, with dorsal surface at apex rounded in profile. Abdominal tergites with rather dense, fine, white hairs. Front and middle legs with tibiae and tarsi mostly ferrugineous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus with apical margin at middle scarcely, shallowly emarginate, with dorsal part moderately

convex in profile. Ocellocular space about $1\frac{1}{2}$ times diameter of lateral ocellus.

Second recurrent vein of front wing with 1 bulla. Hind wing with discoidella interrupting nervellus at or slightly above middle. Tarsal claws pectinate to apex.

First abdominal segment rather broad, towards apex relatively narrow, with sides rather strongly divergent apically. First tergite with rather shallow, median longitudinal groove ending at apical quarter, with slight impression on each side near apex, with carina on each side between spiracle and apex not particularly strong or sharp; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile. Second tergite rather narrow, with carina on each side between base and spiracle not particularly sharp.

Body moderately punctate, rather polished and shiny, face finely punctate, finely granular in sculpture. Propodeum scarcely, finely punctate, finely sculptured. First abdominal tergite somewhat mat, second tergite at base mat. Abdominal tergites with rather dense, fine, white hairs.

Body colour black and piceous. Head black, face and facial orbits of male white. Clypeus of female fulvoferrugineous, base at sides tinged dark ferrugineous; clypeus of male white, at base fulvoferrugineous. Vertical orbits each near eye with small fulvoferrugineous spot. Mandibles of females fulvoferrugineous, of male white, each at apex dark ferrugineous. Antennae piceous, each with anterior surface ferrugineous. Thorax black, pronotum with posterior corners, subtegular ridge pale fulvous, posterior margin ferrugineous. Mesoscutum of male at posterior margin with ferrugineous macula, juxtacoxal area of propodeum with large ferrugineous macula. Scutellum in apical half fulvous, postscutellum in apical third fulvoferrugineous or fulvous. Front and middle legs ferrugineous, femora each at apex lighter fulvous or ferrugineous, tibiae and tarsi of female paler ferrugineous, tibiae of male somewhat paler, each at base fulvous. Middle legs with tarsi dark ferrugineous tinged piceous, each segment at base paler fulvoferrugineous. Hind legs ferrugineous, femora each at apex dark ferrugineous; tibiae and tarsi of female piceous, tarsal segments each at base paler fulvoferrugineous; tibiae of male dark ferrugineous tinged piceous, tarsi piceous, each segment at immediate base fulvoferrugineous. Abdominal tergites, ovipositor sheaths piceous.

REMARKS

A shallow, median longitudinal groove is present on the first abdominal tergite of specimens of *latigaster* and *albipes* whereas 2 median longitudinal carinae are present on the first tergite of specimens of *balsamae*. The tibiae and tarsi of the front and middle legs of specimens of *latigaster* are mostly ferrugineous whereas those of *albipes* are pale fulvous or white. Other distinguishing characters are noted under diagnostic

characters. The specific epithet, *latigaster*, refers to the broad first abdominal segment.

DISTRIBUTION

Michigan and Nebraska (Fig. 40).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Gogebic Co., Michigan, 15-VI 1960, R. and K. Dreisbach (HK.T). Paratypes, 1 adult male, 2 adult females, Iron Co., Michigan, 16-24-VI (USNM); Heartwell, Nebraska, 3-VI (HK.T); no locality (CNC).

Ctenopelma labradorensis group

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female (See Table I)

Clypeus (Figs. 4, 5) with apical margin at middle shallowly emarginate. Propodeum (Fig. 13) with areola and petiolar areas separated by apical transverse carina. Tarsal claws of male pectinate to apex, of female pectinate only at base. First abdominal tergite (Figs. 18-21) with 2 median longitudinal carinae or with median longitudinal groove or with median impression, with impression on each side near apex; tergite with dorsal surface at apex usually rounded in profile. Ovipositor sheaths (Fig. 27) narrow. Second valvula of ovipositor (Fig. 31) without subapical dorsal notch. Body rather strongly sculptured, rather densely punctate. Body colour dark.

DESCRIPTION

Adult male, female

Clypeus (Figs. 4, 5) with apical margin somewhat reflexed, at middle broadly, very shallowly emarginate, without discernible median notch or notch very small and indistinct, with dorsal part slightly convex in profile. Temples rounded, rather long, each at middle very slightly more strongly receding. Ocellocular space about $1\frac{1}{3}$ times diameter of lateral ocellus. Antennae elongate, narrow, basal flagellar articles much longer than broad, median articles shorter but still longer than broad, distal articles as broad as or broader than long.

Propodeum (Fig. 13) with sides slightly convergent posteriorly, with carinae strong, raised; apical transverse carina present, the areola and petiolar areas thus separated; basal area and areola relatively narrow. Propodeal spiracle moderate in size, oval. Front wing with 1 bulla on second recurrent vein. Hind wing with discoidella interrupting nervellus slightly below, at, or slightly above middle. Tarsal claws of males pectinate to apex, of females pectinate only at base.

First abdominal segment (Figs. 18-21) long, relatively narrow, narrow apically. First tergite

(Figs. 18-21) with 2 median longitudinal carinae or with median longitudinal groove or impression, with impression on each side near apex, with carina on each side between spiracle and apex rather blunt but prominent; tergite with dorsal surface at apex usually rounded in profile. Second abdominal segment moderately elongate. Second tergite with carina on each side between base and spiracle blunt, not prominent.

Ninth abdominal tergite of female in lateral view (Fig. 27) moderately narrow, gradually narrowed towards apex. Ovipositor sheath (Fig. 27) subulate, from apical third strongly narrowed to apex, apex acute, narrowly, strongly rounded. Ovipositor (Fig. 31) subapically relatively narrow, apex depressed; second valvula without subapical dorsal notch; first valvulae each with 4 or 5 very minute teeth. Gonostylus of male (Fig. 34) elongate, moderately broad, moderately narrowed apically.

Punctuation of body relatively coarse and dense. Face and propodeum rather strongly rugulose. First abdominal tergite usually rather strongly rugulose, second tergite rugulose at least at base and less strongly or finely sculptured.

Body colour dark.

REMARKS

The *labradorensis* group contains 10 closely related species.

Ctenopelma labradorensis (Davis)

Diedrus labradorensis Davis, 1897: 324. Holotype, female, Labrador, Canada (ANSP).

Ctenopelma labradorensis; Townes, 1945: 491.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal tergite long and narrow, with spiracles distinctly projecting laterally, with 2 rather prominent, sharp, distinctly elevated, close, median longitudinal carinae, with distinct impression at apical third on each side. Second abdominal tergite rugulose at base. Tergites distad first with punctures fine. Body colour mostly black. Head with face and facial orbits con-colourous, of female mostly black; face, frontal and facial orbits, clypeus, mandibles, scape of antenna of male bright fulvous. Thorax mostly black. Hind legs black. Legs of males with fulvous colouration rather bright, though pale; basitarsi pale, rather bright fulvous. First abdominal tergite mostly black, distal tergites mostly ferruginous..

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small median dimple.

Propodeum with petiolar area moderately broad. Front and middle legs of both sexes without spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow, spiracles distinctly projecting laterally. First tergite with 2 rather prominent, distinctly elevated, close, median longitudinal carinae extending to apical quarter, meeting in basal third; with distinct impression on each side at apical third; tergite with dorsal surface at apex rather flat in profile, apical corners rounded. First tergite with apex narrower than base of second tergite. Second tergite of female distinctly longer than breadth at apex, length/width ratio 1.21 ± 0.13 , of male slightly longer than broad, length/width ratio 1.03 ± 0.03 , width first tergite/width second tergite ratio of females 1.38 ± 0.06 , of males 1.60 ± 0.03 . Second tergite at basal third strongly concave in profile. Third tergite about as long as broad.

Propodeum, first abdominal tergite, second tergite at base rugulose. Tergites distad first with punctures fine and shallow.

Body colour mostly black. Head black, clypeus and mandibles except at apex of each paler piceous; vertical orbits each with very small ferruginous maculae beside eye. Antennae dark ferruginous, basal flagellar articles tinged piceous. Thorax black. Legs with coxae and trochanters black. Front and middle legs with femora ferruginous, each on dorsal surface fulvous; tibiae and tarsi fulvoferruginous. Front legs with femora each on inner surface piceous, with basitarsus on outer surface fulvous. Middle legs with femora darker than front legs, tinged piceous. Hind legs black, tibiae and tarsi paler piceous, tarsal segments each at base ferruginous. First abdominal tergite black, at immediate apex ferruginous; distal tergites bright ferruginous, second and third tergites of some females with piceous maculae.

Males differ from females as follows: Face, clypeus, frontal and facial orbits, mandibles except each at apex bright fulvoferruginous. Face dorsally at middle with short, longitudinal, piceous band. Mandibles each at apex piceous. Antennae ferruginous, paler apically, scape and pedicel each on anterior surface fulvoferruginous. Front and middle legs with coxae, trochanters, tibiae, and tarsi fulvoferruginous; coxae with piceous maculae; femora dark ferruginous, each on dorsal surface fulvous. Hind legs with coxae black, each on ventral surface fulvous; trochanters with ferruginous maculae; femora black, tibiae piceous, tarsi pale fulvoferruginous. Distal abdominal tergites wholly or in part black.

REMARKS

There are 2 distinctly raised, sharp, median longitudinal carinae on the first abdominal tergite of specimens of *labradorensis* and *fascipennis*. Other members of the *labradorensis* group have

either a median longitudinal groove on the first tergite or a median impression. The head of females and the thorax of both sexes of *labradorensis* and *fascipennis* is mostly black. The first abdominal tergite of specimens of *labradorensis* is black, the distal tergites are mostly ferruginous, and the punctures on the tergites beyond the first are fine whereas all abdominal tergites of individuals of *fascipennis* are black and the punctures are coarse on the tergites beyond the first.

HOSTS

Three specimens studied were reared from *Acantholyda zappei* (Rohwer). Two others were reared from Pamphiliidae sp. on white pine. Sawflies of this group occur on *Pinus* sp., particularly *Pinus austriaca*, *rigida*, and *strobus* (Middlekauff, 1958).

DISTRIBUTION

Eastern Canada, west to Alberta (Fig. 43). Specimens (5 males, 5 females) were examined from the following localities: CANADA: ALBERTA, Banff, 20-VII (HKT); LABRADOR, no other data (ANSP), NEW BRUNSWICK, Anagance, Kings Co., ex. Pamphiliid sp. on white pine, 4, 5-VI (CNC); Kouchibouguac National Park, 30-V (CNC); York-Sunbury Country line, Rte. 28, ex. *Acantholyda zappei*, em. 28-V (CNC); ONTARIO, Orrville, 20-VI (KRT), Timagami, ex. Pamphiliidae sp., em. 28-V (CNC).

Ctenopelma fascipennis n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal tergite (fig. 18) moderately long and narrow, with 2 prominent, sharp, distinctly elevated, median longitudinal carinae, with slight impression at apical third on each side. Second abdominal tergite entirely rugulose. Tergites distad first with punctures relatively coarse. Body colour mostly black. Head mostly black, face, clypeus, and mandibles paler piceous. Thorax mostly black. Fulvous colouration of legs is nearly white, tinged fulvous. Abdominal tergites black.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with pronounced median dimple.

Propodeum with petiolar area broad. Front and middle legs with erect spines on tibiae, spines of females thicker and more distinct than those of males.

First abdominal segment (Fig. 18) moderately long and narrow. First tergite (Fig. 18) with 2

prominent, distinctly raised, median longitudinal carinae, with slight impression at apical third on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners angulate. Second abdominal tergite broader than long, length/width ratio 0.95 ± 0.33 , width first tergite/width second tergite 1.43 ± 0.04 . Third abdominal tergite broader than long.

Propodeum, first and second abdominal tergites rugulose, tergites distad first with punctures relatively coarse.

Body colour mostly black. Head black, face, clypeus, and mandibles paler piceous; face at middle fulvous; antennae piceous; vertical orbits each with very small fulvous spot beside eye. Thorax black, pronotum at posterior corners ferruginous. Front and middle legs with coxae, trochanters, and femora piceous; femora each at apex fulvous; tibiae fulvous, each on ventral surface with ferruginous band, broader near apex; front tarsi each with first two segments fulvous; middle tibiae each at apex ferruginous, tarsi piceous. Hind legs piceous, femora each at immediate apex fulvous. Abdominal tergites black.

Males differ from females as follows: Face, clypeus, mandibles, palps bright fulvous; mandibles each at apex piceous. Antennae piceous, scape on anterior surface, pedicel on inner surface pale fulvous; pedicel sometimes piceous, at apex ferruginous; terminal flagellar articles dark ferruginous. Front legs with coxae each on dorsal surface mostly pale fulvous; trochanters pale fulvous; femora piceous, each on dorsal surface and at apex pale fulvous; tibiae and tarsi pale fulvous, tibiae and tarsal segments each at apex tinged ferruginous. Middle legs with coxae piceous, trochanters pale fulvous with ferruginous maculae; femora piceous, each at apex pale fulvous; tarsi pale fulvous, tibiae and tarsal segments each at apex tinged ferruginous. Hind legs with coxae and trochanters piceous, trochanters each on ventral surface at base pale fulvous; femora piceous, each at apex pale fulvous; tibiae and tarsi pale fulvous, tibiae each at base pale fulvous; tarsi piceous, distal 3 or 4 tarsal segments ferruginous or fulvoferruginous.

The hind coxae of the male from Maine are each fulvous on the ventral surface at the apex.

REMARKS

The first abdominal tergite of individuals of *fascipennis* and *labradorensis* bears 2 distinct, sharp, median longitudinal carinae whereas the first tergite of other individuals of the *labradorensis* group has a median longitudinal groove or impression. All abdominal tergites of specimens of *fascipennis* are black and the punctures on the tergites beyond the first are coarse whereas the second to fourth tergites of individuals of *labradorensis* are ferruginous and the punctures are fine. The second abdominal tergite of individuals of *fascipennis* is entirely rugulose whereas that of individuals of *labradorensis* is

rugulose only at the base. Other distinguishing characters are noted under the diagnostic characters given for each species. The specific epithet, *fascipennis*, refers to the host sawfly, *Cephalcia fascipennis* (Cresson).

HOSTS

Specimens studied were reared from *Cephalcia fascipennis* (Cresson). Another specimen was reared from *Cephalcia californica*, collected from Vernon, British Columbia.

A last instar larva of *fascipennis* was extracted from one of the host cocons and was mounted on a slide and studied. Material collected at Marysville, New Brunswick was reared by Eidt (1965) who reported specimens determined as *Ctenopelma* sp. These are included here as part of the type series of *fascipennis*. Another female, also included here in the type series, was reared from a larva of *Cephalcia californica*, collected at Vernon, British Columbia. The adult emerged 22 May 1965 (Eidt, 1969).

LAST INSTAR LARVA

Cephalic structures of head of final instar larva (Fig. 38) moderately sclerotized. Epistoma lightly sclerotized, incomplete, produced dorsally little beyond anterior mandibular process. Anterior pleurostomal process well sclerotized, almost as broad at apex as at base, the sides only slightly convergent towards subtruncate apex. Pleurostoma lightly sclerotized and defined. Posterior pleurostomal process with pointed posterior and anterior strut, posterior distinctly longer than anterior. Hypostoma moderately sclerotized, almost straight, without dorsal extension at lateral end. Hypostomal spur large, well developed, moderately sclerotized, slightly more than twice as long as width at base. Stipital sclerite moderately sclerotized, rounded, broader than hypostoma at middle, with seta at each lateral end, cardo absent. Labial sclerite heart-shaped moderately sclerotized throughout, broad dorsally, narrow ventrally, abruptly narrowed in ventral third, broadest at middle, slightly longer than width at middle, complete ventrally, ventral part rather strongly expanded into a plate, each lateral arm enlarged to form a dorsal flange, without hook-like projections on dorsal (anterior) ends of labial sclerite. Prelabial sclerite lightly sclerotized, attached to labial sclerite dorsally but area of attachment very lightly sclerotized and rather indistinct, attached to labial sclerite ventrally and attachment distinct, with two sensilla on dorsal part ventral to silk press. Maxillary and labial palps moderate in size, each with 3 sensilla, one large, one small, and one very small, each palp with diameter about same as width of hypostoma at middle. Silk press large, prominent, moderately sclerotized. A very lightly sclerotized plate with numerous setae is present across labrum.

Labrum with some setae. Mandibles moderate in size, moderately sclerotized, each with base

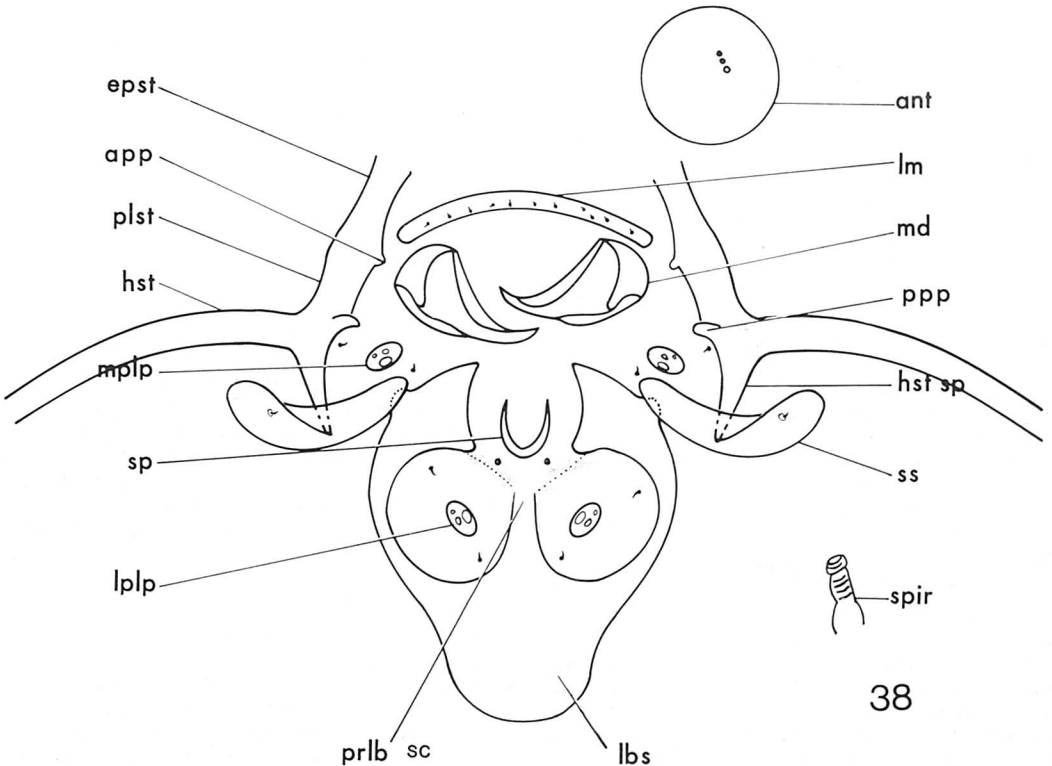


Figure 38. Cephalic structures of last instar larva of *fascipennis*.

rounded though not strongly, with blade curved, without teeth, length of blade $\frac{1}{2}$ overall length of mandible, junction of blade and body of mandible continuous, without interruption or angulation, blades not meeting or crossing. Antennal sockets lightly sclerotized, disc-shaped, each with 3 small sensilla. Spiracles each with 2 or 3 reticulations on atrium, with stalk of 3 or 4 annulations between atrium and closing apparatus, closing apparatus rather distant from atrium. Integument densely covered with small, cone-shaped protuberances, with a few short setae.

REMARKS

There are no teeth on the mandible of larvae of *fascipennis* and there are no hook-like projections on the labial sclerite. There are small teeth on the upper and lower edges of the blade of the mandible of *Ctenopelma luciferum* Gravenhorst and *C. nigrum* Holmgren (Short, 1978). There are hook-like projections on the dorsal ends of the labial sclerite of *C. nigrum* and species of *Xenoschesis* Foerster, another genus of the tribe Ctenopelmatini. There is a lightly sclerotized plate across the labrum of larvae of *fascipennis*. This is in the same position as the v-shaped sclerotized plate across the labrum of *Scolobates* Gravenhorst (Short, 1978) but it is not v-shaped. The plate is also not in a dorsal position as in larvae of

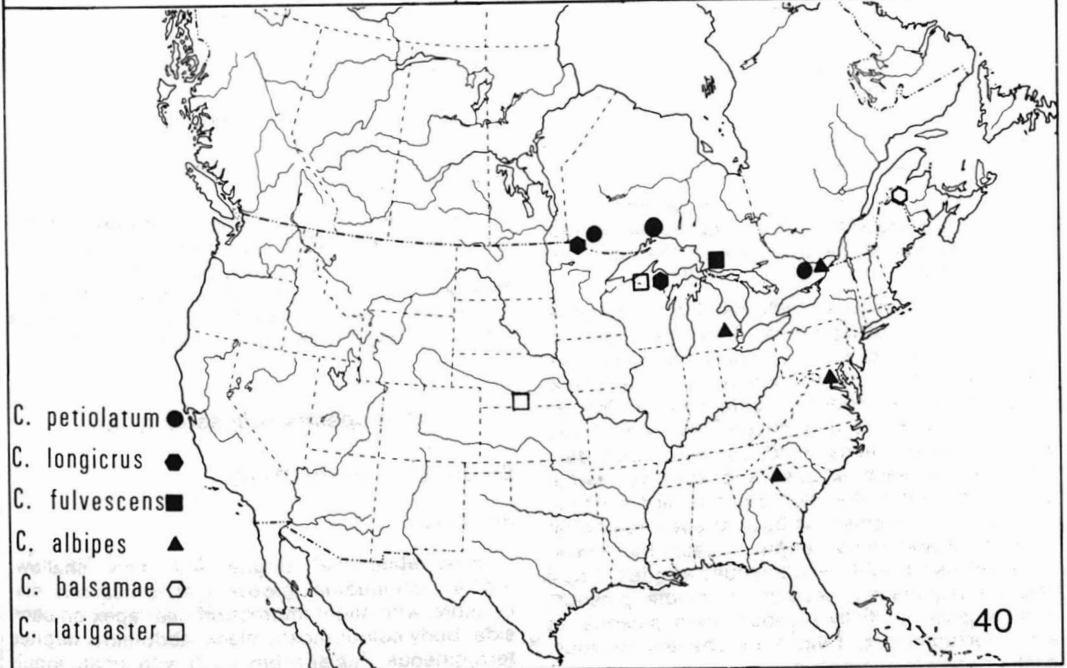
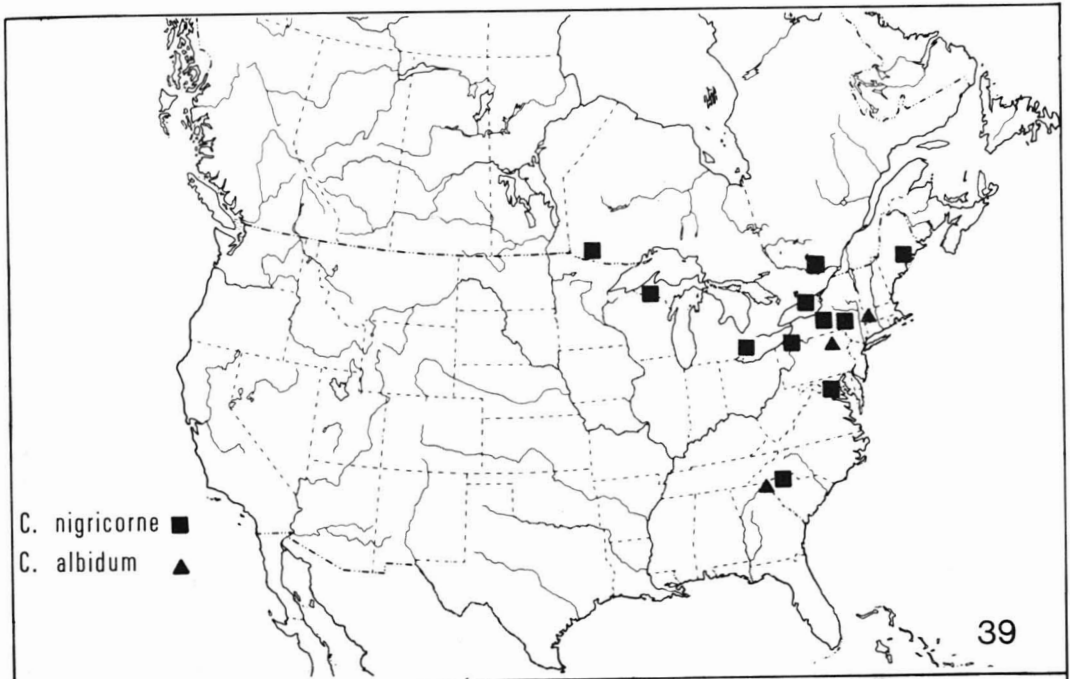
Lathrolestes Foerster, *Euryproctus* Holmgren, *Opheltes* Holmgren, *Protarchus* Foerster, and *Perilissus* Holmgren, other genera of Ctenopelmatini, as described and figured by Short (1978). The general shape of the cephalic structures is similar to those of *nigrum* but the mandible is different, without teeth and without the blade abruptly separated from the base.

DISTRIBUTION

New Brunswick, Québec, British Columbia, Maine (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Marysville, York Co., New Brunswick, Canada, ex. *Cephalcia fascipennis*, em. 19-V 1960, CNC no. 15672 (CNC). Paratypes, 4 adult males, 10 adult females, from the following localities: CANADA: BRITISH COLUMBIA, Vernon, ex. *Cephalcia californica*, em. 22-V (CNC); NEW BRUNSWICK, Fredericton, ex. *Cephalcia* sp., VI (CNC); Marysville, York Co., ex. *Cephalcia fascipennis*, em. 18, 21-V (CNC); Pickwacket Road, Kings Co., ex. Pamphiliidae sp., em. 22-V (CNC); Upper Gagetown, ex. *Cephalcia fascipennis*, UNITED STATES: Maine, Somerset Co., Jackman, 9-VI (USNM) em. 26-V (CNC); QUÉBEC, Berthierville, ex. *Cephalcia* sp., 25, 26-V (CNC). Last instar



Figures 39-40. Distribution: 39, *nigricorne* group excluding *croceum*; 40, *petiolatum* and *albipes* groups.

larvae also in CNC and associated with host material.

***Ctenopelma cephalciae* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal tergite with median longitudinal groove that is shallow but distinct, with a groove at apical third on each side. Body colour mostly black. Face black, facial orbits without fulvous maculae. Thorax mostly black. Front and middle legs of females with tibiae and tarsi ferrugineous, of males fulvoferrugineous. Hind legs with femora ferrugineous. First abdominal tergite in basal half black, in apical half ferrugineous, second to fourth tergites mostly ferrugineous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area moderately broad. Front and middle legs without spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow. First tergite with shallow, weakly defined, median longitudinal groove, with a groove at apical third on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners rounded. Second tergite slightly broader than long, length/width ratio 0.96 ± 0.04 ; width first tergite/width second tergite ratio 1.49 ± 0.03 . Third tergite also longer than broad, not much shorter than second tergite.

First abdominal tergite rugulose, second tergite rugulose at base. Abdominal tergites distad first with punctures moderately fine, rather shallow, not very small.

Body colour mostly black. Head black, clypeus in apical half ferrugineous, mandibles each at apex ferrugineous, vertical orbits each beside eye with small ferrugineous macula. Thorax black. Legs with coxae and trochanters black, femora ferrugineous. Front and middle legs with tibiae and tarsi ferrugineous. Hind legs with tibiae dark ferrugineous, each at base and apex somewhat paler, tarsi still darker ferrugineous, approaching piceous, each segment at base at apex somewhat paler. First abdominal tergite in basal half black, in apical half bright ferrugineous; tergites 2 to 5 bright ferrugineous, second at middle piceous, third at base medially piceous, sixth piceous, at sides ferrugineous. Ovipositor sheaths piceous, each at apex ferrugineous.

Males differ from females as follows: Clypeus and mandibles fulvous, mandibles each at apex piceous. Legs somewhat paler than those of females, front and middle legs with tibiae and tarsi fulvoferrugineous. Second to fourth abdominal

tergites ferrugineous, with parts obscurely tinged piceous, distal tergites ferrugineous tinged piceous.

VARIATION

The hind femora of the females from Oregon are darker, being piceous tinged ferrugineous. There are fulvous tinged piceous bands on the face of one male from Oregon.

REMARKS

Specimens of *cephalciae* can be distinguished from others of the *labradorensis* group by the combination of characters noted in the diagnosis. They are most similar to specimens of *rufigaster*. The median longitudinal groove on the first abdominal tergite of individuals of *cephalciae* is shallow but distinct whereas that of *rufigaster* is very shallow and scarcely discernible. Differences in colour between the two species are also outlined in the key. The specific epithet, *cephalciae*, refers to the host sawfly, *Cephalcia* sp.

HOST

The holotype was reared from *Cephalcia* sp., collected at Carnaby, British Columbia. Some specimens from Oregon were collected on *Pinus albicaulis* Engelm., a species of pine found in the west at high elevations.

DISTRIBUTION

British Columbia and Oregon (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

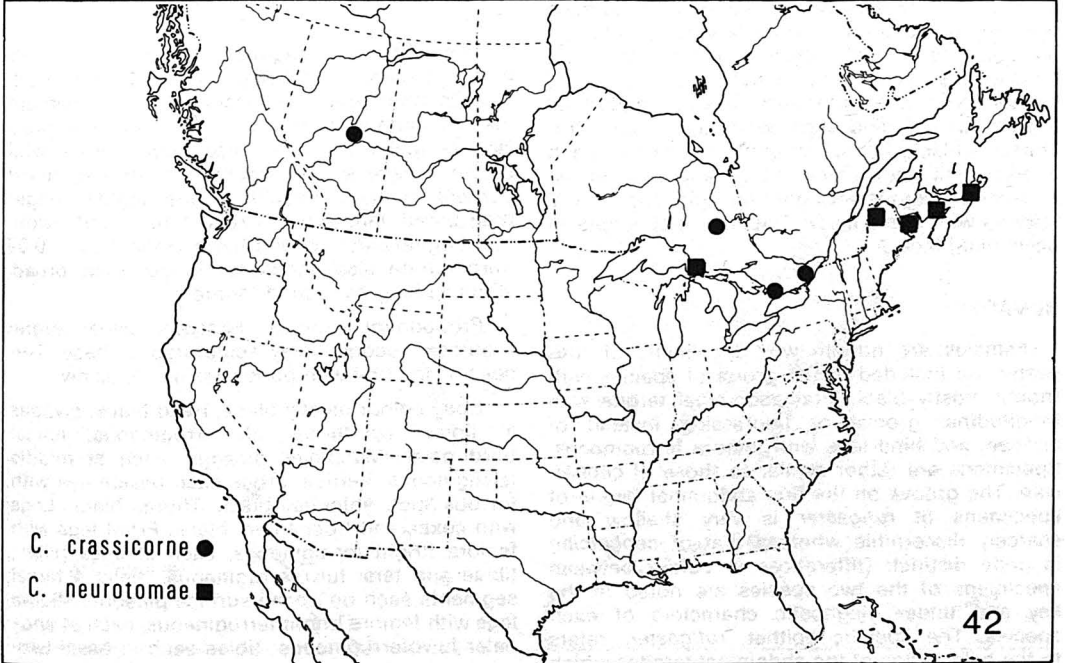
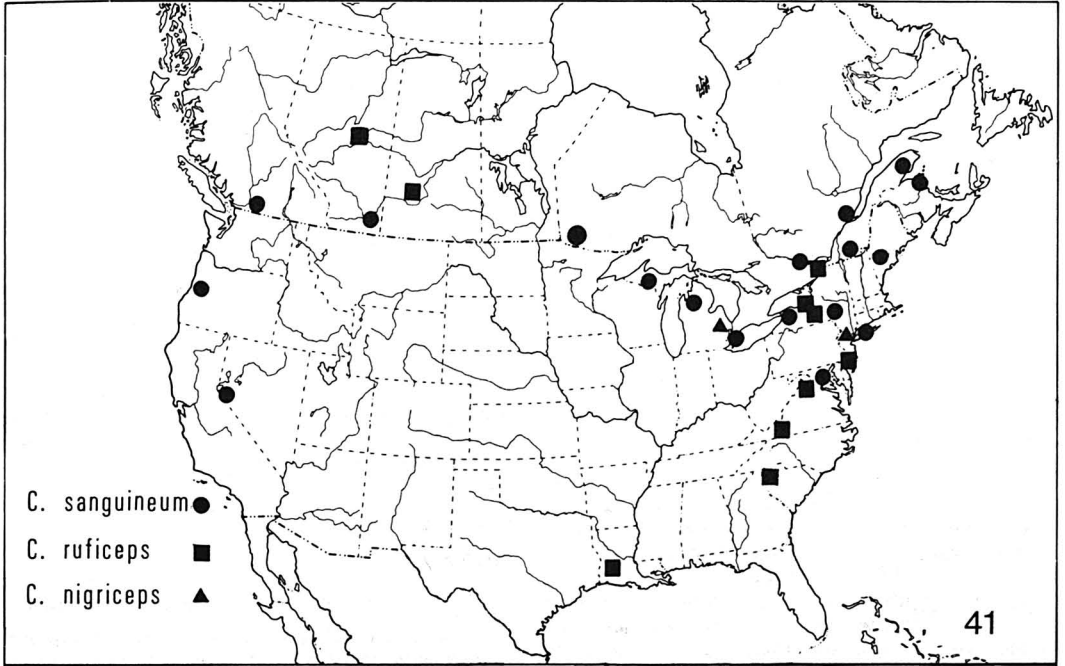
Holotype, adult female, Carnaby, British Columbia, 26-V 1955, ex. *Cephalcia* sp., CNC no. 15673 (CNC). Paratypes, 5 adult males, 2 adult females, Robson, British Columbia, 16-V (HKT). Mt. Hood, Oregon, 18-VII, 5 600 ft., ex. *Pinus albicaulis*, and 24, 26-VII, malaise trap (HKT).

***Ctenopelma rufigaster* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male

First abdominal tergite with very shallow, median longitudinal groove that is scarcely discernible, with slight impression near apex on each side. Body colour mostly black, abdominal tergites ferrugineous. Facial orbits each with small, longitudinal, fulvous maculation. Thorax entirely black. Front and middle legs with tibiae fulvous, front tarsi fulvous, middle tarsi mostly piceous. Hind legs with femora bright ferrugineous. Abdominal tergites bright ferrugineous, first tergite in basal half black.



Figures 41-42. Distribution: 41, *sanguineum* group; 42, *crassicornae* group.

DESCRIPTION

Adult male

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeal carinae not strong, scarcely elevated, petiolar area moderately broad. Front and middle legs with slender spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow. First tergite with very shallow, scarcely discernible, median longitudinal groove, without median carinae, with slight impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners rounded. Second tergite distinctly longer than broad, length/width ratio 1.26 ± 0.04 , width first tergite/width second tergite ratio 1.43 ± 0.05 . Third tergite distinctly longer than broad, as long as second tergite.

Propodeum rugulose. First and second abdominal tergites not rugulose. Tergites distad first with punctures fine, shallow.

Body colour mostly black, abdominal tergites ferruginous. Head black, clypeus pale fulvous, facial orbits each near base of eye with fulvous macula, vertical orbits each beside eye with fulvous spot. Thorax entirely black. Front and middle legs with coxae, trochanters, and femora black, front femora each on dorsal surface with fulvous band, front and middle femora each at apex fulvous; tibiae fulvous, each on outer surface with ferruginous band; front tarsi fulvous tinged ferruginous, distal tarsal segment piceous; middle tarsi dark ferruginous tinged piceous, basitarsus fulvous, outer surface with longitudinal fulvous band. Hind legs with coxae and trochanters black, femora bright ferruginous, each at base and apex black; tibiae and tarsi black. Abdominal tergites bright ferruginous, distal tergites with some black maculae, first tergite in basal half black.

REMARKS

Females are not known. Specimens of *rufigaster* are included in the group of species with thorax mostly black, first abdominal tergite with longitudinal groove or impression instead of carinae, and hind legs with femora ferruginous. Specimens are rather similar to those of *cephaliciae*. The groove on the first abdominal tergite of specimens of *rufigaster* is very shallow and scarcely discernible whereas that of *cephaliciae* is quite distinct. Differences in colour between specimens of the two species are noted in the key and under diagnostic characters of each species. The specific epithet, *rufigaster*, refers to the colouration of the abdominal tergites which are mostly ferruginous.

DISTRIBUTION

Arizona (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult male, Rustler's Park, Arizona, 8 400 ft., 13-VI 1956, H. & A. Howden (HKT). Paratype, 1 adult male, same data as holotype (HKT).

***Ctenopelma rufifemur* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal tergite (Fig. 19) with short, median longitudinal impression at middle, without carinae or groove, with distinct impression near apex on each side. Body colour mostly black. Head of female mostly black, with face and facial orbits concolourous, black; head of male with face, clypeus, facial orbits, and mandibles fulvous, face with 3 longitudinal piceous bands. Thorax mostly black. Legs with femora bright ferruginous. First abdominal tergite black, distal tergites bright ferruginous.

DESCRIPTION

Adult male, female

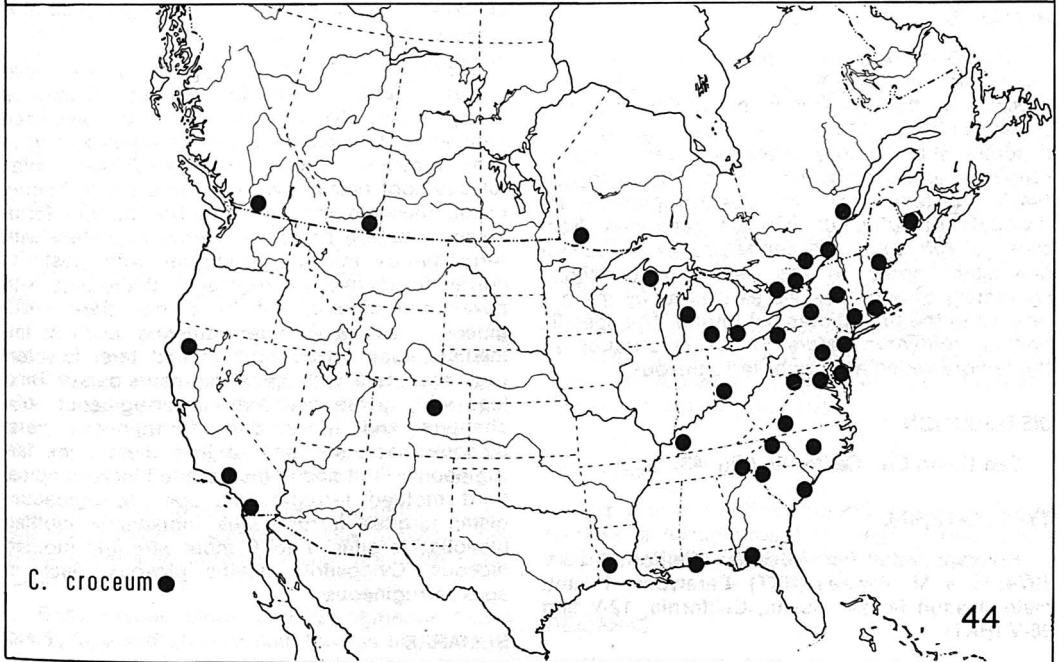
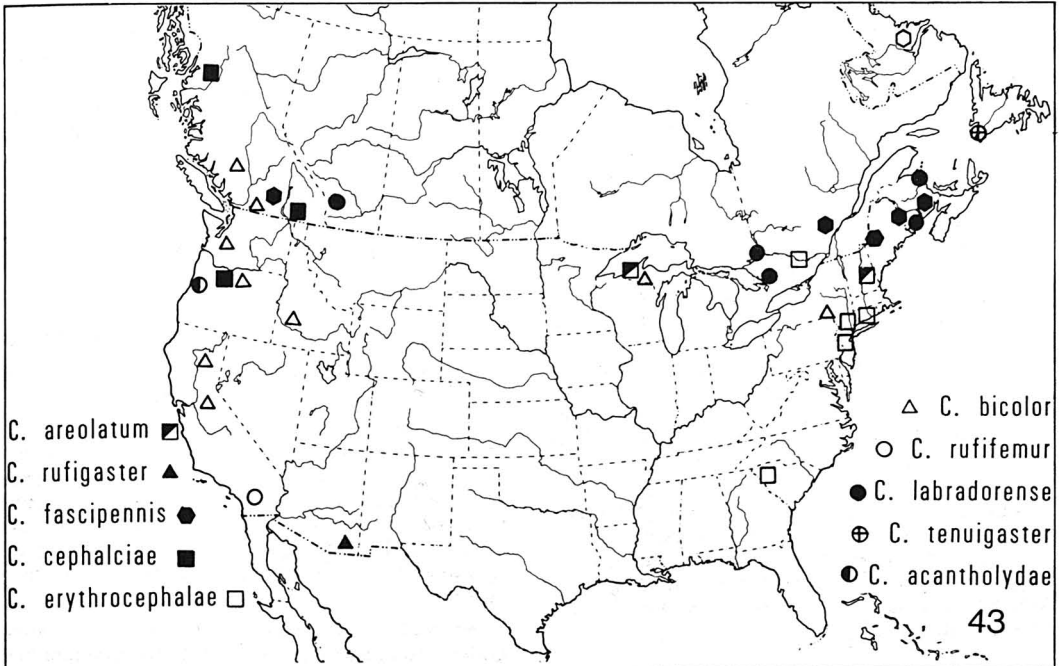
Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area broad. Front and middle legs of males and females with spines on tibiae.

First abdominal segment (Fig. 19) moderately long and narrow. First tergite (Fig. 19) with short, median longitudinal impression at middle, without median carinae or groove, with distinct impression at apical quarter on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners rounded. Second tergite slightly longer than broad, length/width ratio 1.10 ± 0.01 , width first tergite/width second tergite ratio 1.55 ± 0.02 third tergite also somewhat longer than broad, about as long as second tergite.

Propodeum rugulose. First abdominal tergite rugulose, second finely sculptured at base. Tergites distad first with punctures fine, shallow.

Body colour mostly black. Head black, clypeus in apical two-thirds fulvoferruginous, apical third paler. Mandibles piceous, each at middle ferruginous. Vertical orbits each beside eye with fulvous spot. Antennae black. Thorax black. Legs with coxae and trochanters black. Front legs with femora bright ferruginous, each at apex paler; tibiae and tarsi fulvoferruginous, distal 4 tarsal segments each on dorsal surface piceous. Middle legs with femora bright ferruginous, each at apex paler fulvoferruginous; tibiae each in basal two-thirds piceous, at apex fulvoferruginous; tarsi each with basitarsus dark ferruginous, apex fulvoferruginous, segments 2 to 5 fulvoferruginous, each on dorsal surface piceous. Hind legs with femora bright ferruginous, shining, each at apex black, tibiae black, tarsi piceous.



Figures 43-44. Distribution: 43, *labradorensis* group; 44, *croceum*.

basitarsus on ventral surface at apex ferrugineous, segments 3 to 5 each on ventral surface ferrugineous. First abdominal tergite black, distal tergites bright ferrugineous, shining, distal visible tergites each at apex piceous. Ovipositor sheaths piceous, each at apex ferrugineous.

Male differs from females as follows: Head black, face, clypeus, facial orbits, and mandibles fulvous; mandibles each at apex paler piceous; face in dorsal part with narrow, median, longitudinal, piceous band; facial orbits each in dorsal part with longitudinal piceous band; fovea each surrounded by piceous macula. Vertical orbits each beside eye with fulvous macula. Antennae with scape on anterior surface with median fulvous macula. Front and middle legs with coxae black, on outer surface fulvous; trochanters ferrugineous, on outer surface fulvous; femora ferrugineous, each at apex fulvous; tibiae and tarsi pale fulvous, tarsal segments each at apex tinged ferrugineous. Hind legs with coxae and trochanters black, second trochanters each on ventral surface fulvous; femora bright ferrugineous, shining, with obscure, longitudinal, piceous streaks, each at apex fulvous, before apex with narrow piceous band; tibiae piceous, each at apex on inner surface ferrugineous; tarsi fulvous tinged ferrugineous, each segment at apex tinged ferrugineous, basitarsus on dorsal surface in basal half with fuscous band.

REMARKS

Specimens of this species are the only ones in the *labradorensis* group with only a median impression on the first abdominal tergite instead of 2 carinae or a median longitudinal groove. Individuals share colour characters with those of *rufigaster* and *cephaliciae*, such as thorax mostly black, and femora of hind legs ferrugineous. Individuals of *rufifemur* can be separated from those of *rufigaster* and *cephaliciae* by the colour characters noted in the key and diagnostic characters of each species as well as by the difference in the first abdominal tergite. The specific epithet, *rufifemur*, refers to the colouration of the femora which are bright ferrugineous.

DISTRIBUTION

San Diego Co., California (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Julian, California, 25-V 1974, H. & M. Townes (HKT). Paratypes, 1 adult male, 1 adult female, Julian, California, 12-V and 26-V (HKT).

Ctenopelma areolatum (Davis)

Diedrus areolatus Davis, 1898: 324. Holotype, female, New Hampshire (ANSP).

Ctenopelma areolatum; Townes, 1945: 490.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult female

First abdominal tergite with narrow, median longitudinal groove, with slight impression near apex on each side. Body colour black and ferrugineous. Head mostly piceous, face at middle ferrugineous. Thorax mostly black. Front and middle legs with tibiae and tarsi ferrugineous. Legs with coxae and femora ferrugineous. First abdominal tergite black, apex ferrugineous, distal tergites ferrugineous mottled piceous.

DESCRIPTION

Adult female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area broad. Front and middle legs without spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow. First tergite with narrow, median longitudinal groove, with slight impression on each side near apex; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners angulate. Second abdominal tergite longer than broad, third tergite somewhat longer than broad, shorter than second.

Propodeum rugulose, first abdominal tergite entirely rugulose, second tergite finely sculptured at base. Tergites distad first with punctures fine, shallow.

Body colour black and ferrugineous. Head piceous, face at middle, clypeus, mandibles ferrugineous; clypeus at middle, mandibles each near apex dark ferrugineous, mandibles each at apex piceous. Vertical orbits each with small fulvous spot beside eye. Antennae black. Thorax black, mesopleuron with anterior margin ferrugineous, before posterior margin at middle with ferrugineous macula, pronotum with posterior corner ferrugineous. Front and middle legs with coxae ferrugineous, of front legs dark ferrugineous; femora light ferrugineous, each at immediate apex fulvous; tibiae and tarsi fulvo-ferrugineous, tarsi with apical segments darker. Hind legs with coxae and femora ferrugineous, trochanters and tibiae dark ferrugineous, tarsi piceous, each segment at immediate apex ferrugineous. First abdominal tergite black, in apical third mottled ferrugineous, apex ferrugineous; distal tergites ferrugineous indistinctly mottled piceous; tergites 4 to 6 more strongly mottled piceous. Ovipositor sheaths piceous, each at apex ferrugineous.

REMARKS

Males are not known. Females of *areolatum* apparently are most similar to individuals of *tenuigaster*. The face of specimens of *tenuigaster* and *areolatum* is fulvo-ferrugineous or ferrugineous, the facial orbits black. The first abdominal segment of *tenuigaster* is longer and nar-

rower than that of *areolatum*. The face, coxae, tibiae, and tarsi of females of *areolatum* are ferruginous or fulvoferruginous whereas the face of females of *tenuigaster* is pale fulvous tinged ferruginous, of males white, the coxae are black, and the tibiae and tarsi of the front and middle legs of females are pale fulvous, of males white.

DISTRIBUTION

Michigan and New Hampshire (Fig. 43).

Specimens (5 females) were examined from the following localities: UNITED STATES: MICHIGAN, Iron Co., 16-24, 16-27, 24-VI (USNM); NEW HAMPSHIRE, no other data (ANSP).

Ctenopelma tenuigaster n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal segment relatively long and narrow. First abdominal tergite with narrow, median longitudinal groove, with slight impression near apex on each side. Body colour black and ferruginous. Head mostly black, face and clypeus of female pale fulvous tinged ferruginous, frontal and facial orbits black; face, clypeus, frontal and facial orbits of male white. Thorax black. Coxae black. Front and middle legs of females with tibiae and tarsi pale fulvous, of male white. First abdominal tergite of female black, of male piceous, distal tergites mostly ferruginous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area broad. Front and middle legs without spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow. First tergite with narrow, median longitudinal groove, with slight impression on each side at apical third; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners angulate. Second tergite longer than broad, third tergite somewhat longer than broad, shorter than second.

Propodeum rugulose, first abdominal tergite entirely rugulose, second tergite in basal half finely sculptured, tergites distad first with punctures fine, shallow.

Body colour black and ferruginous. Head black, face and clypeus pale fulvous tinged ferruginous, frontal and facial orbits black. Vertical orbits each beside eye with small fulvoferruginous spot. Mandibles dark ferruginous, each at apex piceous. Antennae piceous. Thorax black, pronotum at posterior corners with very small fulvoferruginous spot. Front legs with coxae and trochanters dark ferruginous, first trochanters

each on inner surface in basal half fulvous; femora ferruginous, each at apex fulvous, on ventral surface dark ferruginous; tibiae pale fulvous, each on outer surface with pale ferruginous band; tarsi pale fulvous. Middle legs piceous, femora each at immediate base and apex pale fulvoferruginous; tibiae pale fulvous, each on inner surface with pale ferruginous band, tarsi rather pale fuscoferruginous, basitarsus at base pale fulvous. Hind legs with coxae and trochanters black, femora, tibiae, and tarsi paler piceous; tarsal segments each at immediate base pale fulvoferruginous. Abdomen with first tergite black, distal tergites ferruginous, shiny. Ovipositor sheaths piceous.

Male differs from females as follows: Face, clypeus, frontal and facial orbits, mandibles white, mandibles each at apex ferruginous. Vertical orbits each beside eye with rather large white spot. Antennae each with scape and pedicel on anterior surface white, basal flagellar article on anterior surface with white band, second flagellar article on anterior surface with pale fulvous band. Thorax with propleuron at middle with fulvous macula. Mesosternum near anterior margin with white macula. Mesopleuron with subtegular ridge pale fulvoferruginous, anterior and posterior margins dark ferruginous. Scutellum pale fulvous, at middle in basal two-thirds ferruginous. Front and middle legs white, femora each on outer surface with pale ferruginous band. Hind legs with coxae ferruginous, dorsal and outer surfaces tinged piceous, ventral surface white; first and second trochanters white, first on inner and outer surfaces with pale ferruginous band, on dorsal surface pale fulvous; femora each on dorsal surface and basal part of inner and outer surfaces dark ferruginous, on ventral surface and distal part of inner and outer surfaces paler ferruginous; tarsi piceous, each segment at base and apex pale fulvoferruginous, distal 3 segments each on ventral surface with narrow, pale, fulvoferruginous, longitudinal band. Abdomen with first tergite piceous, at apex ferruginous, distal tergites ferruginous, sixth tergite at middle with 2 piceous maculae, seventh tergite dark ferruginous tinged piceous. Gonostyli piceous tinged ferruginous.

VARIATION

The apex of the first abdominal tergite of some females is ferruginous. The legs of one female have ferruginous areas instead of piceous.

REMARKS

The first abdominal segment of specimens of *tenuigaster* is long and narrow relative to that of specimens of *areolatum*. Other distinguishing characters are given under diagnostic characters of *areolatum*. The specific epithet, *tenuigaster*, refers to the rather long, slender first abdominal segment.

DISTRIBUTION

Newfoundland, Canada (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, South Branch, Newfoundland, VII 1974, Heinrich, Malaise trap, CNC no. 15668 (CNC). Paratypes, 1 adult male, 4 adult females, same data as holotype (CNC).

***Ctenopelma erythrocephalae* n. sp.**

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

First abdominal tergite (Fig. 20) with median longitudinal groove that is distinct, well defined, with slight impression near apex on each side. Body colour black and ferruginous. Head of female mostly ferruginous, of male black, with face, clypeus, facial and frontal orbits fulvous. Thorax black and ferruginous. Legs mostly ferruginous. Abdominal tergites ferruginous.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area broad. Front tibiae of females without spines, middle tibiae with spines; front and middle tibiae of males without spines.

First abdominal segment (Fig. 20) long and narrow. First tergite (Fig. 20) with distinct, median longitudinal groove, without median carinae, with slight impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, apical corners rounded. Second abdominal tergite slightly longer than broad, length/width ratio 1.08 ± 0.09 , with sides scarcely divergent apically, width first tergite/width second tergite ratio 1.45 ± 0.05 . Third tergite about as long as broad.

First abdominal tergite finely sculptured. Second tergite not rugulose. Tergites distad first with punctures fine but not very small, shallow.

Body colour black and ferruginous. Head ferruginous, vertex, occiput, postocciput, temples, cheeks, face above outer margins of clypeus, mandibles each at apex, area around each fovea black. Vertical orbits each beside eye with small, obscure, fulvoferruginous spot. Clypeus fulvoferruginous. Antennae ferruginous, scape and pedicel in part black. Thorax black and ferruginous, propleuron and pronotum black, pronotum with posterior corner and collar in dorsal part ferruginous, mesoscutum ferruginous, axillary trough of mesonotum and metanotum black; mesopleuron black, at middle ferruginous, dorsal corner ferruginous; meso-

sternum black; propodeum mostly black or ferruginous, carinae mostly piceous, juxtacoxal area black. Front and middle legs ferruginous, coxae with piceous maculae. Hind legs ferruginous, coxae and trochanters each on ventral surface, femora each at apex piceous; tibiae piceous, each on ventral surface in basal half ferruginous. Abdominal tergites ferruginous, mottled piceous, first tergite at base and at sides black.

Males differ from females as follows: Head black, except face, clypeus, facial and frontal orbits fulvous; vertical orbits each beside eye with fulvous spot; antennae with scape on anterior surface fulvous. Thorax with mesoscutum ferruginous, in part tinged piceous. Front and middle legs with tibiae and tarsi fulvoferruginous.

VARIATION

A few males and females with propodeum black except dorsal surface at base ferruginous. A few females with face at middle black. One female from Greenville, South Carolina mostly ferruginous, head without black maculae, except apex of each mandible black; thorax with mesopleuron only at borders black, and axillary trough of mesonotum black; propodeum with juxtacoxal area at apical margin black.

REMARKS

Specimens of *erythrocephalae* are the only representatives of the *labradorensis* group with the combination thorax black and ferruginous and first abdominal tergite with median longitudinal groove distinct and well defined. In addition, the head of females is mostly ferruginous and that of males is black with face, clypeus, facial and frontal orbits fulvous. The thorax of females of *acantholydae* and *bicolor* is also black and ferruginous or mostly ferruginous instead of mostly black but the median longitudinal groove of the first abdominal tergite is very shallow and indistinct and the head is mostly black. The specific epithet, *erythrocephalae*, refers to the sawfly host, *Acantholyda erythrocephala* (Linnaeus).

HOST

Females of *erythrocephalae* were examined which had been observed ovipositing in eggs of *Acantholyda erythrocephala*. Sawflies of this group were introduced into North America and are gregarious, feeding on various species of pine (Middlekauff, 1958).

DISTRIBUTION

Connecticut, New Jersey, New York, South Carolina (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Oakland, New Jersey, 29-IV 1938, C.L. Griswold, ovipositing in eggs of

Acantholyda erythrocephala (USNM). Paratypes, 3 adult males, 7 adult females, from the following localities: CANADA: Ontario, Jockvale, 28-V (CNC). UNITED STATES: CONNECTICUT, Hartford Co., Hartford (USNM); NEW JERSEY, Bergen Co., Oakland, ex. *Acantholyda erythrocephala*, em. 29-IV, IV (USNM); NEW YORK, Orange Co., Fort Montgomery, 4-V (USNM); SOUTH CAROLINA, Greenville Co., Greenville, 7-IV (HKT).

Ctenopelma acantholydae n. sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Propodeum with petiolar area relatively narrow. First abdominal tergite with median longitudinal groove very shallow, indistinct, with slight impression near apex on each side. Body colour of females black and ferrugineous, of males mostly black. Head entirely black. Thorax of female black and ferrugineous, of male mostly black. Legs with coxae and trochanters black, femora, tibiae, and tarsi bright ferrugineous. Abdominal tergites bright ferrugineous, first tergite at base black.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum with petiolar area relatively narrow. Front and middle legs of both sexes with spines on tibiae.

First abdominal segment moderately long and narrow. First tergite with very shallow, rather indistinct, median longitudinal groove, with slight impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, with apical corners rounded, apex broad. Second tergite slightly longer than broad, length/width ratio 1.02 ± 0.11 , width first tergite/width second tergite ratio 1.51 ± 0.09 . Third abdominal tergite longer than broad, about as long as second tergite.

Propodeum rugulose. First abdominal tergite finely sculptured. Second tergite very finely sculptured at base. Tergites distad first with punctures fine, shallow.

Body colour black and ferrugineous, colouration strongly contrasting, bright, and shining. Head entirely black. Thorax black, mesoscutum, scutellum, postscutellum, subtegular ridge of mesopleuron, a median macula on upper part of mesopleuron, first lateral area and dorsal half of first pleural area of propodeum bright ferrugineous. Legs with coxae and trochanters black, femora, tibiae, and tarsi bright ferrugineous; hind coxae each on dorsal surface with small, bright ferrugineous macula. Middle and hind legs with second trochanters each at immediate apex ferrugineous. Hind legs with ferrugineous coloura-

tion somewhat darker than that of front and middle legs. Abdominal tergites bright ferrugineous, first tergite at base black. Ovipositor sheaths black, each at apex ferrugineous.

Males similar to female except median lobe of mesoscutum anteriorly on each side with small ferrugineous macula, otherwise thorax entirely black. Another male with mesoscutum, scutellum, and postscutellum ferrugineous, as in female, abdominal tergites ferrugineous except first in basal two-thirds black. Hind coxae without ferrugineous macula.

REMARKS

Specimens of *acantholydae* and *bicolor* can be distinguished from others of the *labradorensis* group by the combination first abdominal tergite with median longitudinal groove very shallow, indistinct, head mostly black, thorax of females black and ferrugineous or mostly ferrugineous, of males black and ferrugineous or mostly black. The petiolar area of the propodeum of specimens of *acantholydae* is narrow whereas that of specimens of *bicolor* is broad. The coxae are black, the femora, tibiae, and tarsi ferrugineous of the legs of individuals of *acantholydae* whereas the legs of females of *bicolor* are mostly ferrugineous, the front and middle coxae and trochanters of males are fulvous, all femora, tibiae, and tarsi are ferrugineous, the femora each at apex fulvous. The specific epithet, *acantholydae*, refers to the sawfly host, *Acantholyda maculiventris* (Norton).

HOST

One specimen examined had been reared from *Acantholyda maculiventris*.

DISTRIBUTION

British Columbia, Oregon (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult male, Forbidden Pass, British Columbia, 13-VII 1935, J. D. Gregson, CNC no. 15671 (CNC). Paratypes, 2 adult males, 1 adult female, from the following localities: CANADA: BRITISH COLUMBIA, Newlands, Aleza Lake, 30-IV, ex. *Acantholyda maculiventris* (CNC). UNITED STATES: OREGON, Tahkenitch Lake, 6-V (HKT).

Ctenopelma bicolor n.sp.

DIAGNOSTIC CHARACTERS

Adult male, female

Propodeum (Fig. 13) with petiolar area broad. First abdominal tergite (Fig. 21) with median longitudinal groove very shallow, indistinct, with very shallow impression near apex on each side. Body colour of females black and ferrugineous, of

males mostly black. Head mostly black. Thorax of females black and ferruginous, of males black. Legs of females mostly ferruginous, of males with front and middle coxae and trochanters fulvous, all femora, tibiae, and tarsi ferruginous, femora each at apex fulvous. Abdominal tergites ferruginous, first tergite of female at base black, of male entirely black.

DESCRIPTION

Adult male, female

Face in upper part with small, median dimple.

Propodeum (Fig. 13) with petiolar area broad. Front and middle tibiae of both sexes with spines.

First abdominal segment (Fig. 21) moderately long and narrow. First tergite (Fig. 21) with very shallow, rather indistinct, median longitudinal groove, with very shallow impression near apex on each side; tergite with dorsal surface at apex rounded in profile, with apical corners rounded. Second tergite slightly longer than broad, length/width ratio 1.03 ± 0.05 , width first tergite/width second tergite ratio 1.49 ± 0.06 . Third tergite longer than broad, as long as second tergite.

First abdominal tergite finely sculptured. Second tergite very finely sculptured at base. Tergites distad first with punctures fine and shallow but not very small.

Body colour black and ferruginous. Head black, clypeus in apical two-thirds ferruginous, mandibles each in apical half ferruginous, at apex black. Vertical orbits each beside eye with very small, indistinct, ferruginous spot. Antennae with scape and pedicel black, flagellar articles ferruginous, except first article piceous. Thorax with propleuron black, pronotum in anterior half black, posterior half ferruginous. Mesopleuron black and ferruginous, dorsal half mostly ferruginous, ventral half mostly black; mesosternum mostly black; mesoscutum, scutellum, and postscutellum ferruginous, axillary trough of mesonotum and metanotum black; propodeum dorsally ferruginous, carinae black, sides mostly black, with some ferruginous maculae. Legs ferruginous. Abdominal tergites ferruginous, first tergite at base black.

Males differ from females as follows: Head, antennae, thorax black. Front and middle legs with coxae and trochanters fulvous, femora each at apex fulvous, middle coxae each on inner surface black. Hind legs with coxae each at base and apex black. Abdominal tergites ferruginous mottled piceous, first tergite black. One male with thorax black, one black with mesoscutum, scutellum, and postscutellum ferruginous.

VARIATION

The mesopleuron of some specimens is mostly ferruginous, the mesosternum of others is mostly ferruginous. The propodeum varies in extent of ferruginous maculation. There is a

median ferruginous macula on the mesopleuron of one specimen. There are ferruginous maculae in varying amounts on the propodeum and mesosternum of some specimens. The clypeus of a specimen from Iron Co., Michigan is fulvous and there are ferruginous maculae on the coxae and trochanters of the front and middle legs.

REMARKS

The median longitudinal groove on the first abdominal tergite of individuals of *bicolor* and *acantholydae* is very shallow and indistinct, the head is mostly black and the thorax is black and ferruginous, of some males mostly black. The legs of females of *bicolor* are mostly ferruginous, of males with front and middle coxae and trochanters fulvous and all femora, tibiae, and tarsi ferruginous whereas the coxae of the front and middle legs of *acantholydae* are black and the femora, tibiae, and tarsi of all legs are bright ferruginous. The specific epithet, *bicolor*, refers to the colouration of the body, which is contrasting black and ferruginous. It is also a manuscript name of Cushman's and a specimen seen by him at the USNM is so labelled.

DISTRIBUTION

British Columbia, California, Idaho, Oregon, Michigan, and New York (Fig. 43).

TYPE MATERIAL

Holotype, adult female, Lillooet, British Columbia, 2-VI 1920, CNC no. 15677 (CNC). Paratypes, 2 adult males, 10 adult females, from the following localities: CANADA: BRITISH COLUMBIA, Oliver, 3 000 ft., 6-V (CNC). UNITED STATES: CALIFORNIA, Sonora Pass, 9 624 ft. (HKT); Trinity Co., 30-V, 20-VI (HKT); IDAHO, Boise Co., Idaho City, 13-VI (HKT); MICHIGAN, Iron Co., 15-VI (HKT); NEW YORK, Ulster Co., Stone Ridge, 15-IV (CNC); OREGON, Hood River Co., Mt. Hood, 5 400 ft., 24-VII (HKT); Josephine Co., Selma, 20-V (HKT).

Biology

The hosts of individuals of *Ctenopelma* are web-spinning sawflies of the family Pamphiliidae (Table II). Females of *neurotomae* and *crassicorne* of the *crassicorne* group parasitize larvae of *Neurotoma inconspicua* and *crataegi*. These sawfly larvae feed on members of the family Rosaceae, including various species of *Prunus* and *Crataegus succulenta* and *brainerdi*. Females of species of the *labradorensis* group parasitize sawflies of the genera *Acantholyda* and *Cephalcia*, females of *balsameae* of the *albipes* group parasitize larvae of a species of *Acantholyda* feeding on *Abies balsamea*, and females of *fulvescens* of the *petiolatum* group parasitize those of a species of *Pamphilius* feeding on *Populus tremuloides*. Sawflies of the genera *Acantholyda* and *Cephalcia* parasitized by various females of the *labradorensis*

group occur on various Pinaceae, including *Pinus* and *Picea*. Females of *erythrocephalae* oviposit in the eggs of *Acantholyda erythrocephala*. The lack of a notch on the second valvula of the ovipositor is probably associated with this adaptation to egg parasitism; the notch is absent in all species of the *albipes* and *labradorensis* groups and some species of other groups, except those of *nigricorne*. Females that lack the notch also have a very slender ovipositor and the apex of the ovipositor is depressed. Females that have the notch also have the ovipositor less slender and the apex of the ovipositor is compressed. It may be that all females of the *labradorensis* group deposit their eggs in the eggs of the host but this is known only in the case of one species, *erythrocephalae*. *Acantholyda erythrocephala* is widely distributed in the Palaearctic region, occurring on *Pinus*, *Larix*, *Picea*, and *Abies*, and was introduced into the United States in 1925 (Middlekauff, 1958). Females of *Glyptorhaestus tomostethae* (Cushman) oviposit in the eggs of *Tomostethus multinctus* (Rohwer); the only other known ctenopelmatine with this habit. Females of *multinctus* oviposit in the leaf folds of white ash, *Fraxinus americana*, just as the buds begin to unfold, and the parasite oviposits in these eggs as soon as they are available. The parasite larva does not destroy the host until the host larva is fully grown. The length of time spent by the parasite larva as a first instar is about the same as the length of the four other larval instars combined (McConnell, 1938).

Acknowledgements

The following individuals kindly allowed study of material in their care: R. W. Carlson, United States National Museum of Natural History, Washington, D.C. (USNM), J.-M. Perron, Département de biologie, Université Laval, Québec (U. Laval), S. S. Roback, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia (ANSP), and H. K. and M. C. Townes, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan (HKT). H. E. Bisdee, Biosystematics Research Institute, Ottawa, provided assistance in most of the technical aspects of this study, including production of the figures, and H. Goulet and E. E. Lindquist kindly provided a critical review of the manuscript.

References

- ASHMEAD, W. H., 1898. Part 2. — Descriptions of new parasitic Hymenoptera. — Proc. ent. Soc. Wash., 4: 155-171.
- BARRON, J. R. 1975. Provancher's collections of insects, particularly those of Hymenoptera, and a study of the types of his species of Ichneumonidae. — Naturaliste can., 102: 387-591.
- CUSHMAN, R. A., 1928. Family Ichneumonidae. — in M. D. Leonard, A list of the insects of New York. Mem. Cornell Univ. agric. Exp. Stn., 101: 920-960.
- DALLA TORRE, C. G. de, 1885. Die hymenopterologischen Arbeiten Prof. Dr. Arn. Försters. Bibliographische Studie. — Jber. naturf. Ges. Graubündens, 28: 44-82.
- DALLA TORRE, C. G. de, 1901. Catalogus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicum et synonymicum 3: 1-544.
- DAVIS, G. C. 1895. Review of a few more Provancher types of Ichneumonidae. — Can. Ent., 27: 287-290.
- DAVIS, G. C. 1897. A review of the ichneumonid subfamily Tryphoninae. — Trans. Am. ent. Soc., 24: 193-348.
- EIDT, D. C. 1965. The life history of a web-spinning sawfly of Spruce, *Cephalcia fascipennis* (Cresson) (Hymenoptera: Pamphiliidae). — Can. Ent., 97: 148-153.
- EIDT, D. C., 1969. The life histories, distribution, and immature forms of the North American sawflies of the genus *Cephalcia* (Hymenoptera: Pamphiliidae). — Mem. ent. Soc. Can., no. 59, 56 p.
- FOERSTER, A., 1868. Synopsis der Familien und Gattungen der Ichneumoniden. — Verh. naturh. Ver. Rheinl., 25: 135-221.
- HARRINGTON, W. H., 1892. Canadian Hymenoptera. — Can. Ent., 24: 98-99.
- HOLMGREN, A. E., 1855. Försök till uppställning och beskriafning af de i Sverige funna tryphonider (Monographia Tryphonidum Sueciae). — K. svenska Vetensk. Akad. Handl., N.F., 1 (1): 93-246.
- KRIECHBAUMER, J., 1877. *Holmgrenia*, eine neue Schlupfwespengattung. — Correspondenzbl. zool.-mineral. Ver. Regensburg, 31: 146-150.
- KRIECHBAUMER, J., 1891. Tryphoniden-Studien. — Ent. Nachr., 17: 298-303.
- KRIECHBAUMER, J., 1894. Zwei neue Schlupfwespengattungen. — Ent. Nachr., 20: 58-61.
- McCONNELL, H. S., 1938. Additional notes on *Oocenteter tomostethae*. — Proc. ent. Soc. Wash., 40: 23-24.
- MIDDLEKAUFF, W. W., 1958. The North American sawflies of the genera *Acantholyda*, *Cephalcia*, and *Neurotoma* (Hymenoptera, Pamphiliidae). — Univ. Calif. Publ. Ent., 14 (2): 51-174.
- PROVANCHER, L., 1875. Les ichneumonides de Québec. — Naturaliste can., 7: 109-121.
- PROVANCHER, L., 1879. Faune canadienne. Les insectes-Hyménoptères. — Naturaliste can., 11: 248-266.
- PROVANCHER, L., 1883. Petite faune entomologique du Canada et particulièrement de la province de Québec, vol. 2 comprenant les Orthoptères, les Neuroptères et les Hyménoptères. C. Darveau, Québec, 830 p.
- PROVANCHER, L., 1886. Additions et corrections à la faune Hyménoptérologique de la province de Québec. Fam. IV Ichneumonides. C. Darveau, Québec, p. 29-121.

- SCHMIEDEKNECHT, O., 1908. *Opuscula Ichneumonologica* 4. Ophioninae, p. 1521-1600. Blankenburg i. Thür.
- SCHMIEDEKNECHT, O., 1913. *Opuscula Ichneumonologica* 5. Tryphoninae, p. 2563-2802. Blankenburg i. Thür.
- SCHULZ, W. A., 1906. *Spolia hymenopterologica*. — Paderborn, 356 p.
- SHORT, J. R. T., 1978. The final larval instars of the Ichneumonidae. — *Mem. Am. ent. Inst.* no. 25, 508 p.
- SZÉPLIGETI, G., 1911. Fam. Ichneumonidae, Gruppe Mesochoroidae (Ophionoidae part.), Subfam. Limnerinae, Mesochorinae, Adelognathinae, Plectiscinae, Banchinae, Neomesochorinae, Megacerinae und Paniscinae. — *Genera Insect.*, Fasc. no. 114. Bruxelles, 100 p.
- TOWNES, H. K., 1945. A catalogue and reclassification of the Nearctic Ichneumonidae Hymenoptera) Part II. The subfamilies Mesoleiinae, Plectiscinae, Orthocentrinae, Diplazontinae, Metopiinae, Ophioninae, Mescchorinae. — *Mem. Am. ent. Soc.*, 11 (2): 478-925.
- TOWNES, H. K., 1970. The genera of Ichneumonidae, Part 3. — *Mem. Am. ent. Inst.*, no. 13, 307 p.
- TSCHEK, C., 1868. Beiträge zur Kenntniss der österreichischen Tryphoniden. — *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, 18: 437-448.
- VIERECK, H. L., 1914. Type species of the genera of ichneumon-flies. — *Bull. U.S. natn. Mus.*, 5: 1-186.
- VIERECK, H. L., 1917. Guide to the insects of Connecticut prepared under the direction of Wilton Everett Britton. III. The Hymenoptera, or wasp-like insects of Connecticut. — *Bull. Conn. St. geol. nat. Hist. Surv.*, no. 22, 824 p. (Ichneumonidae: p. 243-360).
- WALLEY, G. S., 1941. Some new and little known Canadian Ichneumonidae (Hymenoptera). — *Can. Ent.*, 73: 164-170.
- WOLSTEDT, F. W., 1877. Beitrag zur Kenntnis der um St. Petersburg vorkommenden Ichneumoniden. — *Bull. Akad. St. Pétersbourg*, 23: 432-460.

**LA FORTE TENEUR EN GAZ CARBONIQUE
DE L'AIR D'UNE CAVITÉ DU QUÉBEC :
LA GROTTÉ DE SAINT-LÉONARD, ÎLE DE MONTRÉAL**

C. EK

*Département de géographie
Université de Montréal
C.P. 6128, succ. A
Montréal (Québec) H3C 3J7*

D. CARON

*Société québécoise de spéléologie
1415, rue Jarry Est
Montréal (Québec) H2E 2Z7*

J. ROBERGE

*Centre de recherches sur l'eau
Pavillon Pouliot
Université Laval
Ste-Foy (Québec) G1K 7P4*

Résumé

La grotte de Saint-Léonard, une petite grotte d'environ 35 m de long située sur l'île de Montréal, a été fermée par des blocs de rochers et un épais remblai de terre en 1968, et rouverte en 1979. À cause de son confinement, la teneur en CO₂ de son atmosphère est très élevée (1 600 à 3 500 ppm dans les salles et galeries).

Nous avons suivi l'évolution de la teneur en CO₂ dans la grotte au cours des sept mois qui ont suivi sa réouverture. Cette teneur est restée dans l'ensemble très élevée: elle a présenté un maximum lors de nos mesures de mai. Nos observations nous amènent aux conclusions suivantes: le CO₂ provient de l'activité des organismes vivants; la pollution par les moyens de transport, le chauffage ou l'industrie est négligeable; la présence de visiteurs fait monter de façon très importante la concentration du gaz carbonique quand l'entrée est obstruée. Le flux d'air est insuffisant pour évacuer au fur et à mesure le gaz carbonique produit par les visiteurs même quand la grotte est ouverte. Dans des limites définies, cependant, la situation n'est nullement dangereuse pour les visiteurs.

Abstract

St. Léonard Cave, situated on the island of Montréal, was blocked by heavy stones and a thick earth filling in 1968, and reopened in 1979. It is a small cave, some 35 m long. As it is almost completely closed, the CO₂ content of its atmosphere is quite high, ranging from 1 600 to 3 500 ppm in the chamber and passage-ways.

We investigated the evolution of the CO₂ content during the first seven months following the reopening of the cave. Our investigations lead us to the following conclusions: the CO₂ originates in the biomass; pollution by vehicles, heating or industry is negligible; visitors highly enhance the concentration of CO₂, due to the impossibility of its escape when the entrance is blocked; in fact the air flow is insufficient to eliminate the CO₂ produced by the visitors, even when the cave is open. To the extent defined in the text, there is, however, no hazard to the visitors.

Introduction

La grotte de Saint-Léonard est située dans la partie nord-ouest de la Cité de Saint-

Léonard, sur l'île de Montréal (Québec). Elle s'ouvre dans un petit parc récréatif, le Parc Pie XII. Jadis entourée de champs, la cavité se trouve aujourd'hui au cœur d'un

habitat urbain. Son entrée est cependant abritée au pied d'un petit monticule boisé qui lui conserve un cachet naturel.

C'est en 1858 que la grotte de Saint-Léonard est citée pour la première fois dans une recherche (Gibbs, 1858). La cavité fut ultérieurement le sujet de plusieurs articles dont le plus important est celui de Francoeur (1964), qui donna une description et un plan de la cavité.

La cavité est complètement obstruée en 1968. En 1978, la Société québécoise de spéléologie obtient de la municipalité le dégagement de l'entrée (fig. 1) et la responsabilité d'une étude de la grotte. Un rapport est présenté à la fin de 1979 concernant la préservation, l'aménagement et la gestion de ce site inusité (Société québécoise de spéléologie, 1979).

Il nous a paru important de savoir quelle était la teneur en CO₂ de l'air de la grotte au moment de sa réouverture, après dix années de confinement, et ses variations au cours des mois suivants.

Description du site

Bien que cerné de toutes parts par un développement domiciliaire très dense, le site de la grotte de Saint-Léonard se présente comme un îlot de verdure essentiellement constitué d'un petit boisé et d'une clairière. Le site cavernicole possède un léger relief grâce à la présence d'une petite butte calcaire orientée NE-SO dont le versant sud-est abrupt de quelques mètres, a une véritable apparence de front de cuesta. L'altitude de l'entrée est d'environ 40 mètres.

La forme générale de la butte semble contrôlée de façon structurale par les couches de calcaire du Membre de Rosemont de la Formation de Montréal du Groupe de Trenton. Les couches sont inclinées en direction nord-ouest et les pendages varient de 6° à 9°. La stratification est très irrégulière et les lits du calcaire sont souvent argileux. La butte est couverte de grands feuillus de diverses espèces et de quelques conifères.

L'entrée de la grotte (fig. 2) est actuellement constituée de deux sections de tuyaux de béton, fermées par un couvercle. Cette entrée artificielle donne accès à la salle principale de la cavité, longue de 12,5 mètres, large de 2,5 mètres et haute de 1,5 mètre en moyenne. Sur le côté droit de la salle, non

loin de son extrémité, un passage latéral, long de 6 mètres, se termine en cul-de-sac. À l'extrémité de la salle, une petite galerie basse constitue la suite de la cavité. Également long de 6 mètres, haut de 40 centimètres en un endroit, ce passage en pente douce débouche dans un système de fractures ouvertes formant la section terminale de la cavité. En un endroit, la galerie atteint 2,5 mètres de hauteur alors qu'en un autre, on peut descendre un petit ressaut vertical de 3,5 mètres de profondeur. Ici et là, quelques petites concrétions peuvent être observées. Au fond de la cavité, un petit écoulement se voit à travers les blocs de calcaire éboulés qui tapissent le sol de la grotte.

La grotte comporte actuellement 35 mètres de galeries explorées pour une dénivellation totale de 6 mètres en excluant l'entrée artificielle. Les tuyaux de béton qui constituent l'accès actuel remplacent temporairement l'étroit orifice naturel qui s'ouvrait jadis au pied d'une petite paroi instable.

Méthode

Les dosages du CO₂ de l'air ont été effectués avec le détecteur de gaz Bendix-Gastec, dont le seuil de détection est de 150 ppm. La précision garantie par le constructeur est de $\pm 25\%$, mais l'étalonnage de l'appareil nous a montré une précision effective bien meilleure et une reproductibilité des mesures à 10% près.

Les mesures ont été faites dans la salle principale, dans les galeries au-delà de cette salle, et dans des fissures débouchant dans les galeries (fig. 2). Pour distinguer les uns des autres les passages de la grotte, nous employons les mots «salle», «galerie» et «fissure» dans des sens purement descriptifs: la salle est l'endroit où la grotte atteint son maximum de largeur (un peu plus de trois mètres) et où elle est plus large que haute; une fissure est un passage très étroit, généralement trop étroit pour être parcouru.

Sauf entre le 25 avril et le 8 mai, la grotte n'a jamais été ouverte que les jours où furent faites les mesures.

Résultats

MESURES DU JOUR DE LA RÉOUVERTURE

Les teneurs en CO₂ trouvées dans le petit parc, près de l'entrée de la grotte, sont de



Figure 1. Réouverture de la grotte le 25 avril 1979. Ultimes moments des travaux : un étroit passage va être dégagé, et les premières mesures de CO₂ aussitôt entreprises (haut). Ce puits d'accès a rapidement été remplacé par une tuyauterie de béton. La section subhorizontale du tuyau de béton raccordant le puits d'entrée (tubé, lui aussi) à la salle principale de la grotte (bas). Photos J. Lamarre, S.Q.S.

300 ppm. C'est la teneur en CO₂ habituelle de l'atmosphère.

Dans la grotte, au moment de la réouverture de la cavité, nous avons mesuré dans les galeries des teneurs variant de 1 600 à 2 000 ppm. Dans les fissures et à l'entrée des fissures donnant dans ces galeries, des teneurs de 3 600 à 3 800 ppm ont été relevées. Enfin, dans la salle principale proche de l'entrée, à un endroit où cette salle a 1,5 m de haut, nos analyses montrent 2 200 ppm à 10 cm du sol et 2 400 ppm à 10 cm du plafond.

Dans l'ensemble, les salles et les galeries présentaient donc des teneurs en CO₂ de 5 à 8 fois plus fortes que celles de l'air libre, ce qui est très élevé pour une cavité du Québec, tandis que les fissures, avec des teneurs 12 ou 13 fois plus fortes que celles de l'atmosphère extérieure, présentaient des teneurs très habituelles puisque c'est par de telles fissures que l'atmosphère du sol, très riche en CO₂, communique avec les cavités et les enrichit en gaz carbonique.

MESURES DU MOIS DE MAI

Des mesures ont été faites les 8, 15 et 23 mai (fig. 3). Le 8 mai, les analyses, menées par deux personnes, comme le premier jour, ont donné à peu près les mêmes résultats. Une mesure faite au bas du puits d'entrée a donné 1 500 ppm, et une mesure dans un

endroit exigü de la galerie terminale y a révélé une teneur de 2 900 ppm.

Le 15 mai, des teneurs en général un peu plus fortes ont été observées, et un séjour de six personnes durant deux heures a fait monter la teneur en CO₂ de l'air de la salle à 5 700 ppm au ras du sol et à 6 000 ppm près du plafond.

Le 23 mai, les teneurs étaient restées fortes dans toute la grotte, au point que les quantités de CO₂ des salles et galeries avaient rejoint l'ordre de grandeur des teneurs des fissures et que toutes les mesures s'échelonnaient entre 3 000 et 4 700 ppm. Après trois heures de séjour dans la salle, les deux chercheurs avaient fait monter la teneur en CO₂ à 4 900 ppm.

Il est donc clair que la présence d'humains fait monter de façon notable la teneur du CO₂ de l'air de la grotte et que cette teneur ne redescend pas à sa valeur antérieure en quelques jours.

MESURES DU MOIS DE NOVEMBRE

Sept mois après la réouverture de la grotte, six mois après la dernière des séances de mesures de mai, nous avons procédé à une nouvelle série de mesures de contrôle. La grotte, entre temps, était restée fermée par la plaque métallique recouvrant le tuyau de béton cylindrique formant le puits d'en-

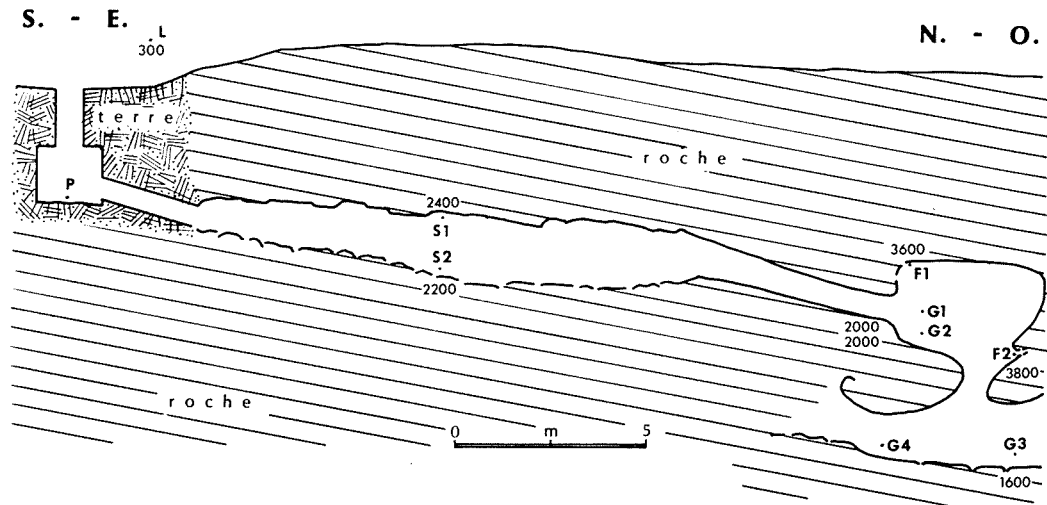


Figure 2. La grotte de Saint-Léonard. Coupe et localisation des mesures. Hauteurs non exagérées. L: à l'air libre; P: dans le puits d'entrée; S: dans la salle principale; G: dans les galeries; F: dans les fissures. Les chiffres indiquent les valeurs observées le 25 avril 1979, au moment de la réouverture. Coupe de J. Roberge, d'après J. Schroeder, C. Caron et M. Beaupré et des observations personnelles.

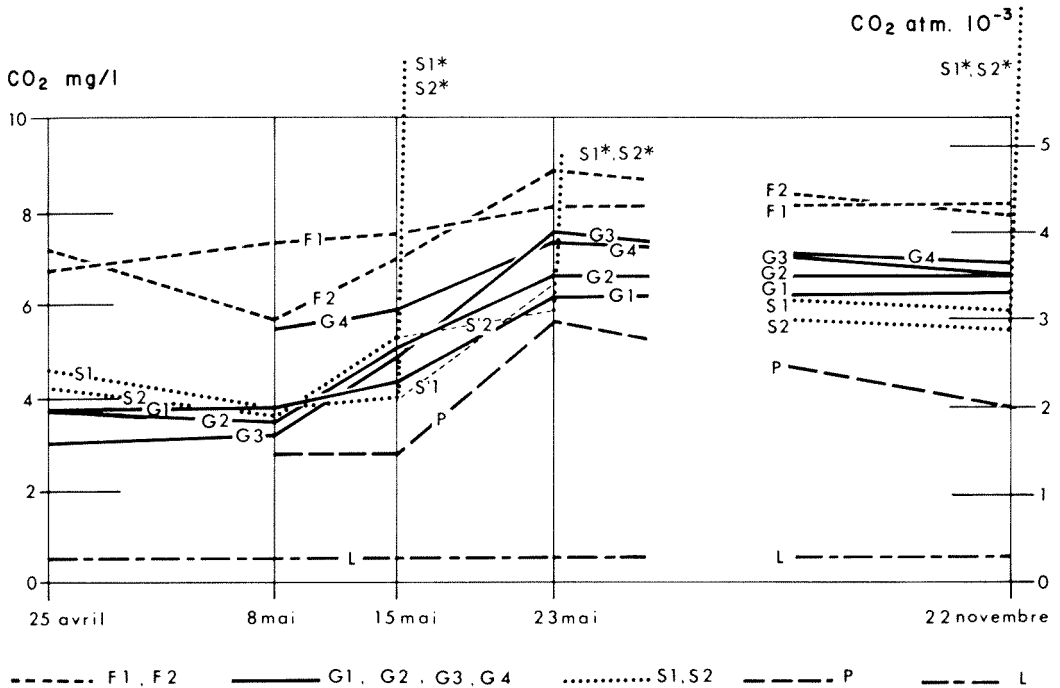


Figure 3. Évolution des teneurs en CO₂. L : à l'air libre ; P : dans le puits d'entrée (à -2,5m) ; S : dans la salle principale : 1 près du plafond, 2 près du sol ; G : dans les galeries au-delà de la salle ; F : dans les fissures ; Les valeurs suivies d'un astérisque réfèrent à des teneurs influencées par la présence des spéléologues dans la grotte durant un certain temps. Voir texte.

trée. Personne n'y avait pénétré. Les deux observateurs ont opéré rapidement, et ont observé des teneurs plus basses qu'en mai, dans l'ensemble, mais plus fortes que celles des premières observations d'avril. Les teneurs étaient de 3 600 à 4 300 ppm dans les fissures, et de 2 900 à 3 500 ppm dans les salles et galeries (fig. 3).

Ces premières mesures étant terminées, treize personnes ont pénétré dans la grotte et y ont travaillé pendant deux heures. Durant ce laps de temps, la teneur de l'air en CO₂ est passée progressivement, dans la salle principale, de 3 100 à 10 000 ppm, soit plus de trente fois la teneur normale de l'air extérieur.

Discussion

La teneur en CO₂ de l'atmosphère de la salle et des galeries de la grotte de Saint-Léonard est exceptionnellement élevée. Elle varie, en dehors de la présence de groupes humains, entre 1 600 et 3 500 ppm. À titre de comparaison, à la grotte de Crabtree, dans les Basses-Terres du St-Laurent,

nous n'avons jamais observé plus de 1 600 ppm dans les salles et les galeries ; à la caverne Lafliche, dans les Laurentides, nous n'avons jamais trouvé plus de 900 ppm (Ek, 1980). Dans d'autres régions tempérées, en Belgique et en Pologne, par exemple, les chiffres sont du même ordre de grandeur (Ek et al., 1968 ; Ek et al., 1969 ; Ek, 1979). Les teneurs des fissures sont généralement plus élevées, et à ce point de vue la grotte de Saint-Léonard présente des concentrations semblables à celles observées dans d'autres grottes du Québec (Ek, 1980). On doit donc se demander quelle est la cause des teneurs élevées observées dans les salles et galeries de la grotte de Saint-Léonard.

Il ne s'agit pas, comme on pourrait s'y attendre en pleine ville, du CO₂ provenant de la pollution industrielle ou de la pollution par les gaz d'échappement des véhicules. En effet, des tests menés à deux reprises ont montré que la teneur en oxyde de carbone dans la salle était infime, et en tout cas inférieure au seuil de détection (0,001%) de l'appareillage utilisé. Une pollution par des gaz d'échappement, par exemple, ou par des

appareils de chauffage, aurait évidemment donné des valeurs beaucoup plus élevées.

Notons par ailleurs que les teneurs observées en novembre sont un peu plus élevées que celles d'avril, alors qu'une pelle mécanique, travaillant durant près d'une heure au-dessus de la grotte en avril, avait eu le plus de chance de la polluer. Enfin, la concentration du CO₂ mesurée à cinq reprises à l'extérieur confirme qu'il n'y a pas de pollution significative de l'atmosphère du parc par le dioxyde de carbone. On peut donc exclure, comme cause des fortes teneurs mesurées dans la cavité, la pollution par les industries, les véhicules ou le chauffage.

Le facteur principal est certes le manque d'aération de la grotte : la seule entrée importante reste habituellement fermée par une plaque de fonte, percée seulement de quelques petits trous. Lors des visites, malgré l'ouverture de l'entrée, il n'y a pas de ventilation, puisque la cavité n'a pas d'autre orifice. De plus, même lorsque la plaque est enlevée, les échanges entre l'air de la grotte et l'air extérieur sont limités par une inversion thermique favorisant la stabilité de la colonne d'air du puits d'entrée. À trois reprises au mois de mai, on a observé que la température de l'air était plus basse à la base du tuyau vertical de béton qu'à son sommet ; la différence était, les trois fois, de plus de 10°C. Chaque fois, il existait une forte différence dans les teneurs en CO₂ au sommet et à la base du puits. Cette inversion, de même que les conditions de stabilité qui lui sont associées, se maintient très probablement tant que la température extérieure demeure supérieure à celle de la grotte (environ 5° C), donc à peu près entre les mois de mai et de novembre. Au moment de la visite de novembre, il n'avait pas encore fait assez froid à l'extérieur pour que la situation observée antérieurement soit renversée. Le CO₂ tend donc à s'accumuler. Pourtant, dans la grotte même, il ne s'agit pas d'une simple accumulation par densité : la densité du CO₂ est plus forte que la densité moyenne de l'air et, malgré cela, il y a plus de CO₂ près du plafond de la grotte que près du plancher. Il y a donc probablement un *flux* de CO₂ provenant des fissures du plafond, lié au métabolisme des micro-organismes du sol et des racines des végétaux qui surplombent la grotte. D'autre part, l'infiltration des précipitations entraîne avec elle dans les fissures une partie de l'atmosphère du sol (Jakucs, 1977). Nous

avons, à chaque visite, observé un suintement d'eaux d'infiltration dans la cavité.

L'air exhalé par les humains a une teneur en CO₂ de 4% (soit 40 000 ppm). La présence d'observateurs, qui exhalent un gaz carbonique chaud dans la grotte, tend donc évidemment, elle aussi, à augmenter les teneurs en CO₂ plus fortes au plafond, où monte l'air chaud, que dans le bas des salles et des conduits. Mais nos premières mesures, lors de chaque visite, ont été menées avec une célérité suffisante pour éviter cet effet.

Trois autres motifs nous poussent à attribuer à la biomasse présente au-dessus de la grotte, et, en quantité beaucoup plus faible, dans la grotte, les fortes teneurs en CO₂. D'abord, plus les fissures sont proches du sol (au sens pédologique du terme), plus les teneurs observées sont fortes. Les points les plus hauts de la grotte (plafonds) ne sont qu'à 4 m de la surface du sol. Nous avons déjà noté dans d'autres grottes, systématiquement, que plus la mesure est prise en s'engageant profondément dans la fissure, plus la teneur en CO₂ est élevée.

Ensuite, les teneurs observées sont plus fortes en mai qu'en avril (mais les influences humaines ont pu jouer un rôle important à ce sujet, comme nous l'expliquons plus loin), légèrement plus fortes aussi en novembre qu'en avril. Or, en avril 1979, l'hiver se terminait à peine, la neige venait de fondre, et en novembre par contre, il n'était encore tombé presque aucune neige sur la région, et l'activité de la végétation n'était ralentie que depuis peu.

Enfin, l'un de nous (J.R.) a mesuré, dans le parc qui entoure la grotte, les teneurs suivantes dans le sol, à 10 cm de profondeur : 750 à 2 000 ppm sous végétation herbacée (8 mesures), et 1 700 à 6 500 ppm sous terrain boisé (5 mesures). Certes, ces valeurs ne sont qu'indicatives, les travaux de Jakucs (1977) ayant montré que la concentration du CO₂ dans le sol peut varier substantiellement à court terme en fonction de la teneur en eau, de l'ensoleillement, de la température et du vent.

Cependant, la présence de visiteurs dans la grotte provoque, on l'a vu, des perturbations extrêmement importantes. Ceci est lié à l'exiguïté des lieux, et à l'existence d'un seul orifice, étroit, vertical, favorisant la stagnation de l'air au fond de la cavité durant une bonne partie de l'année. Un séjour de plusieurs personnes durant une journée

entière doit donc absolument être évité. La teneur maximale observée jusqu'ici est de 1%, après deux heures de présence d'une douzaine de personnes. On peut considérer que le double de cette teneur (Miotke, 1974, p. 46) est la limite tolérable. Par conséquent, si plus de douze personnes ont à rester dans la cavité durant plus de deux heures, la teneur en gaz carbonique devra être surveillée attentivement.

Remerciements

Notre reconnaissance va à tous ceux qui nous ont aidés dans nos mesures, et en particulier à nos collaborateurs, Yves Desrosiers, Bernard Lapierre et Marie-France Toutant. Richard Comtois nous a, à deux reprises, fourni des données sur l'oxyde de carbone. La Société québécoise de spéléologie a assuré l'organisation et le soutien technique de nos visites. La ville de Saint-Léonard a chaque fois généreusement organisé l'ouverture et la fermeture de la grotte.

Enfin, notre gratitude est acquise à Michel Beaupré qui a accepté de relire notre texte, et de l'enrichir par ses remarques et ses critiques.

Références

EK, C., 1979. Variations saisonnières des teneurs en CO₂ d'une grotte belge: le trou Joney à

Comblain-au-Pont. — Ann. Soc. géol. Belg., 102: 71-75.

EK, C., 1980. Le gaz carbonique de l'air des grottes québécoises. — Réunion annuelle de l'Association des géographes canadiens. Résumés des communications, p. 10.

EK, C., F. DELECOUR & F. WEISSEN, 1968. Teneur en CO₂ de quelques grottes belges. Technique employée et premiers résultats. — Ann. Spéol., 23: 243-257.

EK, C., S. GILEWSKA, L. KASZOWSKI, A. KOBYLECKI, K. OLEKSINOWA & B. OLEKSINOWA, 1969. Some analyses of the CO₂ content of the air of five Polish caves. — Z. Geomorph., 13: 267-286.

FRANCOEUR, A., 1964. La caverne de Saint-Léonard. — Naturaliste can., 91: 268-272.

GIBBS, G. D., 1858. On the existence of a cave in the Trenton limestone, at the Côte St-Michel on the Island of Montreal. — Can. Naturalist and Geologist, 3: 192-193.

JAKUCS, L., 1977. Morphogenetics of Karst Regions. Bristol (Hilger), 284 p.

MIOTKE, F.-D., 1974. Carbon dioxide and the soil atmosphere. Abh. Karst u. Höhlenkde, Reihe A, 9, 1-49.

SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE DE SPÉLÉOLOGIE, 1979. Grotte de Saint-Léonard, préservation, aménagement et gestion, Montréal, 62 p.

ADDITIONS À LA FLORE DE L'ABITIBI, QUÉBEC. II

Y. BERGERON, A. BOUCHARD, S. CLAYDEN
et G. N. MASSICOTTE

Département de sciences biologiques, Université de Montréal
et Jardin botanique de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke
Montréal, Québec H1X 2B2

Résumé

Les 15 espèces suivantes sont signalées pour l'Abitibi, Québec: *Aquilegia canadensis*, *Campanula rotundifolia*, *Corallorhiza maculata*, *Cypripedium calceolus*, *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris marginalis*, *Equisetum scirpoides*, *Habenaria bracteata*, *Lactuca canadensis*, *Milium effusum*, *Osmorhiza claytonii*, *Osmunda cinnamomea*, *Rubus arcticus* var. *acaulis*, *Symphoricarpos albus* et *Viola pubescens* var. *leiocarpa*.

Abstract

The following species have been found in Abitibi, Québec: *Aquilegia canadensis*, *Campanula rotundifolia*, *Corallorhiza maculata*, *Cypripedium calceolus*, *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris marginalis*, *Equisetum scirpoides*, *Habenaria bracteata*, *Lactuca canadensis*, *Milium effusum*, *Osmorhiza claytonii*, *Osmunda cinnamomea*, *Rubus arcticus* var. *acaulis*, *Symphoricarpos albus* and *Viola pubescens* var. *leiocarpa*.

Introduction

Dans un article précédent, neuf taxons furent signalés pour l'Abitibi, au Québec (Bergeron et al., 1978). La poursuite de nos recherches en écologie végétale, surtout dans les cantons d'Hébécourt et de Roquemare, nous permet d'ajouter plusieurs autres espèces à la florule de cette région. Pour cet article, nous avons suivi l'approche présentée précédemment (Bergeron et al., 1978).

Les espèces mentionnées sont classées en trois groupes: 1) celles représentant à la fois des additions à la flore de l'Abitibi et des extensions d'aires vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador; 2) une extension d'aire vers le sud-ouest de la péninsule Québec-Labrador et 3) les espèces représentant à la fois des additions à la flore connue de l'Abitibi et ayant été signalées pour des régions situées au sud et au nord du secteur étudié.

Extensions d'aires vers le nord-ouest

Aquilegia canadensis L.

Comté d'Abitibi-Ouest: canton de Roquemare, escarpement exposé au sud, sommet rocheux en régénération après feu,

17/8/79, Y. Bergeron, J.-L. Bourdages et L. Livernoche s.n. (MT, CAN). (Fig. 1)

Cette récolte constitue la limite nord de ce taxon sur la péninsule Québec-Labrador. En effet, Rousseau (1974) établissait cette limite à Rimouski: (Bic, shistes, 1927, J. Rousseau 26384, MT), soit à environ 48°22' N alors que notre récolte se retrouve à 48°40' N. La présence de cette espèce en Abitibi était prévisible si on en juge par les récoltes de Baldwin à Hearst (49°42' N.) et à Kapuskasing (49°24' N) (Baldwin, 1958). Sa présence en Abitibi, dans ce type d'habitat, peut s'expliquer par une exposition sud.

Corallorhiza maculata Raf.

Comté de Rouyn-Noranda: mont Kekeko, forêt d'*Abies balsamea* avec sous-bois d'*Alnus rugosa*, milieu humide, 24/6/1977, A. Bouchard, L. Brouillet, G. N. Massicotte, C. Potvin 77-93 (MT, CAN); mont Kekeko, forêt humide d'*Abies balsamea* et *Fraxinus nigra*, 26/6/1977, A. Bouchard, L. Brouillet, G. N. Massicotte 77-94 (MT, CAN); mont Kekeko, forêt de *Betula papyrifera* et de *Populus tremuloides*, en régénération après un feu, 10/8/1978, Y. Bergeron, G. N. Massicotte 78-408 (MT); réserve d'Aigubelle, bord du lac Lois, arbustaie dominée par *Alnus rugosa* et *Salix* spp. 20/8/1978, Y. Bergeron 78-123 (MT).

Comté d'Abitibi-Ouest: canton de Roquemaure, sur un sol argileux dans un pâturage, bordé par une forêt de *Populus tremuloides*, 6/6/1979, S. Clayden s.n. (MT); canton de Roquemaure, forêt dominée par *Populus tremuloides* accompagné de *Betula papyrifera* et *Pinus banksiana*, forêt jeune en régénération après feu, 11/7/1979, B. Allen, Y. Bergeron, S. Clayden, J. Gagnon s.n. (MT, CAN); canton de Roquemaure, forêt dominée par *Pinus banksiana*, accompagné de *Populus tremuloides* et *Betula papyrifera*, sur un dépôt sableux, 13/8/1979, Y. Bergeron, J.-L. Bourdages, S. Clayden, C. Gauvin, A. Ste-Marie s.n. (MT).
Comté d'Abitibi-Est: canton de Guyenne, collines Tanginan, lac Chicobi, alluvions sableux sur argile, sapinière à sphaignes, 28/6/72, L. Gaudreau LG440 (MT). (Fig. 1)

Ces récoltes et de nombreuses observations peuvent être interprétées comme une augmentation de l'abondance de cette espèce due à la colonisation de l'Abitibi. Elle n'a pas été récoltée au nord de cette

région dans l'ouest du Québec. Baldwin (1958) ne l'a récoltée que deux fois dans la ceinture d'argile, mais seulement en Ontario. Dans le canton de Roquemaure, cette espèce se retrouve assez régulièrement dans les forêts de régénération qui se sont installées après le feu ou le défrichement.

Dryopteris marginalis (L.) Gray

Comté de Rouyn-Noranda: réserve d'Aiguelle, lac la Haye, groupement végétal à *Thuja occidentalis*, *Cladonia*, *Pinus strobus*, *Betula papyrifera* et roches dénudées, 2/9/72, L. Gaudreau 1204 (MT); mont Kekoko, éboulis d'une falaise rocheuse exposée au sud, 9/7/78, Y. Bergeron, A. Bouchard, G. N. Massicotte 78-407 (MT, CAN). (Fig. 1)

Ces récoltes constituent une addition à la flore de l'Abitibi et sont aussi une légère extension d'aire vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador.

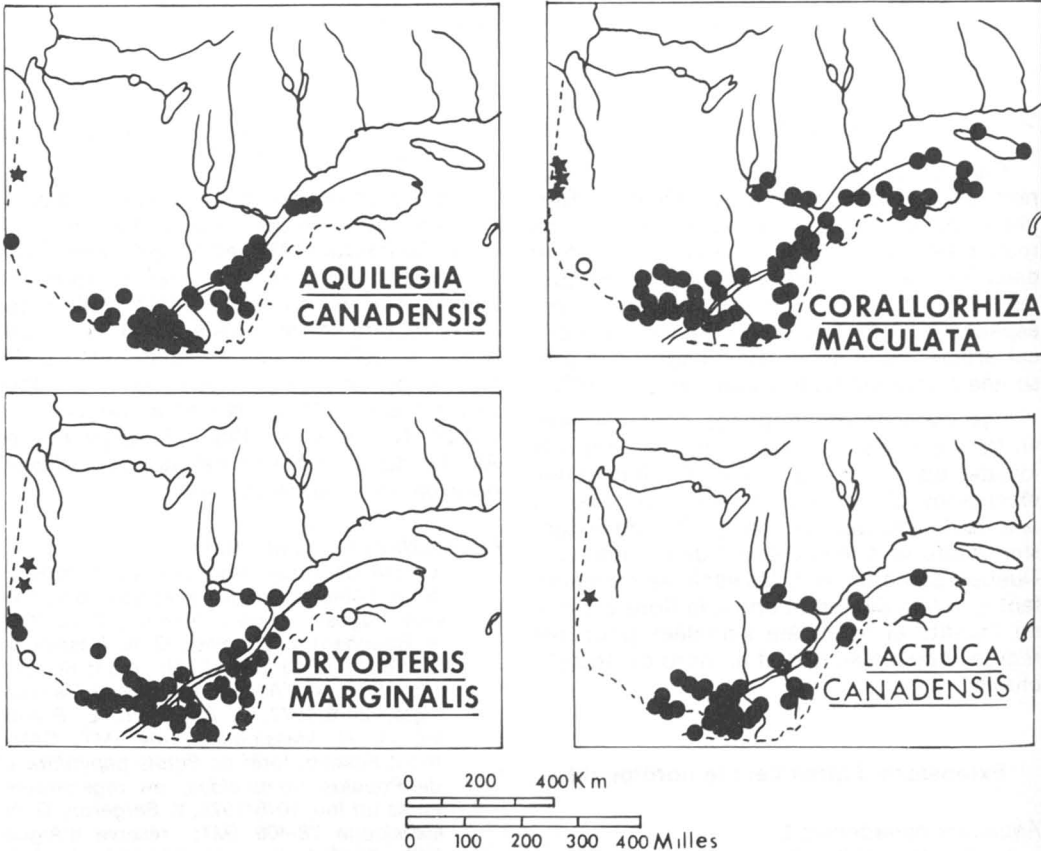


Figure 1. Additions à la flore connue de l'Abitibi [cartes adaptées de Rousseau (1974)]
● spécimen d'herbier; ○ mention dans la littérature; ★ spécimen présenté dans la publication.

Lactuca canadensis L.

Comté de Rouyn-Noranda: mont Kekeko, forêt de *Populus tremuloides*, 3/7/1977, G. Massicotte et R.G. Massicotte 77-164 (MT, CAN). (Fig. 1)

Cette première récolte pour l'Abitibi est une confirmation de la mention de Latendresse (1943). Selon Baldwin (1958), cette composée est occasionnelle dans la ceinture d'argile, dans les éclaircies et sur les rives des lacs et des rivières. Cette espèce n'a pas encore été signalée au nord de l'Abitibi, dans l'ouest du Québec.

Milium effusum L.

Comté de Rouyn-Noranda: mont Kekeko, forêt humide, sur le versant sud au pied du mont Kekeko, dominée par *Ulmus americana*, *Fraxinus nigra* et *Abies balsamea*, 24/7/77, G. N. Massicotte, R. Gauthier-Massicotte s.n. (MT); mont Kekeko, forêt humide d'*Abies balsamea* et *Fraxinus nigra*, 26/6/77, A. Bouchard, L. Brouillet, G. N. Massicotte s.n. (MT); mont Kekeko, tremblaie mature sur sol argileux, ruisseau en bas de versant et présence d'*Ulmus americana*, 30/6/79, G. N. Massicotte, R. Gauthier-Massicotte s.n. (CAN). (Fig. 3)

Ces récoltes constituent une extension importante de la distribution de cette espèce au Québec. La carte de Rousseau (1974) indique qu'elle n'était connue ni de la région du Témiscamingue ni de celle de l'Abitibi. Cependant, sa présence au Témiscamingue est maintenant confirmée par plusieurs spécimens, par exemple J.-L. Brown 143-T-7 (QFA).

Osmorhiza claytonii (Michx.) C. B. Clarke

Comté d'Abitibi-Ouest: Roquemaure, sous-bois et terrains brûlés, 3/7/1969, D. Ouellet 38 (QFA); canton de Roquemaure, forêt dominée par *Populus balsamifera* accompagné de *Populus tremuloides*, 18/7/79, B. Allen, Y. Bergeron, S. Clayden et J. Gagnon s.n. (MT). (Fig. 2)

Cette récolte constitue la limite nord de cette espèce pour l'ouest du Québec. Baldwin (1958) l'avait trouvée à semblable latitude au lac Kapuskasing en Ontario. Cette espèce était considérée par Dansereau comme sciaphile, mésophile et exclusive à l'érablière (Rousseau, 1974).

Osmunda cinnamomea L.

Comté de Rouyn-Noranda: mont Kekeko, jeune pessière noire à *Cassandra calyculata* et à *Kalmia angustifolia*, dans une dépression fermée, 6/7/1979, A. Bouchard, S. Hay

et G. N. Massicotte s.n. (MT, CAN); mont Kekeko, petite tourbière à *Cassandra calyculata* et à *Kalmia angustifolia*, au nord-est du lac Donez, 7/7/1979, A. Bouchard, S. Hay, M. Lefebvre et G. N. Massicotte s.n. (MT, CAN). Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébécourt, sapinière à bouleau blanc sur un dépôt organique très mal drainé, 31/7/80, Y. Bergeron, J.-L. Bourdages s.n. (CAN, MT). (Fig. 2)

Ces récoltes constituent des additions à la flore de l'Abitibi et représentent aussi une extension d'aire vers le nord-ouest dans la péninsule Québec-Labrador. Rousseau (1974) avait souligné cette absence de l'Abitibi en écrivant: «il est à remarquer que cette espèce n'a pas encore atteint la Ceinture d'argile». Auparavant, Baldwin (1958) avait aussi attiré l'attention des botanistes en écrivant: «Following local rumours of the occurrence of cinnamon-fern we searched for *O. cinnamomea* in suitable habitats but found only sterile *O. Claytoniana* or *Pteretis pensylvanica* (Willd.) Fern. Taylor, Hosie et al. made only one collection of *O. cinnamomea* on the north shore of L. Superior...» L'espèce est rare en Abitibi et restreinte aux endroits tourbeux en montagne où le microclimat lui serait plus favorable.

Symphoricarpos albus (L.) Blake

Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébécourt, forêt dominée par *Populus balsamifera* sur une faible pente, 3/8/79, Y. Bergeron et J. Gagnon s.n. (MT); canton d'Hébécourt, peupleraie baumière sur argile mal drainée, 21/7/80, Y. Bergeron, J.-L. Bourdages s.n. (MT, CAN). (Fig. 2)

Ces récoltes constituent la limite nord de cette espèce pour l'ouest du Québec. Sa présence en Abitibi était prévisible si on en juge par la récolte de Baldwin à Kapuskasing, Ontario (Baldwin, 1958). La présence de cette espèce pourrait être liée à la nature calcaire du sol de ces stations.

Viola pubescens Ait. var. *leiocarpa* (Fern. & Wieg.) Boivin

Comté de Rouyn-Noranda: mont Kekeko, forêt humide d'*Abies balsamea* et *Fraxinus nigra*, 26/6/77, A. Bouchard, L. Brouillet et G.N. Massicotte 77-388 (MT, CAN); mont Kekeko, forêt dominée par *Populus balsamifera*, 3/7/79, G.N. Massicotte et R. G. Massicotte s.n. (MT); Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébécourt, aulnaie sur argile, 19/7/80, D. Berthiaume, C. Gauvin s.n. (MT) (Fig. 2)

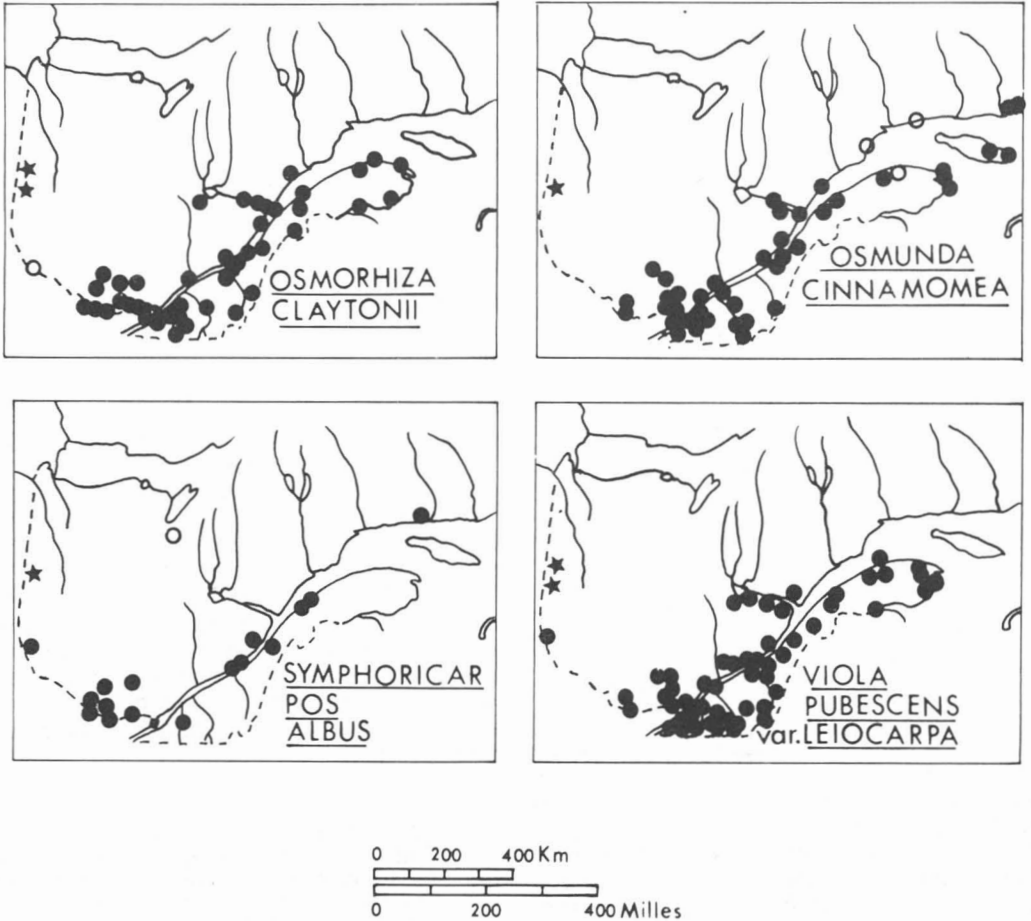


Figure 2. Additions à la flore connue de l'Abitibi [cartes adaptées de Rousseau (1974)]
 ● spécimen d'herbier; ○ mention dans la littérature; * spécimen présenté dans la publication.

Cette espèce n'avait pas été récoltée au nord de Ville-Marie, dans l'ouest du Québec, ce qui faisait dire à Baldwin (1958) qu'elle atteignait sa limite nord pour cette longitude dans la région du lac Témiscamingue. Nos récoltes repoussent de près 1° de latitude nord l'ancienne limite de ce taxon.

Extension d'aire vers le sud-ouest

Rubus arcticus L. var. *acaulis* (Michx) Boivin
 Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébé-court, forêt dominée par *Larix laricina* avec sous-bois d'Éricacées et de bouleau glanduleux, milieu très ouvert, B. Allen, Y. Bergeron, S. Clayden et J. Gagnon s.n. (MT, CAN) (Fig. 3)

Cette récolte constitue la limite méridionale de cette espèce pour l'ouest du Québec

et presque la limite pour l'ensemble du Québec puisque cette dernière est au Bic, comté de Rimouski (Rousseau, 1974). En 1935, Marie-Victorin avait rapporté cette espèce comme élément secondaire du parterre de la forêt de *Picea mariana*, en Abitibi (Marie-Victorin, 1964). Nos travaux ne supportent pas cette généralisation. De plus, sa récolte de Macamic, en 1933, n'a pas été relevée par Rousseau (Macamic, tourbière, 21/8/1933, F. Marie-Victorin, F. Rolland-Germain et R. Meilleur 45 441 (MT)).

Espèces déjà récoltées au sud et au nord de l'Abitibi

Campanula rotundifolia L.

Comté de Rouyn-Noranda: réserve d'Aiguebelle, lac la Haye groupement végétal à

Thuja occidentalis, *Cladonia*, *Pinus strobus*, *Betula papyrifera* et roches dénudées, 2/9/72, L. Gaudreau 1200 (MT); réserve d'Aiguebelle, arbustaie ouverte dominée par *Alnus crispa* var. *mollis* et par *Betula papyrifera*, sommet rocheux, 8/7/1978, Y. Bergeron, A. Bouchard et G. N. Massicotte 78-57 (MT, CAN); mont Kekeko, éboulis d'une falaise rocheuse exposée au sud, 9/7/78, Y. Bergeron, A. Bouchard et G. N. Massicotte 78-404 (MT, CAN).

Cette espèce a une distribution générale sur la péninsule du Québec-Labrador (Rousseau, 1974). Sa présence en Abitibi n'est donc pas étonnante, d'autant plus que cette espèce se retrouve dans des habitats semblables à ceux énumérés par Rousseau (1974). De plus, elle est fréquente sur les rivages ouverts et rocheux du lac Témiscamingue (Baldwin, 1958). Cependant, Baldwin la considère rare pour la ceinture d'argile.

Cyripedium calceolus L.

Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébécourt, forêt dominée par *Abies balsamea*, accom-

pagné de *Picea glauca* et *Betula papyrifera*, 1/7/79, B. Allen, Y. Bergeron, A. Bouchard, S. Clayden, J. Gagnon, S. Hay s.n. (MT); canton d'Hébécourt, forêt dominée par *Thuja occidentalis*, accompagné de *Picea mariana* et *Abies balsamea*, 17/7/79, B. Allen, Y. Bergeron, S. Clayden, J. Gagnon s.n. (CAN); canton de Roquemaure, forêt dominée par *Betula papyrifera* accompagné de *Populus tremuloides* et *P. balsamifera*, 12/7/79, B. Allen, Y. Bergeron, S. Clayden, J. Gagnon s.n. (MT).

Dans l'ouest du Québec, cette espèce a été récoltée plus au nord, sur la rivière Harricana (Dutilly & Lepage, 1951), et plus au sud, au bord du lac Témiscamingue (Baldwin, 1958). Dans les deux cas, sa présence correspond à des affleurements de roche calcaire du paléozoïque. À proximité du territoire étudié (Bergeron et al., 1978), il y a un autre spécimen provenant de Chibougamau; quelques 350 km à l'est [17/8/1952, I. Hustisch 1106 (CAN)]. Nos trois récoltes proviennent de forêts possédant une grande diversité floristique. Ces forêts colonisent

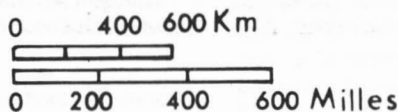
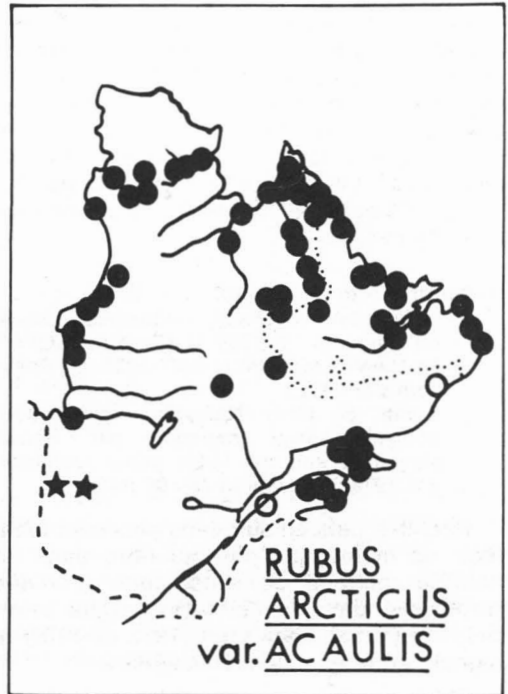
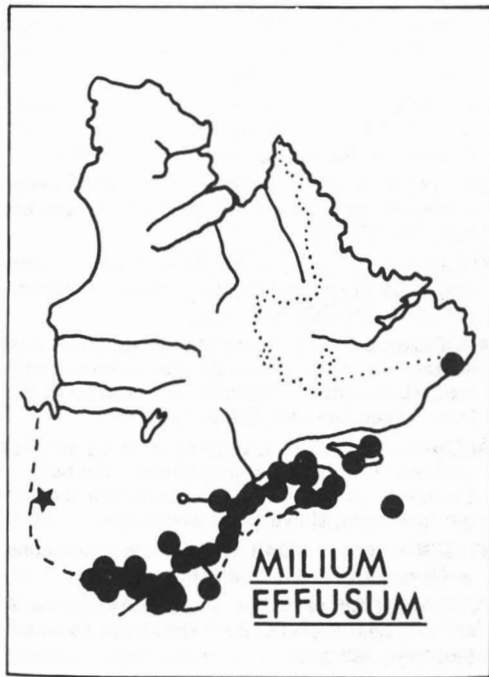


Figure 3. Additions à la flore connue de l'Abitibi [cartes adaptées de Rousseau (1974)]
 ● spécimen d'herbier; ○ mention dans la littérature; ★ spécimen présenté dans la publication.

soit des sols organiques avec un pH élevé ou des luvisols calcaires.

Cystopteris fragilis (L.) Bernh.

Comté de Rouyn-Noranda: réserve d'Aiguebelle, lac la Haye, roche nue, granitique, 6/9/72, L. Gaudreau 1188 (MT); mont Kekoko, éboulis d'une falaise rocheuse exposée au sud, 9/7/78, Y. Bergeron, A. Bouchard, G. N. Massicotte s.n. (MT, CAN); comté d'Abitibi-Ouest, canton de Roquemaure, escarpement rocheux, 19/8/79, Y. Bergeron, A. Bouchard, J.-L. Bourdages s.n. (MT).

Quoique cette espèce ait une distribution générale sur la péninsule Québec-Labrador, elle n'avait pas été rapportée pour l'Abitibi par Rousseau (1974).

Equisetum scirpoides Michx

Comté d'Abitibi-Ouest: canton d'Hébecourt, forêt dominée par *Thuja occidentalis* accompagné de *Picea mariana*, dépression ouverte, 15/8/79, Y. Bergeron, J.-L. Bourdages et L. Livernoche s.n. (MT, CAN).

Cette récolte constitue une addition intéressante à la flore de l'Abitibi. Sa présence semble associée à celle du *Thuja occidentalis* qui colonise souvent les dépressions ouvertes au pied des versants rocheux. Il semble que la forte décomposition et le pH élevé des sols organiques qui supportent cette communauté favorisent la croissance de cette espèce.

Habenaria bracteata (Mühl.) R. Br.

Comté d'Abitibi-Ouest: Roquemaure, sous-bois humide 4/8/1969, D. Ouellet 98 (QFA); île Gauvin, lac Abitibi 26/7/1939, O. Beau-doin s.n. (QUÉ).
Comté de Rouyn-Noranda: réserve d'Aiguebelle, forêt dominée par *Betula papyrifera* sur une faible pente rocheuse, 4/8/1978, Y. Bergeron 78-186 (MT).

Récoltée plus au sud dans plusieurs localités, de même que plus au nord dans un nombre restreint de sites, cette orchidée serait rare dans la ceinture d'argile selon Baldwin (1958). Gaudreau (1975 et 1979) la signale pour les collines Tanginan.

Enfin, nos travaux nous ont permis de généraliser la présence des espèces suivantes en Abitibi, soit: *Listera convallarioides*, *Mo-*

notropa hypopithys, *Myosotis laxa* et *Saxifraga virginienensis*. Aussi, signalons quelques additions intéressantes pour l'Abitibi: *Botrychium virginianum*, *Carex pedunculata*, *Elymus virginicus*, *Matteucia struthiopteris* et *Smilacina racemosa*. Leur présence en Abitibi ne fait que confirmer leur appartenance à la flore de la forêt boréale.

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes pour l'aide apportée à cette recherche: M. J.-L. Bourdages, M. L. Brouillet, Mlle C. Gauvin, M. S. Hay, Mme E. Lemaire, Mlle A. Sainte-Marie, Institut botanique de l'Université de Montréal, Mme H. Farid et M. J.-L. Verville du Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal, M. B. Allen et M. P. Gangloff du Département de géographie de l'Université de Montréal, M. J. Gagnon et Mlle L. Livernoche de Roquemaure, ainsi que Mme D. Berthiaume, M. M. Lefebvre et Mme R. G. Massicotte de Rouyn-Noranda.

Références

- BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the clay belt of northern Ontario and Québec. — Bull. Can. Nat. Mus., no. 156, 324 p.
- BERGERON, Y., BOUCHARD, A. & G. N. MASSICOTTE, 1978. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec. — Naturaliste can., 105: 479-484.
- DUTILLY, A. A. & E. LEPAGE, 1951. Exploration sommaire de la rivière Harricana. — Naturaliste can., 78: 253-283.
- GAUDREAU, L., 1972. Extensions d'aire et additions à la flore d'argile, au Québec. — Naturaliste can., 99: 509-514.
- GAUDREAU, L., 1975. Étude phytocéologique d'un secteur de la zone boréale (les collines Tanginan, Abitibi-Ouest, Québec). — Thèse de M. Sc., Univ. Laval, Québec, 552 p.
- GAUDREAU, L., 1979. La végétation et les sols des collines Tanginan, Abitibi-Ouest, Québec. — Études écologiques n° 1, Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, 391 p.
- LATENDRESSE, H., 1943. Une florule abitibienne. — Revue d'Oka, 17: 150-160.
- MARIE-VICTORIN, F., 1964. Flore laurentienne, 2^e éd. — Les Presses de l'Univ. de Montréal, Montréal, 925 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Univ. Laval, Québec, 799 p.

EFFET DE LA FUMURE N-P-K SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DU FRAISIER AU QUÉBEC¹

B. T. CHENG

Service de recherche en sols, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et
de l'Alimentation du Québec, Sainte-Foy, Québec G1P 3W8

Résumé

Une expérience sur le fraisier (*Fragaria* sp.) Cv. «Redcoat» fut conduite dans les paroisses de Bernières, Deschambault, St-Charles, St-Hyacinthe et St-Lambert, au Québec. Les traitements consistaient en une combinaison factorielle de N, P et K à trois doses différentes et deux répétitions.

Le modèle de Bray-Mitscherlich a été utilisé pour calculer la fumure optimale en N, P et K des huit années d'expériences. Il est recommandé d'incorporer 240-185-100 kg/ha de N, P et K pour le sol pauvre, 95-75-50 pour le sol moyen et 30-20-25 pour le sol riche. Une dose excessive a produit plus de pourriture sur le fruit et le rendement commercialisable fut diminué.

Une relation positive entre le contenu en azote du feuillage et la production du fraisier a été observée. La variation dans le contenu en vitamine C des fraises attribuable à l'interaction négative $P \times K$ fut significative à 5%. Il y eut une interaction positive de $P \times K$ sur la fermeté des fruits au temps de la récolte. L'acidité titrable du fruit a diminué avec la dose d'azote et de potassium, tandis que l'engrais phosphaté a augmenté le pH du jus.

Abstract

A fertilizer trial on strawberry (*Fragaria* sp.) Cv. "Redcoat" was carried out in 6 different soil types in Québec from 1971 to 1978. The treatment consisted of 3 levels each of N, P, and K with 2 replications. The Bray modification of Mitscherlich equation has been used for computing 8 years of data obtained. It is recommended to incorporate 240-185-100 kg/ha of N-P-K on a poor soil, 95-75-50 on a medium, and 30-20-25 on a rich one. An excessive dose produced more mouldy fruits and the quantity of marketable product diminished. A positive relationship between N content in the strawberry leaves and the fruit production was observed. The variation in vitamin C content of fruit due to a negative $P \times K$ interaction was significant at 5% level. There was a positive $P \times K$ interaction on the fruit firmness at the picking time. The titratable acidity in the fruit diminished with the dose of N and K, whereas P increased the pH of pulp.

Introduction

Au sein de la production québécoise, la rubrique «fruits» comprend une gamme limitée de produits: pomme, framboise, fraise et bleuet. Parmi eux, la fraise est au Québec l'un des premiers fruits frais sur le marché. Il compte parmi les productions les plus payantes de la ferme; on peut même en tirer jusqu'à deux mille dollars l'acre. L'importance de cette culture va sans cesse grandissant

et s'établit ainsi à 4 000 tonnes en 1970 au début du projet, et 5 500 tonnes en 1976 (Gouvernement du Québec, 1977). On prévoit de plus que les superficies continueront à augmenter régulièrement. Les possibilités sont quasi illimitées, la fraise paraissant fort bien adaptée au Québec.

À partir d'expériences au champ, Bould, Bradfield & Redmound (1966) ont rapporté qu'une application d'azote n'avait pas influé sur le rendement et la qualité des fraises. Le phosphore et le potassium sont cependant reconnus comme efficaces, principalement en fin de saison. D'autres auteurs (Abbott, 1968; Anderson, Bailey & Prake,

¹ Contribution n° 278 de la Direction générale de la recherche et de l'enseignement agricole, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

1974) observent de leur côté une interaction positive $N \times P$ dans la croissance du fraisier.

Craw (1965) ne trouve aucune différence entre les formes d'engrais azotés, sans égard aux doses, dans le rendement du fraisier, cette fois cultivé en solution nutritive dans le sable inerte de diamètre de 2 mm. D'un autre côté, les plantes recevant 5 ppm de phosphore ont un rendement maximal avec un niveau de phosphore dans les feuilles plus bas que le niveau normal des autres variétés (Blatt, 1972).

Cette recherche a pour but d'établir les exigences en engrais du fraisier, cultivé dans différents contextes écologiques au Québec. L'interaction de la fertilisation N , P et K sur la qualité des fruits est également étudiée.

Matériel et méthodes

Les éléments N , P et K sont expérimentés aux doses de 0, 100 et 200 kg/ha de N ; 0, 50 et 100 kg/ha de P et 0, 85 et 170 kg/ha de K , sous forme de nitrate d'ammonium, de superphosphate et de chlorure de potasse. Le phosphore et la potasse avec la moitié de l'azote sont épandus au mois de mai et l'autre moitié de l'azote lors de la seconde application au mois d'août. Ces traitements sont combinés suivant une factorielle $3 \times 3 \times 3$, en deux répétitions. Les expériences sont effectuées à Bernières, Deschambault, St-Hyacinthe et St-Lambert.

L'analyse chimique de ces sols est présentée au tableau I. À Bernières, le sol est un loam sablo-schisteux appartenant à la série St-Nicolas. C'est un sol à caractère résiduel qui voisine des éperons rocheux (Marcoux, 1966; Baril & Rochefort, 1957). À cause de la nature graveleuse du substrat, la perméabilité et les conditions de drainage sont excellentes. Le loam argileux Chaloupe

de Deschambault occupe la bande de terrain parallèle au fleuve Saint-Laurent (Raymond, Laflamme & Godbout, 1976). Les sols de la série St-André à St-Charles sont formés sur une roche-mère constituée de sable graveleux déposé en lits discordants de schistes argileux (Marcoux, 1966). L'argile Ste-Rosalie à St-Hyacinthe est un dépôt de la mer Champlain. Son drainage est très lent à cause de la grande compacité du sous-sol qui contient plus de 70% d'argile (Laplante, 1959). Le loam sableux St-Damase à St-Hyacinthe s'est développé sur un sable d'origine Champlain. Il forme une plaine unie aux drainages externe et interne lents (Laplante, 1959). Le loam Neubois à St-Lambert, est très acide et pauvre en phosphore. Le drainage est bon sur les parties élevées, tandis qu'il est lent sur les parties inférieures (Baril & Rochefort, 1957).

Les fraisiers (*Fragaria* sp.) cv. «Readcoat» sont utilisés pour ces essais. Chaque parcelle mesure 2,5 m de largeur par 6,7 m de longueur. Les plants sont disposés à 45 cm de distance sur le rang et 1,25 m de distance entre chaque rang. Une rangée supplémentaire est plantée comme bordure et entre chacun des traitements.

On a appliqué le Enide quatre semaines après la plantation pour la répression des mauvaises herbes, et le Furadon, avant la floraison pour contrer l'anthronome. Le paillage de la fraisière est fait au début de novembre. L'irrigation est effectuée en quantité de 3 cm par semaine (Childers, 1975; C.P.V.Q., 1979; Vanier, 1967), sauf à St-Hyacinthe où le système d'irrigation n'était pas disponible en 1971-1972. L'année de la plantation, une fois par semaine, on a éliminé toutes les fleurs. La cueillette des fruits se fait la deuxième année de la production. Sauf le rendement de chaque parcelle, on a

TABLEAU I

Quelques propriétés chimiques des sols utilisés pour l'essai du fraisier au Québec

Localisation	Série de sol	pH	M.O.	N (%)	Bray P_2	K	Ca échangeable (kg/ha)	Mg
Deschambault	Chaloupe	6,52	4,30	0,25	187	166	2819	143
St-Hyacinthe	St-Damase	6,10	3,10	0,12	256	114	1725	80
St-Hyacinthe	Ste-Rosalie	6,45	2,50	0,30	118	120	2100	250
St-Lambert	Neubois	5,80	4,80	0,18	40	100	2500	130
St-Charles	St-André	4,61	6,86	0,47	105	240	1540	190
Bernières	St-Nicolas	4,88	5,37	0,35	265	350	1440	70

classé le nombre de fruits vendables (selon Seelig, 1975, de diamètre supérieur à 1,8 cm) et de fruits moisiss, ainsi que le nombre de stolons.

On a effectué la détermination de la vitamine C, de l'acidité titrable et du sucre suivant les méthodes présentées par Hart & Fisher (1971), et de la fermeté par un pénétromètre (Soil Test Incorporated, 1972). La lecture est exposée en kg/cm². Les méthodes proposées par Mack & Cairns (1959) furent utilisées pour l'analyse statistique. L'analyse de sol fut effectuée par la méthode de McKeague (1977) et Atkinson *et al.* (1958). L'analyse des tissus végétaux fut effectuée par la méthode de Ward & Johnston (1962) et Perkin Elmer Corporation (1978).

Résultats et discussion

Selon les résultats obtenus, dans quatre des onze récoltes étudiées, la production de fraises augmente en fonction directe de la quantité de fertilisants azotés apportés au sol, jusqu'à 100 kg/ha.

Des augmentations significatives de l'accroissement de production de fraises sont obtenues avec l'addition de phosphore sur les sols des séries Chaloupe, Neubois et St-André, particulièrement lorsque la quantité de phosphore dans le sol (Bray P-2) était moins de 200 kg/ha.

Toutefois, l'engrais potassique n'a pas contribué de façon significative à augmenter la production de fraises. Les résultats ainsi obtenus sous les conditions climatiques du Québec montrent que l'effet d'azote et de potasse sur le rendement du fraisier ne font pas l'unanimité parmi tous les chercheurs tel que mentionné dans l'introduction.

La moyenne de onze sites basée sur 594 données individuelles montre que le rendement maximum a été obtenu avec la parcelle ayant reçu 10-100-85 kg/ha de N-P-K; ceci indique que dans un endroit où l'analyse de sols n'est pas disponible, on peut recommander d'appliquer N-P-K à la dose de 100-100-85 kg/ha sans danger au Québec.

L'équation de Mitscherlich modifiée par Bray (1965) a été utilisée pour le calcul des doses d'engrais requises d'après l'analyse du sol. Elle s'exprime de la façon suivante:

$$\log (A - Y) = \log A - C_1 b_1 - cx,$$

- où A = le rendement maximal (100%) escompté pour un élément donné
 Y = le rendement observé exprimé en % maximal
 b₁ = le dosage dans le sol de l'élément considéré
 c₁ = le coefficient d'efficacité de l'élément dans le sol
 x = la quantité d'engrais apporté
 c = le coefficient d'efficacité de l'engrais

On a déterminé tour à tour le coefficient c₁ d'efficacité de chaque élément apporté sous forme d'engrais. On a procédé à la calibration des valeurs des analyses chimiques des sols en mettant en relation ces valeurs et l'accroissement du rendement exprimé en pourcentage des rendements maxima calculés pour chacun des sites expérimentaux pour N, P et K. Les quantités optimales d'engrais requises pour les fraisiers sont présentées au tableau II.

La dose économique d'azote pour le fraisier au Québec se situe entre 20 et 300 kg/ha; ceci donne plus de variation selon que le sol est pauvre, moyen ou riche, contre 137 kg/ha,

TABLEAU II

Quantité de fertilisants requis selon l'analyse de sol

% N	engrais N requis (kg/ha)	kg/ha P ² Bray dans le sol	engrais P requis (kg/ha)	Kg/ha K dans le sol	engrais K requis (kg/ha)
0,4	20	200	10	200	10
0,4	30	200	20	200	25
0,3	95	150	75	150	50
0,2	165	100	130	100	80
0,1	240	50	185	50	100
0,1	300	50	240	50	135

dose constante recommandée par le Conseil des productions végétales du Québec (1979). La dose d'azote doit être diminuée lorsque le contenu en N du sol dépasse 0,4% (séché à l'air). Le besoin en P pour une production économique se situe entre 10 et 240 kg/ha. Dans le cas de K, elle se situe à 10 et 135 kg/ha, ce qui diminue d'environ 50% la quantité de P et de K recommandée antérieurement par le Conseil des productions végétales du Québec.

Le nombre de stolons a augmenté linéairement avec la dose d'engrais phosphaté apporté. L'interaction positive $N \times K$ sur la production de stolons fut significative à 5%. Dans les parcelles non azotées, l'augmentation de la dose de potasse a diminué le nombre de stolons. Quant à la fertilisation potassique, un effet bénéfique a été observé sur l'augmentation du nombre de fruits commercialisables (tableau III).

Une période de sécheresse et la température élevée en 1972 a ralenti la croissance et diminué le rendement en fruits sur le sable St-Damase. L'insuffisance d'eau durant la croissance et un blocage dans l'absorption des éléments nutritifs en sont responsables. De plus, les dégâts de l'hiver 1971-72, dans la région de Montréal ont fortement endommagé la production (Granger & Vanier, 1972).

D'un autre côté, le rendement en fruits obtenu sur le sol Neubois en 1977, est très

faible. Toutefois, l'année suivante il y eut une augmentation graduelle.

La réponse au phosphore a été très marquée pour les rendements en fruits sur les sols Chaloupe, Neubois et St-André. Le contenu en phosphore y est moins de 200 ppm.

D'autres facteurs tels les caractéristiques du profil de sol, le pH, l'aération, l'activité biologique, les façons culturales, les maladies et les interactions entre les éléments nutritifs ont pu affecté l'alimentation des plantes et l'interprétation des analyses de sol.

Bien que ces paramètres accentuent la variabilité et affectent les équations reliant les rendements en fruits à la fertilisation, il ressort qu'on ne peut les contrôler et qu'ils varient d'une saison à l'autre, la réponse à la fumure exprimée en rendement relatif (%) demeure malgré tout assez constante pour une même série de sol.

La moyenne des données originales a montré que le plus haut contenu en sucres fut trouvé dans la parcelle recevant un taux de fertilisants de 100-100-170 kg/ha de N-P-K.

Le contenu en vitamine C de la fraise a diminué de façon linéaire avec les additions d'engrais azotés (tableau IV). Il y eut une interaction négative $N \times K$ et $P \times K$ sur le contenu en vitamine C des fraises. Dans les parcelles fertilisées avec 85 kg/ha de potas-

TABLEAU III
Effet de la fertilisation N, P et K sur le rendement
du fraisier, la production de stolons et le nombre de fruits

Traitement (kg / ha)	Rendement (t / ha)	Nombre de stolons par parcelle	Nombre de fruits (10 000 / ha)	
			vendables	moisiss
N-0	6,63	114	118	24
N-100	7,09	117	126	25
N-200	6,77	113	105	25
P-0	6,59	110	109	23
P-50	6,90	116	107	27
P-100	7,00	117	131	24
K-0	6,86	115	110	25
K-85	6,87	116	111	25
K-170	6,75	112	128	24
Sign. à PPDS 5%	1%, 0,39	1%, 4	N.S. —	N.S. —
Interaction significative	—	N-K	—	—

se, le contenu en vitamine C s'accrût avec l'augmentation du taux de phosphore, mais l'inverse se produit dans le cas de l'azote.

Bien que plusieurs chercheurs (Degman & Weinberger, 1934; Webster & Gray, 1937) n'aient pas trouvé la relation entre la fertilisation et la fermeté dans la présente expérience, l'application de 50 kg/ha de P et 85 kg/ha de K a contribué à raffermir les fraises au moment de la cueillette. L'interaction positive de P × K sur la fermeté des fruits à la récolte fut significative à 5% (tableau IV). En appliquant la potasse à un taux élevé en combinaison avec le phosphore, la fermeté du fruit n'est pas très bonne. Puisque le consommateur préfère une fraise ferme et tend à juger de la fraîcheur sur cet aspect, une fertilisation optimale de N, P et K produit un fruit plus mou, donc plus susceptible d'être endommagé dans le transport.

L'acidité titrable du fruit sur une base de poids frais a diminué avec la dose d'azote aussi bien qu'avec la potasse; tandis que l'engrais phosphaté a augmenté le pH du jus (tableau IV). Ceci est tout à fait conforme au rapport de Knight & Wallace (1932).

Le tableau V présente les relations entre le rendement maximum de fraises et le contenu en éléments nutritifs du feuillage des fraisiers dans six types de sols différents. Parmi eux, la relation positive entre le contenu en azote du feuillage et la production du fraisier a été très significative.

Finalement, il est intéressant de signaler que le contenu en Ca et Mo du feuillage augmente avec l'âge des fraisiers tandis que le Mg, le Fe, le Mn et le Zn diminuent (tableau VI). John *et al.* (1976) ont noté que l'âge du plant, affecté d'éléments nutritifs dans les feuilles du fraisier.

On sait fort bien que le pouvoir extractif du fraisier varie avec les types de sol et ne correspond pas toujours nécessairement avec les extractions artificielles; la plante étant encore le meilleur indicateur de la disponibilité des éléments nutritifs. D'où l'importance des essais systématiques d'engrais doublés par les analyses des tissus végétaux.

Remerciements

L'auteur remercie le personnel du Service de recherche en sols, de la Station de St-Hyacinthe, de Deschambault, et du laboratoire de chimie alimentaire pour leur aide technique ainsi que ses collègues pour la révision du texte.

Références

- ABBOTT, A. J., 1968. Growth of the strawberry plant in relation to N and P nutrition. — *J. hort. Sci.*, 43: 491-504.
- ANDERSON, J. F., J. S. BAILEY & M. PRAKE, 1974. Mineral content of strawberry leaves as influenced by rate and placement of fertilizer and lime. — *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, 85: 332-337.

TABLEAU IV

Effet de la fertilisation N, P, K sur le contenu en sucre, en vitamine C, sur la fermeté, le pH et l'acidité titrable des fraises

Traitement	Contenu en sucre (%)	Contenu en vitamine C (mg / 100 g)	Fermeté (kg / cm ²)	pH	Acidité titrable ml (NaOH 0,1 N / 100 g)
N-0	7,60	46,30	0,35	3,51	134,90
N-100	7,67	45,54	0,35	3,50	129,31
N-200	7,60	45,31	0,35	3,49	130,85
P-0	7,63	45,74	0,34	3,48	131,50
P-50	7,61	45,53	0,36	3,50	133,28
P-100	7,64	45,89	0,35	3,51	130,28
K-0	7,63	45,50	0,34	3,49	133,95
K-85	7,66	45,63	0,38	3,51	131,89
K-170	7,58	46,01	0,33	3,50	129,23
Sign. à PPDS. 5%	N.S.	5%	1%	5%	1%
Interaction	—	0,90	0,03	0,02	3,00
significative	—	N-K	P-K	—	—
		P-K			

TABLEAU V

Effet de N, P, K sur la composition des feuilles de fraisier
donnant un rendement maximum selon les types de sol

Type de sol	Rendement maximum (t/ha)	Composition de la feuille en %				
		N	P	K	Ca	Mg
Chaloupe	10,6	2,41	0,28	1,49	1,13	0,45
St-Damase	11,1	2,93	0,22	1,43	1,06	0,21
Ste-Rosalie	5,4	1,62	0,28	1,89	1,08	0,26
Neubois	5,8	1,96	0,28	1,68	1,05	0,30
St-André	10,4	2,32	0,25	1,46	0,95	0,24
St-Nicolas	10,2	2,46	0,22	1,97	0,90	0,17

TABLEAU VI

Relation entre l'âge du fraisier et le contenu en Ca, Mg, Fe, Mn, Mo et Zn dans les feuilles

Age du fraisier	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Zn (ppm)
1 ^{re} année	0,93	0,30	850	325	1,31	50
2 ^e année	1,02	0,24	675	275	1,63	28
3 ^e année	1,09	0,29	450	270	2,36	23

- ATKINSON, H. J., G. R. GILES, A. J. MACLEAN & J. R. WRIGHT, 1958. Chemical method of soil analysis. — Contr. no. 169, Agriculture Canada, 90 p.
- BARIL, R. & B. ROCHFORT, 1957. Étude pédologique du comté de Lotbinière dans la province de Québec. — Service des fermes expérimentales, Min. Agric. Canada, 115 p.
- BLATT, C. R., 1972. The effect of phosphorus applications on the strawberry cultivar «Acadia». — J. hort. Sci., 47: 93-97.
- BOULD, C., E. G. BRADFIELD & W. J. REDMOUND, 1966. A factorial N, P, K field experiment with strawberry, var. Royal Sovereign. — J. hort. Sci., 41: 165-177.
- BRAY, R. H., 1965. Soil plant relations. II. Balanced fertilizer use through soil test for potassium and phosphorus. — Soil Sci., 60: 463-473.
- CHILDERS, N. P., 1975. Strawberry growing. — Pages 714-758 in Modern Fruit Science, Horticultural Publications, Rutgers University, New Brunswick, New-Jersey 08903, U.S.A., 976 p.
- CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC, 1976. Guide de culture des petits fruits. — Bull. tech. Min. Agric. n° 230(20), 13 p.
- CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC, 1979. Guide de protection des petits fruits. — Bull. tech. Mig. Agric. n° 230(60), 14 p.
- CRAW, W. T., 1965. Fecundity of the black vine Weevil on strawberry with nitrogen supplied in ammonium or nitrate form. — Can. J. Pl. Sci., 45: 285-286.
- DEGMAN, E. S. & J. H. WEINBERGER, 1934. Studies on firmness and keeping quality of certain fruits. — Bull. tech. no. 366, Univ. Maryland, 99 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1977. Coup d'œil sur l'agro-alimentaire au Québec. — Service des études économiques, Min. l'Agric. Québec, 303 p.
- GRANGER, R. L. & P. VANIER, 1972. Dégâts dans les fraisières du Québec au cours de l'hiver 1971-1972. — Phytoprotection, 53: 120-125.
- HART, F. L. & H. J. FISHER, 1971. Modern food analysis. — Springer-Verlag Book Company, New York, U.S.A., 438 p.
- JOHN, M. K., H. A. DANBERRY, F. D. MCELROY & M. GARLAND, 1976. Genotypic influence on elemental composition of strawberry tissues. — J. Am. Soc. hort. Sci., 101: 438-441.
- KNIGHT, L. D. M. & T. WALLACE, 1932. The effect of various manurial treatments on the chemical composition of strawberries. — J. hort. Sci., 10: 147-180.
- LAPLANTE, L., 1959. Étude pédologique du comté de Bagot. — Bull. tech. Min. Agric. Québec, n° 6, 159 p.
- MACK, A. R. & R. R. CAIRNS, 1959. Statistical procedures. — Illustration Station Division,

- Central Experimental Farm, Ottawa, Ontario, 29 p.
- MARCOUX, R., 1966. Étude pédologique des comtés de Bellechasse et de Montmagny. — Bull. tech. Min. Agric. Québec, n° 12, 72 p.
- MCKEAGUE, J. A., 1977. Manuel de méthodes d'échantillonnage et d'analyse des sols. — Comité canadien de pédologie, Agric. Canada, Ottawa, 223 p.
- PERKIN ELMER CORPORATION, 1978. Technique and applications of atomic absorption. — Bull. tech. Perkin Elmer Co. no. AA-3229, 15 p.
- RAYMOND, R., G. LAFLAMME & G. GODBOUT, 1976. Pédologie du comté de Portneuf. — Bull. tech. Min. Agric. Québec n° 18, 164 p.
- SEELIG, R. A., 1975. Strawberries. — United fresh fruit and vegetable association. North Washington, Virginia 22314, U.S.A., 24 p.
- SOIL TEST INCORPORATED, 1972. Manual for a pocket penetrometer model LC-700. — 4711 W North Ave., Chicago 39, Illinois, U.S.A., 6 p.
- VANIER, P., 1967. La culture du fraisier. — Publ. Min. Agric. Québec, n° 289, 26 p.
- WARD, G. M. & F. B. JOHNSTON, 1962. Chemical method of plant analysis. — Contr. no. 1064, Agriculture Canada, 59 p.
- WEBSTER, J. E. & G. F. GRAY, 1937. Relation of rate of fertilizer application to firmness and chemical composition of strawberries and tomatoes. — Proc. Am. Soc. hort. Sci., 35: 204-207.

THE CONSPICUOUS FUNGI OF ALGONQUIN PROVINCIAL PARK, ONTARIO : A PRELIMINARY FLORA

R. Greg THORN

Algonquin Park Museum, Ministry of Natural Resources,
Box 219, Whitney, Ontario K0J 2M0

Résumé

Cette liste comprend l'énumération de 751 espèces de champignons, récoltés dans le Parc Algonquin, en Ontario, et dont la taille et la couleur attirent l'attention; elle n'inclut pas les Rouilles (Uredinales), Charbons (Ustilaginales) et autres groupes aux carpophores moins visibles. Chacune de ces mentions se fonde sur un ou plusieurs échantillons conservés dans un herbier reconnu et dont le plus grand nombre se trouvent dans l'herbier de l'Université de Toronto (TRTC), auquel s'ajoutent ceux retracés dans l'herbier du Musée du Parc Algonquin (APM) et l'Herbier mycologique national d'Ottawa (DAOM). L'auteur répartit ces entités en 12 groupes artificiels faciles à reconnaître sur le terrain.

Abstract

751 species of fungi that are conspicuous enough in size or colouration to attract the attention of naturalists or mycologists are listed. Rusts (Uredinales), smuts (Ustilaginales), and many other less conspicuous groups are not included. Each species or variety listed is based on a voucher specimen or specimens preserved in a recognized herbarium. A herbarium search of the TRTC (University of Toronto) was conducted in 1976 and yielded the majority of the species listed. Additions were made from the collections of the Algonquin Park Museum (APM) and DAOM (National Mycological Herbarium in Ottawa). The list is presented in 12 sections that, although taxonomically artificial, are easily recognized in the field.

Introduction

Although regional and national lists of mammals, birds, or vascular plants are commonplace in the literature, to date very few lists of Canadian fungi, which are based on herbarium specimens, have been published. In general, the distribution of Canadian species of fungi is poorly known. The principal works that itemize the fungi of specific regions are *The Fungi of Manitoba and Saskatchewan* (Bisby *et al.*, 1938), *The Fungi of New Brunswick, Nova Scotia, and Prince Edward Island* (Wehmeyer, 1950), *The Fungus Records of Mr. H.A.C. Jackson from l'Islet Co., Québec* (Groves & Macrae, 1963), and most recently the superb *Flore des Champignons au Québec* (Pomerleau, 1980). Species lists from mycological forays have been published on occasion (Cooke & Pomerleau, 1964; Pomerleau & Cooke, 1964), but many reports are not substantiated with specimens. The value inherent in a list based on preserved specimens is that the reports can be checked. Mycologists interested in the

taxonomy or distribution of certain groups can then locate and study the specimens, and important or questionable records can be verified.

Algonquin Park is situated in central Ontario on the Canadian Shield. Its nearly 7600 square kilometres occupy part of the District of Nipissing and northern Haliburton County. The park lies within the Great Lakes-St. Lawrence mixed forest region (Rowe, 1972), but can be conveniently divided further into two quite different areas. The western side of the park lies on the Algonquin dome, an area of relatively high elevations, mostly between 395 m and 490 m above sea level. Hardwood forests of sugar maple (*Acer saccharum*), with beech (*Fagus grandifolia*), eastern hemlock (*Tsuga canadensis*), yellow birch (*Betula alleghaniensis*) and some eastern white pine (*Pinus strobus*) predominate on warm, drier upland sites. Coniferous associations of white spruce (*Picea glauca*), black spruce (*P. mariana*), balsam fir (*Abies balsamea*), eastern hem-

lock, eastern white cedar (*Thuja occidentalis*) and eastern white pine are characteristically found along lakeshores and in valley bottoms. To the east, the land falls toward the Ottawa valley, and on the eastern border of the park elevations of 180 m may be found. Forests of eastern white pine and red pine (*Pinus resinosa*) grow on the extensive sand deposits of this area, with stands of jack pine (*P. banksiana*) on more arid or exposed sites, and aspens (*Populus tremuloides* and *P. grandidentata*) and white birch (*Betula papyrifera*) in disturbed areas. In addition, throughout the area of Algonquin Park, obstructed drainage gives rise to numerous and sometimes extensive boreal bogs, with black spruce and characteristic shrubs and herbs growing in moist *Sphagnum* mosses.

The rich vascular flora of Algonquin Park has been extensively researched by park staff and botanists from many institutions. It has been recorded in a check-list prepared and regularly revised by staff at the park museum and in numerous articles and notes in naturalist and botanical journals. The fungi of Algonquin have unfortunately never been so systematically studied or recorded, although collections have been made there over the last 80 years. In 1974 Paul D. Johnson, then a seasonal park naturalist in Algonquin, began compiling a check-list of the conspicuous fungi of the park, to establish a basis for the systematic study of the park's fungus flora. His initial efforts and background research, although never published, form the basis of the present list.

Methods

Initially it was decided that the easiest way of preparing a reliable check-list was to tabulate the collections from the park housed in easily accessible herbaria, namely the Algonquin Park Museum (APM) and the University of Toronto (TRTC). Paul Johnson collated the TRTC specimens from Algonquin Park. To this list were added several species from APM.

A problem of mycological nomenclature was immediately apparent. Because there is no registry of names for fungi, because so many fungus names have been transferred from one genus to another, and because many names have been relegated to synonymy, Johnson's list often had several separate names listed for one species. Some of these names, which were copied from the labels

of very old specimens, had in fact been disused for several decades. The task of compiling Johnson's lists and sorting out the nomenclatural puzzles was undertaken by me during the summers of 1978 and 1979. The original list was added to by collections made by myself and others in 1977, 1978, 1979 and 1980, for which the identifications had been provided or confirmed by DAOM.

The nomenclatural revision was undertaken with the assistance of mycologists at the Biosystematics Research Institute of the Department of Agriculture in Ottawa (DAOM). It was no simple task, as few references cover large groups of fungi, giving modern taxonomic and nomenclatural treatments and listing previously-used synonyms. The text by Martin & Alexopoulos (1969) was used for the Myxomycetes, that of Dennis (1978) for the Ascomycotina, and that of Singer (1975) for the Agaricales but in some cases not all Algonquin species were included in these treatments. In these and a few other cases, names accepted in the list were derived from recent monographs or from usage at DAOM.

Results

The following revised list contains 751 species of conspicuous fungi known to occur in Algonquin Park. In this list "conspicuous fungi" are just that: those members of the Myxomycetes, Zygomycotina, Ascomycotina and Basidiomycotina that would attract the attention of mushroom collectors because of their conspicuous size or colouration. No attempt has been made to include the rusts (Uredinales) smuts (Ustilaginales), nor the many species of other less conspicuous groups.

The list is divided into 12 sections, and the genera are arranged alphabetically under the appropriate section. Although they are very artificial, these sections represent the major groups that are readily recognized in the field. Because of the considerable variation within mycological nomenclature, an amateur mycologist or mushroom hunter is faced with an array of field guides that include even common species under quite different names. For this reason, this list often includes more than one name for a species with cross-referencing to the one particular name that has been accepted herein. The authorities for the Latin binomials have also been included to aid in referencing the names used. It is hoped that the following

list will aid the reader (even if he is not interested in which fungi are found in Algonquin) by enabling him to find the fungus that he has at hand under any of the more commonly used Latin names for it, and then directing his attention to the name currently accepted.

The specimen records (herbarium accession numbers) for each species and variety listed are on file at the Algonquin Park Museum and are obtainable on writing.

SLIME MOLDS (MYXOMYCETES)

- Arcyria*
cinerea (Bull.) Pers.
denudata (L.) Wettst.
incarnata (Pers.) Pers.
nutans (Bull.) Grev.
oerstedtii Rost.
stipata (Schw.) A. Lister
- Badhamia*
[decipiens (Curt.) Berk.] see *Physarum decipiens*
obovata (Peck) S. J. Smith [synonym *B. rubiginosa* (Chev.) Rost.]
utricularis (Bull.) Berk. [synonym *B. magna* Peck]
- Ceratiomyxa*
fruticulosa (Mull.) Macbr.
fruticulosa var. *porioides* (Alb. & Schw.) Lister
- Chondromyces*
tetheri Faull
- Comatricha*
aequalis Peck
nigra (Pers.) Schroet.
typhoides (Bull.) Rost.
- Craterium*
leucocephalum (Pers.) Ditm.
minutum (Leers) Fr.
- Cribraria*
intricata Schrad.
purpurea Schrad.
tenella Schrad.
- Diachea*
leucopodia (Bull.) Rost.
subsessilis Peck
- Dictydiaethalium*
plumbeum (Schum.) Rost.
- Dictydium*
cancellatum (Batsch) Macbr.
- Diderma*
effusum (Schw.) Morg.
globosum Pers.
roanense (Rex) Macbr.
spumarioides (Fr.) Fr.
testaceum (Schrad.) Pers.
- Didymium*
megalosporum Berk. & Curt. [synonym *D. eximium* Peck]
- melanospermum* (Pers.) Macbr.
nigripes (Link) Fr.
squamulosum (Alb. & Schw.) Fr.
- Enteridium*
[rozeanum (Rost.) Wing.] see *Reticularia splendens*
- Fuligo*
septica (L.) Wiggers
- Hemitrichia*
clavata (Pers.) Rost.
[stipata (Schw.) Macbr.] see *Arcyria stipata*
[vesparium (Batsch) Macbr.] see *Metatrichia vesparium*
- Lamproderma*
arcyrioides (Sommerf.) Rost. [synonym *L. violaceum* (Fr.) Rost.]
sauteri Rost. [synonym *L. violaceum* var. *sauteri* (Rost.) A. Lister]
scintillans (Berk. & Br.) Morg.
- Leocarpus*
fragilis (Dicks.) Rost.
- Lycogala*
epidendron (L.) Fr.
- Metatrichia*
vesparium (Batsch) Nann.-Brem.
- Physarum*
bivalve Pers.
contextum (Pers.) Pers.
decipiens Curt.
flavicomum Berk.
globuliferum (Bull.) Pers.
lateritium (Berk. & Rav.) Morg.
notabile Macbr.
nutans Pers.
psittacinum Ditm.
pulcherrinum Berk. & Rav.
pusillum (Berk. & Curt.) G. Lister
sulphureum Alb. & Schw.
viride (Bull.) Pers.
viride var. *aurantium* A. Lister
viride var. *incanum* A. Lister
- Reticularia*
lycoperdon Bull.
splendens Morg.
- Stemonitis*
axifera (Bull.) Macbr.
fusca Roth
- Trichia*
favoginea (Batsch) Pers.
scabra Rost.
- Tubifera*
casparyi (Rost.) Macbr.
ferruginosa (Batsch) Gmel.

ZYGOMYCOTINA (family Endogonaceae)

Endogone

pisiformis Link ex Fr.

CUP FUNGI AND RELATIVES (ASCOMYCOTINA, including the DISCOMYCETES — Cup Fungi and Morels — and the PYRENOMYCETES — Flask Fungi and relatives)

- Aleuria*
aurantia (Fr.) Fuckel [synonym *A. wisconsinensis* Rehm]
rutilans (Fr.) Gill.
- Apiosporina*
collinsii (Schw.) Hoehn.
morbose (Schw.) v. Arx
- Arachnopeziza*
major (Ell. & Ev.) Korf
- Ascocoryne*
sarcoides (Gray) Groves & Wilson
- Bisporella*
citrina (Fr.) Korf & Carpenter
- Calycella*
 [*citrina* (Fr.) Boud.] see *Bisporella citrina*
- Catinella*
nigro-olivacea (Schw.) Durand
- Cheilymenia*
stercorea (Pers. ex Fr.) Boud.
- Chlorociboria*
aeruginascens (Nyl.) Kan. ex Ram., Korf & Bat.
aeruginosa (Pers. ex Pers.) Seaver ex Ram., Korf & Bat.
 [*rugipes* (Peck) Ram. & Korf] see *Chloroencoelia torta*
 [*versiformis* (Pers.) Seaver] see *Chloroencoelia versiformis*
- Chloroencoelia*
torta (Schw.) Dixon
versiformis (Pers. ex Fr.) Dixon
- Chlorosplenium*
 [*aeruginosum* (Oed. ex Purton) de Not.] see *Chlorociboria aeruginascens*
- Ciboria*
peckiana (Cooke) Korf
- Claviceps*
purpurea (Fr.) Tul.
- Coccomyces*
coronatus (Schum. ex Fr.) Karst.
- Cordyceps*
militaris (L. ex St. Amans) Link
ophioglossoides (Ehrhart ex Fr.) Link
- Coryne*
 [*sarcoides* (Jacq. ex Fr.) Tul.] see *Ascocoryne sarcoides*
- Corynetes*
 [*atropurpureus* (Pers.) Durand] see *Thuemenidium atropurpureum*
- Cudonia*
circinans (Pers.) Fr.
lutea (Peck) Sacc.
- Cudoniella*
acicularis (Bull. ex Fr.) Schroet.
- Daldinia*
concentrica (Bolt. ex Fr.) Ces. & de Not.
- Diatrype*
stigma (Hoffm. ex Fr.) Fr.
- Diatrypella*
betulina Peck
- discoidea* Cooke & Peck
favacea (Fr.) Sacc.
- Dibotryon*
 [*morbosum* (Schw.) Theiss. & Syd.] see *Apiosporina morbosa*
- Discina*
korfii Raitv.
- Elaphomyces*
granulatus Fr.
muricatus Fr.
- [*Elvela*] see *Helvella*
- Eutypella*
alnifraga (Wahl.) Sacc.
parasitica Davidson & Lorenz
- Geoglossum*
difforme Fr.
glabrum Pers. ex Fr.
glutinosum Pers. ex Fr.
nigratum Cooke
simile Peck
- [*Gloeoglossum*] see *Geoglossum*
- Gyromitra*
esculenta (Pers.) Fr.
infula (Schaeff. ex Fr.) Qué.
- Helotiella*
 [*major* Ell. & Ev.] see *Arachnopeziza major*
- Helotium*
 [*citrinum* (Hedw.) Fr.] see *Bisporella citrina*
 [*destructor* (Peck)] see *Hymenoscyphus subcarneus*
 [*epiphyllum* (Pers. ex Fr.) Fr.] see *Hymenoscyphus epiphyllum*
 [*virgultorum* (Vahl ex Fr.) Fr.] see *Hymenoscyphus calyculus*
- Helvella*
crispa Scop. ex Fr.
elastica Bull. ex Fr.
 [*hispidia* Schaeff.] see *Macroscyphus macropus*
 [*infula* Schaeff.] see *Gyromitra infula*
lacunosa Afzelius ex Fr.
 [*macropus* Karst.] see *Macroscyphus macropus*
palustris Peck
- Humaria*
hemisphaerica (Wiggers ex Fr.) Fuckel
- Hymenoscyphus*
calyculus (Sow. ex Fr.) Phillips
epiphyllum (Pers. ex Fr.) Rehm
subcarneus (Cooke & Peck) O. Kuntze
- Hypocrea*
citrina (Pers.) Fr.
patella Cooke & Peck
rufa (Pers.) Fr.
schweinitzii (Fr.) Sacc. [synonym *H. lenta* (Tode) Berk. & Br.]
- Hypomyces*
aurantius (Pers. ex Fr.) Tul.
lactifluorum (Schw.) Tul.
- Hypoxylon*
cohaerens (Pers. ex Fr.) Fr.
 [*deustum* (Hoffm. ex Fr.) Grev.] see *Kretschmairia deusta*

- fragiforme* (Pers. ex Fr.) Kickx [synonym *H. coccineum* Bull.]
fuscum Pers. ex Fr.
mammatum (Wahl.) Miller
multiforme (Fr.) Fr.
rubiginosum (Pers. ex Fr.) Fr.
serpens (Pers. ex Fr.) Fr.
[ustulatum Pers. ex Fr.] see *Kretschmairia deusta*
vogesiacum Pers. ex Sacc.
- Kretschmairia*
deusta (Hoffm. ex Fr.) Martin
- Leotia*
atrovirens Pers. ex Fr. [synonym *L. chlorocephala* Schw. ex Fr.]
lubrica (Scop.) Pers.
viscosa Fr. [synonym *L. stipitata* (Bosc.) Schroet.]
- Leucoscypha*
albocincta (Berk. & Curt.) Rifai
- Lophodermium*
juniperinum (Fr.) de Not.
macrosporum (Hartig) Rehm
- Macroscyphus*
macropus Pers. ex Gray
- Microglossum*
rufum (Schw.) Underw.
- Mitruia*
elegans (Berk.) Fr.
[irregularis (Peck) Durand] see *Neolecta irregularis*
lunulatospora Redhead
- Morchella*
elata Fr. [synonym *M. angusticeps* Peck]
- Nectria*
coccinea (Pers. ex Fr.) Fr.
episphaeria (Tode ex Fr.) Fr.
lecanodes Ces.
rexiana Ell.
- Neolecta*
irregularis (Peck) Korf & Rogers
- Neottiella*
[albocincta (Berk. & Curt.) Sacc.] see *Leucoscypha albocincta*
hetieri Boud.
vivida (Nyl.) Dennis
- Orbilina*
botulispora Hoehn.
luteo-rubella (Nyl.) Karst. [synonym *O. juniperina* Vel.]
- Otidea*
cochleata (L. ex St. Amans) Fuckel [synonym *O. umbrina* (Pers.) Bres.]
[leporina (Batsch) Fuckel] see *Scodellina leporina*
onotica (Pers.) Fuckel
- Patella*
[albida (Schaeff.) Seaver] see *Humaria hemisphaerica*
[gregaria (Rehm) Seaver] see *Trichophaea gregaria*
[hetieri (Boud.) Seaver] see *Neottiella hetieri*
[scutellata (L.) Morg.] see *Scutellinia scutellata*
[setosa (Nees) Seaver] see *Scutellinia erinaceus*
[stercorea (Pers.) Web.] see *Cheilymenia stercorea*
- Paxina*
[hispidia (Schaeff.) Seaver] see *Macroscyphus macropus*
- Peziza*
badia Pers. ex Merat
proteana (Boud.) Seaver
repanda Pers.
- Pseudoplectania*
nigrella (Pers. ex Fr.) Fuckel
- Rosellinia*
mastoidea Sacc.
- Rutstroemia*
[macrospora (Peck) Kan.] see *Ciboria peckiana*
- Sarcoscypha*
coccinea (Scop. ex Fr.) Lamb.
- Scodellina*
leporina (Batsch) Gray
- Scutellinia*
erinaceus (Schw.) Kuntze
scutellata (L. ex St. Amans) Lamb.
- Spathularia*
clavata (Schaeff.) Sacc.
velutipes Cooke & Farlow
- Thuemenidium*
atropurpureum (Batsch ex Fr.) O. Kuntze
- Trichoglossum*
confusum Durand
hirsutum (Pers. ex Fr.) Boud.
velutipes (Peck) Durand
- Trichophaea*
gregaria (Rehm) Boud.
- Ustulina*
[deusta (Fr.) Petrak] see *Kretschmairia deusta*
[vulgaris Tul.] see *Kretschmairia deusta*
- Valsaria*
moroides (Cooke & Peck) Sacc.
- Vibrissea*
truncorum Fr.
- Xylaria*
castorea Berk.
cornu-damae (Schw.) Berk.
longipes Nitschke
- MUSHROOMS (mostly gilled AGARICALES)
- Agaricus*
semotus Fr.
silvicola (Vitt.) Sacc. [synonym *A. abruptibulbus* Peck]
- Agrocybe*
acericola (Peck) Singer
pediades (Pers. ex Fr.) Fayod
- Amanita*
alba Gill.
bisporigera Atk.

- citrina* (Schaeff.) Gray
flavoconia Atk.
fulva Pers.
gemmata (Fr.) Gill.
muscaria Fr.
porphyria (Alb. & Schw. ex Fr.) Secr.
rubescens (Pers. ex Fr.) Gray
vaginata (Bull. ex Fr.) Vitt.
virosa Lam. ex Secr.
- [*Amanitopsis*] see *Amanita*
- [*Armillaria*] see *Armillariella*
- Armillariella*
mellea (Fr.) Karst.
- Cantharellula*
umbonata (Gmel. ex Fr.) Singer
- Claudopus*
[albogriseus (Peck) Gill.] see *Entoloma albo-grisea*
- Clitocybe*
[aurantiaca (Fr.) Studer] see *Hygrophoropsis aurantiaca*
clavipes (Pers. ex Fr.) Kummer
[decora (Fr.) Gill.] see *Tricholomopsis decora*
[ectypoides Peck] see *Pseudoarmillariella ectypoides*
gibba (Pers. ex Fr.) Kummer [synonym *C. infundibuliformis* (Schaeff. ex Fr.) Qué.]
odora (Fr.) Kummer
[porrigens (Fr.) Karst.] see *Nothopanus porrigens*
squamulosa (Pers. ex Fr.) Kummer
- Clitocybula*
abundans (Peck) Singer
familia (Peck) Singer
- Clitopilus*
[abortivus Berk. & Curt.] see *Entoloma abortivum*
[albogriseus Peck] see *Entoloma albogrisea*
- Collybia*
[abundans (Peck) Sacc.] see *Clitocybula abundans*
acervata (Fr.) Kummer
alkalivirens Singer
butyracea (Bull. ex Fr.) Qué.
confluens (Pers. ex Fr.) Kummer
cookei (Bres.) Arnold
dryophila (Bull. ex Fr.) Kummer
[familia (Peck) Sacc.] see *Clitocybula familia*
[lacunosa Peck] see *Cyptotrama asprata*
maculata (Alb. & Schw. ex Fr.) Qué.
maculata var. *scorzonerea* (Fr.) Gill.
[platyphylla (Fr.) Kummer] see *Tricholomopsis platyphylla*
[radicata (Rehl.) Qué.] see *Oudemansiella radicata*
tuberosa (Bull. ex Fr.) Kummer
- Conocybe*
pilosella (Pers. ex Fr.) Kuehner
- Coprinus*
atramentarius (Bull. ex Fr.) Fr.
comatus (Mull. ex Fr.) Gray
micaceus (Bull. ex Fr.) Fr.
truncorum Schaeff. ex Fr.
- Cortinarius*
armillatus (Fr. ex Fr.) Fr.
cinnamomeus (L. ex Fr.) Fr.
collinitus (Sow. ex Fr.) Fr.
deceptivus Kauff.
lilacinus Peck
scutellatus (Fr.) Fr.
semisanguineus (Fr.) Gill.
submarginalis Peck
violaceus (L. ex Fr.) Fr.
- Crepidotus*
applanatus (Pers.) Kummer
fusisporus Hesler & Smith var. *anomalus* Hesler & Smith
[herbarum (Peck) Sacc.] see *Pleurotellus hypnophilus*
mollis (Fr.) Staude [synonym *C. fulvotomentosus* Peck]
- Crinipellis*
campanella (Peck) Singer
- Cyptotrama*
asprata (Berk.) Redhead & Ginns
- Cystoderma*
amianthinum (Scop. ex Fr.) Fayod
granulosum (Batsch ex Fr.) Fayod
- Cystolepiota*
sistrata (Fr.) Singer
- Entoloma*
abortivum (Berk. & Curt.) Donk
albogrisea (Peck) Redhead
[cuspidatum Peck] see *Nolanea murraini lividoalbum* (Kuehner & Romag.) Moser
[mammosum (Fr.) Hesler] see *Nolanea mammosa*
[murraini Berk. & Curt.] see *Nolanea murraini*
[salmoneum (Peck) Sacc.] see *Nolanea quadrata*
[serrulatum (Pers. ex Fr.) Hesler] see *Leptonia serrulata*
- Flammulina*
velutipes (Curt. ex Fr.) Singer
- Galerina*
heterocystis (Atk.) Smith & Singer
paludosa (Fr.) Kuehner
tibiicystis (Atk.) Kuehner
- Gomphidius*
glutinosus (Schaeff. ex Fr.) Fr.
- Gymnopilus*
penetrans (Fr.) Murr.
sapinea (Fr.) Maire
spectabilis (Fr.) Singer
- Humidicutis*
marginatus (Peck) Singer
- Hydropus*
marginellus (Pers. ex Fr.) Singer
marginellus var. *rugodiscus* (Peck) [ined.]
- Hygrocybe*
cantharellus (Schw.) Murr.
coccinea (Schaeff. ex Fr.) Kummer
conica (Scop. ex Fr.) Kummer
flavescens (Kauff.) Singer
laeta (Pers. ex Fr.) Kummer

- [*marginata* (Peck) Murr.] see *Humidicutis marginatus*
miniata (Scop. ex Fr.) Kummer
nitida (Berk. ex Curt.) Murr.
psittacina (Schaeff. ex Fr.) Kummer
unguinosa (Fr.) Karst.
- Hygrophoropsis*
aurantiaca (Fr.) Maire
olida (Quél.) Metr.
- Hygrophorus*
 [*cantharellus* (Schw.) Fr.] see *Hygrocybe cantharellus*
 [*coccineus* Schaeff. ex Fr.] see *Hygrocybe coccinea*
 [*conicus* Scop. ex Fr.] see *Hygrocybe conica*
 [*flavescens* (Kauff.) Smith & Hesler] see *Hygrocybe flavescens*
flavodiscus Frost in Peck
 [*laetus* Pers. ex Fr.] see *Hygrocybe laeta*
 [*marginatus* Peck] see *Humidicutis marginatus*
 [*miniatus* Scop. ex Fr.] see *Hygrocybe miniata*
 [*nitidus* Berk. & Curt.] see *Hygrocybe nitida*
 [*psittacinus* Schaeff. ex Fr.] see *Hygrocybe psittacina*
puddingus (Fr.) Fr.
purpurascens (Fr.) Fr.
russula (Schaeff. ex Fr.) Quél.
sordidus Peck
speciosus Peck
 [*unguinosa* Fr.] see *Hygrocybe unguinosa*
- Hypholoma*
 [*capnoides* (Fr.) Kummer] see *Naematoloma capnoides*
 [*sublateritium* Fr.] see *Naematoloma sublateritium*
- Hypsizygus*
elongatipes (Peck) Bigelow
tessulatus (Bull. ex Fr.) Singer (This is the correct name for the North American fungus known for years as *Pleurotus ulmarius* — a different, European species.)
- Inocybe*
dstricta Fr.
geophylla (Sow. ex Fr.) Kummer
laccera (Fr.) Kummer
maculata Boud.
- Kuehneromyces*
vernalis (Peck) Singer & Smith
- Laccaria*
laccata (Scop. ex Fr.) Berk. & Br.
- Lactarius*
affinis Peck
aquifluus Peck [synonym *L. «helvus»* of North America]
atroviridis Peck
camphoratus (Bull. ex Fr.) Fr.
chrysorheus Fr.
colorascens Peck
deceptivus Peck
deliciosus (L. ex Fr.) Gray
griseus Peck
indigo (Schw.) Fr.
- lignyotus* Fr.
necator (Pers. ex Fr.) Karst. [synonym *L. turpis* (Weinm.) Fr.]
pseudodeceptivus Hesler & Smith
subdulcis (Bull. ex Fr.) Gray
subpurpureus Peck
thejogalus Fr.
torminosus (Schaeff. ex Fr.) Gray
uvidus Fr.
varius Peck
vellereus (Fr.) Fr.
vinaceorufescens A. H. Smith
- Lentinellus*
cochleatus (Fr.) Karst.
ursinus (Fr.) Kuehner
- Lentinus*
lepideus Fr.
- Lepiota*
acutesquamosa (Weinm.) Kummer
asperula Atk.
clypeolaria (Bull. ex Fr.) Kummer
fuscogamea (Peck) Sacc.
 [*seminuda* (Lasch) Kummer] see *Cystolepiota sistrata*
- Leptonia*
serrulata (Fr.) Quél.
- Leucopaxillus*
cerealis (Lasch) Singer [synonym *L. albissimus* (Peck) Singer]
laterarius (Peck) Singer & Smith
- Limacella*
illinita (Fr.) Murr.
- Lyophyllum*
 [*ulmarium* (Bull. ex Fr.) Kuehner] see *Hypsizygus tessellatus*
- Marasmiellus*
filopes (Peck) Redhead [ined.]
- Marasmius*
cohaerens (Pers. ex Fr.) Fr.
oreades Fr.
 [*piceina* Kauff.] see *Marasmiellus filopes*
rotula (Scop. ex Fr.) Fr.
scorodonius (Fr.) Fr.
siccus (Schw.) Fr.
- Melanoleuca*
alboflavida (Peck) Murr.
- Mycena*
alkalina (Fr.) Kummer
haematopus (Scop. ex Fr.) Quél.
hemisphaerica Peck
leaiana (Berk.) Sacc.
macrocystidiata Singer
 [*marginella* Pers. ex Fr.] see *Hydropus marginellus*
pura (Pers. ex Fr.) Kummer
rosella (Fr.) Kummer
rutilantiformis (Murr.) Murr.
strobilonooides Peck
subcaerulea (Peck) Sacc.
subincarnata (Peck) Sacc.
- Naematoloma*
capnoides (Fr.) Karst.
sublateritium (Fr.) Karst.

- Nolanea*
mammosa (Fr.) Quél.
murraii (Berk. & Curt.) Dennis
quadrata Berk. & Curt. [tesselatus (Bull. ex Fr.) Gill.] see *Hypsizygos tesselatus*
ulmarius (Bull. ex Fr.) Kummer] see *Hypsizygos tesselatus*
- Nothopanus*
porrigens (Fr.) Singer
- Oudemansiella*
[platyphylla (Fr.) Moser] see *Tricholomopsis platyphylla*
radicata (Rehl. ex Fr.) Singer
- Panellus*
serotinus (Pers. ex Fr.) Kuehner
stipticus (Bull. ex Fr.) Karst. (often spelled *stypiticus*)
violaceofulvus (Batsch ex Fr.) Singer
violaceofulvus forma delatrei Mont.
- Panus*
[operculatus Berk. & Curt.] see *Tectella patellaris*
[patellaris Fr.] see *Tectella patellaris*
rudis Fr.
[stipticus Bull. ex Fr.] see *Panellus stipticus*
[strigosus Berk. & Curt.] see *Pleurotus strigosus*
- Paxillus*
involutus (Batsch ex Fr.) Fr.
- Pholiota*
albocrenulata (Peck) Sacc.
aurivella (Batsch ex Fr.) Kummer
[caperata (Fr.) Kummer] see *Rozites caperata*
flammans (Batsch ex Fr.) Kummer
graveolens (Peck) Smith & Hesler
highlandensis (Peck) Smith & Hesler [synonym *P. carbonaria* (Fr.) Singer]
malicola (Kauff.) Smith
squarrosoides (Peck) Sacc.
tuberculosa (Schaeff. ex Fr.) Kummer
[vernalis (Peck) Smith & Hesler] see *Kuehneromyces vernalis*
- Phyllotopsis*
nidulans (Pers. ex Fr.) Singer
- Phyllotus*
[porrigens (Fr.) Karst.] see *Nothopanus porrigens*
- Pleurocybella*
[porrigens (Fr.) Singer] see *Nothopanus porrigens*
- Pleurotellus*
hypnophilus (Pers. ex Berk.) Fayod [synonym *P. herbarum* (Peck) Singer]
- Pleurotus*
[elongatipes Peck] see *Hypsizygos elongatipes*
ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kummer
[porrigens (Fr.) Gill.] see *Nothopanus porrigens*
sapidus Kalchbr.
[serotinus (Pers. ex Fr.) Kummer] see *Panellus serotinus*
strigosus (Berk. & Curt.) Singer
[subpalmatus (Fr.) Gill.] see *Rhodotus palmatus*
- Pluteus*
atricapillis (Secr.) Singer [synonym *P. cervinus* (Schaeff. ex Fr.) Kummer]
aurantiorugosus (Trog.) Sacc.
chrysolebius (Berk. & Rav.) Sacc. [synonym *P. admirabilis* (Peck) Peck]
- Psathyrella*
parvifibrillosa A. H. Smith
- Pseudoarmillariella*
ectypoides (Peck) Singer
- Resupinatus*
applicatus (Batsch ex Fr.) Gray
- Rhodocybe*
mundula (Lasch) Singer
- Rhodophyllus*
[abortivus (Berk. & Curt.) Singer] see *Entoloma abortivum*
[albogriseus (Peck) Singer] see *Entoloma albogrisea*
[lividoalbum Kuehner & Romag.] see *Entoloma lividoalbum*
[mammosus (Fr.) Quél.] see *Nolanea mammosa*
[murraii (Berk. & Curt.) Singer] see *Nolanea murraii*
[serrulatus !Pers. ex Fr.) Quél.] see *Leptonia serrulata*
- Rhodotus*
palmatus (Bull. ex Fr.) Maire
- Rozites*
caperata (Pers. ex Fr.) Karst.
- Russula*
alutacea (Pers. ex Schw.) Fr.
amygdaloides Kauff.
aurantiolutea Kauff.
borealis Kauff.
brevipes Peck
chamaeleontina (Fr.) Fr. [synonym *R. lutea* (Huds. ex Fr.) Gray]
crustosa Peck
cyanoxantha (Schaeff.) Fr. var. *variata* (Banning) Singer
decolorans Fr.
fragrantissima Romag.
roseipes (Secr.) Bres.
squalida Peck
[variata Banning] see *Russula cyanoxantha* var. *variata*
vesca Fr.
vesicatoria Burl.
xerampelina (Schaeff. ex Secr.) Fr.
- Schizophyllum*
commune Fr.
- Stropharia*
hornemannii (Weinm. ex Fr.) Lund. & Nanmf.
- Tectella*
patellaris (Fr.) Murr. [synonym *T. operculata* (Berk. & Curt.) Earle]

Tricholoma

- caligatum* (Viv.) Ricken
[*decorum* (Fr.) Quél.] see *Tricholomopsis decora*
flavobrunneum (Fr.) Kummer [synonym *T. transmutans* Peck]
flavovirens (Pers. ex Fr.) Lund. [synonym *T. equestre* (L. ex Fr.) Quél.]
myomyces (Pers. ex Fr.) Lange
vaccinum (Pers. ex Fr.) Kummer
virgatum (Fr.) Kummer [synonym *T. subacutum* Peck]

Tricholomopsis

- decora* (Fr.) Singer
platyphylla (Pers. ex Fr.) Singer
rutilans (Schaeff. ex Fr.) Singer

Xeromphalina

- campanella* (Batsch ex Fr.) Kuehner & Maire

Xerulina

- [*chrysopepla* (Berk. & Curt.) Singer] see *Cyptotrama asprata*

BOLETES (Poroid AGARICALES)

Boletinus

- cavipes* (Opat.) Kalchbr.
[*pictus* (Peck) Peck] see *Suillus pictus*
[*spectabilis* Peck] see *Suillus spectabilis*

Boletus

- affinis* Peck
[*auriporus* Peck] see *Pulveroboletus auriporus*
[*badius* Fr.] see *Xerocomus badius*
[*chrysenderon* Bull. ex Fr.] see *Xerocomus chrysenderon*
[*cyanescens* Bull. ex Fr.] see *Gyroporus cyanescens*
edulis Bull. ex Fr.
[*felleus* Bull. ex Fr.] see *Tylophilus felleus*
[*gracilis* Peck] see *Porphyrellus gracilis*
[*luteus* Fr.] see *Suillus luteus*
morrissii Peck
ornatipes Peck
[*piperatus* Fr.] see *Chalciporus piperatus*
pulverulentus Opat.
[*scaber* Fr.] see *Leccinum scabrum*
[*subglabripes* Peck] see *Leccinum subglabripes*
[*subtomentosus* Fr.] see *Xerocomus subtomentosus*
subvelutipes Peck

Chalciporus

- piperatus* (Bull. ex Fr.) Singer

Gyroporus

- cyanescens* (Fr.) Quél.
cyanescens var. *violaceotinctus* Watling

Leccinum

- aurantiacum* (Bull. ex St. Amans) Gray
chromapes (Frost) Singer
insigne Smith, Thiers & Watling
scabrum (Bull. ex Fr.) Gray
subglabripes (Peck) Singer

Porphyrellus

- gracilis* (Peck) Singer

Pulveroboletus

- auriporus* (Peck) Singer
lignicola (Kallenbach) Dick & Snell

Suillus

- americanus* (Peck) Snell
granulatus (L. ex Fr.) Kuntze
luteus (Fr.) Gray
pictus (Peck) Smith & Thiers
[*piperatus* (Bull. ex Fr.) Kuntze] see *Chalciporus piperatus*
placidus (Bon.) Singer
spectabilis (Peck) Kuntze
subluteus (Peck) Snell

Tylophilus

- [*chromapes* (Frost) Smith & Thiers] see *Leccinium chromapes*
felleus (Fr.) Karst.
[*gracilis* (Peck) Hennings] see *Porphyrellus gracilis*

Xerocomus

- badius* (Fr.) Gilb.
chrysenderon (Bull. ex St. Amans) Quél.
subtomentosus (Fr.) Quél.

CHANTARELLES AND RELATIVES (APHYLLOPHORALES, family *Cantharellaceae*)*Cantharellus*

- [*aurantiacus* Fr.] see *Hygrophoropsis aurantiaca*, under MUSHROOMS
cibarius Fr.
infundibuliformis Fr.
sphaerosporus Peck
tubaeformis Fr.
[*umbonatus* Gmel. ex Fr.] see *Cantharellula umbonata*, under MUSHROOMS

Craterellus

- cornucopoides* (L. ex Fr.) Pers.
fallax A. H. Smith

CORAL FUNGI (APHYLLOPHORALES, family *Clavariaceae*)*Clavaria*

- [*apiculata* Fr.] see *Ramaria apiculata*
[*appalachensis* Coker] see *Clavulinopsis appalachensis*
[*cristata* Fr.] see *Clavulina cristata*
[*denissima* Peck] see *Ramaria stricta* var. *concolor*
[*fistulosa* Fr.] see *Clavariadelphus fistulosus*
[*fusiformis* Fr.] see *Clavulinopsis fusiformis*
[*gracilis* Fr.] see *Ramaria gracilis*
[*kunzei* Fr.] see *Ramariopsis kunzei*
[*laeticolor* Berk. & Curt.] see *Clavulinopsis laeticolor*
[*ligula* Fr.] see *Clavariadelphus ligula*
[*mucida* Pers. ex Fr.] see *Lentaria mucida*
[*muscoides* L. ex Fr.] see *Clavulinopsis corniculata*
[*phycophylla* Leathers] see *Clavulinopsis vernalis*
[*rugosa* Fr.] see *Clavulina rugosa*
[*stricta* Fr.] see *Ramaria stricta*

- Clavariadelphus*
fistulosus (Fr.) Corner
ligula (Fr.) Donk
pistillaris (Fr.) Donk
- Clavicornona*
pyxidata (Fr.) Doty
- Clavulina*
cristata (Fr.) Schroet.
rugosa (Fr.) Schroet.
- Clavulinopsis*
appalachiensis (Coker) Corner
corniculata (Fr.) Corner
fusiformis (Fr.) Corner
laeticolor (Berk. & Curt.) Petersen
vernalis (Schw.) Corner
- Lentaria*
mucida (Fr.) Corner
- Mucronella*
aggregata Fr.
- Physalacria*
inflata (Schw.) Peck
- Ramaria*
apiculata (Fr.) Donk
gracilis (Fr.) Quéf.
stricta (Fr.) Quéf.
stricta var. *concolor* Corner
- Ramariopsis*
kunzei (Fr.) Donk
- TOOTH FUNGI (APHYLLOPHORALES, family
Hydnaceae and similar genera)
- Bankera*
fuligineo-alba (Schmidt) Coker & Beers
- Dentinum*
repandum (Fr.) Gray
umbillicatum (Peck) Pou.
- Hericium*
coralloides (Scop. ex Fr.) Gray
ramosum (Bull. ex Mérat) Létellier [synonym
H. laciniatum Leers ex Banker]
- Hydnellum*
aurantiacum (Batsch) Karst.
caeruleum (Hornem. ex Pers.) Karst. [synonym
H. cyaneotinctum Peck] Banker
velutinum (Fr.) Karst.
zonatum (Batsch) Karst.
- Hydnum*
[*coriaceo-membranaceus* Schw.] see *Phellodon tomentosus*
[*repandum* Fr.] see *Dentinum repandum*
- Phellodon*
niger (Fr.) Karst. var. *alboniger* (Peck) Har-
rison
tomentosus (Fr.) Banker
- Steccherinum*
fimbriatum (Fr.) Erikss.
ochraceum (Pers. ex Fr.) Gray
septentrionale (Fr.) Banker
- POLYPORES (APHYLLOPHORALES, families
Polyporaceae, *Ganodermataceae* and
poroid *Hymenochaetaceae*)
- Abortiporus*
[*borealis* (Fr.) Singer] see *Tyromyces borealis*
- Albatrellus*
ovinus (Fr.) Kot. & Pou.
- Amylocystis*
[*lapponicus* (Rom.) Bond. & Singer] see *Tyromyces lapponicus*
- Anomoporia*
myceliosa (Peck) Pou.
- Antrodia*
heteromorpha (Fr.) Donk
[*mollis* (Sommerf. ex Fr.) Karst.] see *Datronia mollis*
- Bjerkandera*
adusta (Fr.) Karst.
- Cerrena*
unicolor (Fr.) Murr.
- Chaetoporus*
[*subacidus* (Peck) Bond. & Singer] see
Perreniporia subacida
- Coltricia*
cinnamomea (Gray) Murr.
perennis (L. ex Fr.) Murr.
[*tomentosa* (Fr.) Murr.] see *Onnia tomentosa*
- Corirolellus*
[*heteromorphus* (Fr.) Bond. & Singer] see
Antrodia heteromorpha
- Coriolorpsis*
[*trabea* (Pers. ex Fr.) Bond. & Singer] see
Gloeophyllum trabeum
- Coriolus*
hirsutus (Wulf. ex Fr.) Quéf.
pubescens (Schum. ex Fr.) Quéf.
velutinus (Fr.) Quéf.
versicolor (L. ex Fr.) Quéf.
zonatus (Nees ex Fr.) Quéf.
- Cryptoporus*
volvatus (Peck) Hubbard
- Daedalea*
[*confragosa* Bolt. ex Fr.] see *Daedaleopsis confragosa*
quercina L. ex Fr.
[*unicolor* Fr.] see *Cerrena unicolor*
- Daedaleopsis*
confragosa (Bolt. ex Fr.) Schroet.
- Datronia*
mollis (Sommerf. ex Fr.) Donk
scutellatus (Schw.) Dom.
- Favolus*
alveolaris (DC. ex Fr.) Quéf.
- Fomes*
[*applanatus* (Pers. ex Wallr.) Gill.] see *Ganoderma applanatum*
[*conchatus* (Pers. ex Fr.) Gill.] see *Phellinus conchatus*
[*connatus* (Weinm.) Gill.] see *Oxyporus populinus*
fomentarius (L. ex Fr.) Kickx
[*igniarius* (L. ex Fr.) Kickx] see *Phellinus igniarius*
[*igniarius* var. *laevigatus* (Fr.) Overh.] see
Phellinus laevigatus

- [*officinalis* (Vill. ex Fr.) Faull] see *Fomitopsis officinalis*
 [*ohiensis* (Berk.) Murr.] see *Perenniporia ohiensis*
 [*pini* (Thore ex Pers.) Lloyd] see *Phellinus pini*
 [*pinicola* (Schwartz ex Fr.) Cooke] see *Fomitopsis pinicola*
 [*scutellatus* (Schw.) Cooke] see *Datronia scutellatus*
 [*subroseus* (Weir) Overh.] see *Fomitopsis cajanderi*
- Fomitopsis*
cajanderi (Karst.) Kot. & Pou.
officinalis (Fr.) Bond. & Singer
pinicola (Fr.) Karst.
rosea (Fr.) Karst.
- Ganoderma*
applanatum (Gray) Pat.
lucidum (Leys. ex Fr.) Karst.
tsugae Murr.
- Gloeophyllum*
sepiarium (Wulf. ex Fr.) Karst.
trabeum (Pers. ex Fr.) Murr.
- Gloeoporus*
dichrous (Fr.) Bres.
pannocinctus (Rom.) Erikss.
- Grifola*
umbellata (Fr.) Pilát
- Hapalopilus*
 [*albo-luteus* (Ell. & Ev.) Bond. & Singer] see *Pycnoporellus albo-luteus*
 [*fibrillosus* (Karst.) Bond. & Singer] see *Pycnoporellus fulgens*
 [*gilvus* (Schw.) Murr.] see *Phellinus gilvus*
nidulans (Fr.) Karst. [synonym *H. rutilans* (Pers.) Murr.]
- Hirschioporus*
abietinus (Dicks. ex Fr.) Donk
biformis (Klotzch) Ryv. [synonym *H. pargamenus* (Fr.) Bond. & Singer]
- Inonotus*
cuticularis (Bull. ex Fr.) Karst.
glomeratus (Peck) Murr.
obliquus (Fr.) Pilát
radiatus (Sow. ex Fr.) Karst.
- Irpex*
lacteus (Fr.) Fr.
- Ischnoderma*
resinosum (Fr.) Karst.
- Junghuhnia*
collabens (Fr.) Ryv.
- Laetiporus*
sulphureus (Bull. ex Fr.) Murr.
- Lenzites*
betulina (L. ex Fr.) Fr.
 [*saepiaria* (Wulf. ex Fr.) Fr.] see *Gloeophyllum sepiarium*
 [*trabea* (Pers. ex Fr.) Fr.] see *Gloeophyllum trabeum*
- Onnia*
tomentosa (Fr.) Karst.
- Oxyporus*
populinus (Fr.) Donk
- Perenniporia*
medulla-panis (Fr.) Donk
ohiensis (Berk.) Ryv.
pulchella (Schw.) Ryv.
subacida (Peck) Donk
- Phellinus*
conchatus (Fr.) Quéf.
ferruginosus (Schrad. ex Fr.) Pat.
gilvus (Schw.) Pat.
igniarius (L. ex Fr.) Quéf.
laevigatus (Fr.) Bourd. & Galz.
pini (Thore ex Fr.) Ames
- Piptoporus*
betulinus (Bull. ex Fr.) Karst.
- Podoporia*
 [*nigrescens* (Bres.) Bond] see *Rigidoporus nigrescens*
- Polyporus*
 [*abietinus* Dicks. ex Fr.] see *Hirschioporus abietinus*
 [*adustus* Willd. ex Fr.] see *Bjerkandera adusta*
 [*albellus* Peck] see *Tyromyces chioneus*
 [*albo-luteus* Ell. & Ev.] see *Pycnoporellus albo-luteus*
badius (Gray) Schw. [synonym *P. picipes* Fr.]
 [*balsameus* Peck] see *Tyromyces balsameus*
 [*betulinus* Bull. ex Fr.] see *Piptoporus betulinus*
 [*biformis* Klotzch] see *Hirschioporus biformis*
 [*biformis* Fries sensu Berk.] see *Trametes cervina*
 [*borealis* Fr.] see *Tyromyces borealis*
brumalis Pers. ex Fr.
 [*ceasius* Schrad. ex Fr.] see *Tyromyces ceasius*
 [*cinnamomeus* (Gray) Fr.] see *Coltricia cinnamomea*
 [*conchifer* (Schw.) Fr.] see *Poronidulus conchifer*
 [*cuticularis* Bull. ex Fr.] see *Inonotus cuticularis*
 [*dichrous* Fr.] see *Gloeoporus dichrous*
 [*dualis* Peck] see *Onnia tomentosa*
 [*fibrillosus* Karst.] see *Pycnoporellus fulgens*
 [*floriformis* Quéf.] see *Tyromyces floriformis*
 [*fragilis* Fr.] see *Tyromyces fragilis*
 [*gilvus* (Schw.) Fr.] see *Phellinus gilvus*
 [*glomeratus* Peck] see *Inonotus glomeratus*
 [*guttulatus* Peck] see *Tyromyces guttulatus*
 [*hirsutus* Wulf. ex Fr.] see *Coriolus hirsutus*
 [*immitis* Peck] see *Tyromyces immitis*
 [*lapponicus* Rom.] see *Tyromyces lapponicus*
 [*lucidus* Leys. ex Fr.] see *Ganoderma lucidum*
 [*nidulans* Fr.] see *Hapalopilus nidulans*
 [*ovinus* Schaeff. ex Fr.] see *Albatrellus ovinus*
 [*pargamenus* Fr.] see *Hirschioporus biformis*
 [*perennis* L. ex Fr.] see *Coltricia perennis*
 [*pubescens* Schum. ex Fr.] see *Coriolus pubescens*

- [*radiatus* Sow. ex Fr.] see *Inonotus radiatus*
 [*resinosus* Schrad. ex Fr.] see *Ischnoderma resinosum*
 [*schweinitzii* Fr.] see *Phaeolus schweinitzii*
 [*subacidus* Peck] see *Perenniporia subacida*
 [*subcartilagineus* Overh.] see *Tyromyces subcartilagineus*
 [*sulphureus* Bull. ex Fr.] see *Laetiporus sulphureus*
 [*tomentosus* Fr.] see *Onnia tomentosa*
 [*tsugae* (Murr.) Overh.] see *Ganoderma tsugae*
 [*tulipiferae* (Schw.) Overh.] see *Irpex lacteus*
 [*umbellatus* Pers. ex Fr.] see *Grifola umbellata*
 [*undosus* Peck] see *Tyromyces undosus*
 [*ursinus* Lloyd] see *Tyromyces lapponicus*
 [*velutinus* Fr.] see *Coriolus velutinus*
 [*versicolor* L. ex Fr.] see *Coriolus versicolor*
 [*volvatus* Peck] see *Cryptoporus volvatus*
 [*zonatus* Berk.] see *Coriolus zonatus*
- Poria**
 [*ferruginosa* (Schrad. ex Fr.) Karst.] see *Phellinus ferruginosus*
fimbriatella (Peck) Sacc.
inflata Overh.
 [*laevigata* (Fr.) Karst.] see *Phellinus laevigatus*
lenis (Karst.) Sacc.
 [*medulla-panis* (Fr.) Bres.] see *perenniporia medulla-panis*
 [*mollusca* (Pers. ex Fr.) Cooke] see *Trechispora mollusca*, under CORTICIOID FUNGI
 [*myceliosa* Peck] see *Anomoporia myceliosa*
 [*nigrescens* Bres.] see *Rigidoporus nigrescens*
 [*obliqua* (Pers. ex Fr.) Karst.] see *Inonotus obliquus*
 [*pannocincta* (Rom.) Lowe] see *Gloeoporus pannocinctus*
 [*prunicola* (Murr.) Sacc. & Trott] see *Phellinus laevigatus*
 [*pulchella* (Schw.) Cooke] see *Perenniporia pulchella*
radula (Pers. ex Fr.) Cooke
 [*rixosa* Karst.] see *Junghuhnia collabens*
 [*subacida* (Peck) Sacc.] see *Perenniporia subacida*
 [*taxicola* (Pers. ex Fr.) Bres.] see *Meruliopsis taxicola*, under CORTICIOID FUNGI
 [*tenuis* (Schw.) Cooke var. *pulchella* (Schw.) Lowe] see *Perenniporia pulchella*
vallantii (DC. ex Fr.) Cooke
vulgaris (Fr.) Cooke (probably misidentified)
xantha (Fr.) Cooke *sensu* Lind.
- Poronidulus**
conchifer (Schw.) Murr.
- Pycnoporellus**
albo-luteus (Ell. & Ev.) Kot. & Pou.
fulgens (Fr.) Donk
- Pycnoporus**
cinnabarinus (Jacq. ex Fr.) Karst.
- Rigidoporus**
nigrescens (Bres.) Donk
- Trametes**
americana Overh.
cervina (Schw.) Bres.
 [*heteromorpha* (Fr.) Bres.] see *Antrrodia heteromorpha*
 [*mollis* Sommerf. ex Fr.] see *Datronia mollis*
morgani Lloyd (probably misidentified)
 [*trabea* (Pers. ex Fr.) Bres.] see *Gloeophyllum trabeum*
- Tyromyces**
balsameus (Peck) Murr.
borealis (Fr.) Imaz.
caesius (Schrad. ex Fr.) Murr.
chioneus (Fr.) Karst. [synonym *T. albellus* (Peck) Bond. & Singer]
floriformis (Quél.) Bond. & Singer
fragilis (Fr.) Donk
guttulatus (Peck) Murr.
immitis (Peck) Bond.
lapponicus (Rom.) Lowe
subcartilagineus (Overh.) Dom.
undosus (Peck) Murr.
- CORTICIOID FUNGI (Remaining APHYLLOPHORALES)**
- Aleurocystidiellum**
subcruentatum (Berk. & Curt.) Lemke
- Aleurodiscus**
abietis Jacks. & Lemke
amorphus (Fr.) Schroet.
canadensis Skolko
farlowii Burt
 [*hiemalis* (Laur.) Erikss.] see *Globulicium hiemale*
lividocaeruleus (Karst.) Lemke
oakesii (Berk. & Curt.) Hoehn. & Litsch.
tsugae Yasuda in Lloyd
- Amphinema**
byssoides (Fr.) Erikss. [synonym *A. tomentellum* (Bres.) Christ.]
- Amylocorticium**
cebennense (Bourd.) Pou.
- Amylostereum**
chailletii (Pers. ex Fr.) Boidin
- Asterodon**
ferruginosum Pat.
- Asterostroma**
bicolor Ell. & Ev.
- Athelia**
 [*bicolor* (Peck) Parm.] see *Piloderma bicolor*
 [*byssinum* (Karst.) Parm.] see *Piloderma byssina*
decipiens (Hoehn. & Litsch.) Erikss.
fibulata Christ.
 [*galzinii* (Bourd.) Donk] see *Leptosporomyces galzinii*
 [*olivaceo-alba* (Bourd. & Galz.) Donk] see *Confertobasidium olivaceo-album*
salicum Pers.
- Boreostereum**
radiatum (Peck) Parm.

- Botryobasidium*
[*isabellinum* (Fr.) Rogers] see *Botryohypochnus isabellinus*
pruinatum (Bres.) Erikss. [synonym *B. coronatum* (Schroet.) Donk]
subcoronatum (Hoehn. & Litsch.) Erikss.
- Botryohypochnus*
isabellinus (Fr.) Erikss.
- Byssocorticium*
atrovirens (Fr.) Bond. & Singer
- Caldesiella*
[*ferruginosa* (Fr.) Sacc.] see *Tomentella crinalis*
[*viridis* (Alb. & Schw. ex Fr.) Pat.] see *Tomentella viridis*
- Ceraceomyces*
serpens (Fr.) Ginns
sublaevis (Bres.) Jül.
sulphurinus (Karst.) Erikss. & Ryv.
- Ceratobasidium*
cornigerum (Bourd.) Rogers
- Chondrostereum*
purpureum (Pers. ex Fr.) Pou.
- Clavulicium*
macounii (Burt) Erikss. & Boidin ex Parm.
- Columnocystis*
ambigua (Peck) Pou.
- Confertobasidium*
olivaceo-album (Bourd. & Galz.) Jül.
- Coniophora*
arida (Fr.) Karst.
olivacea (Pers.) Karst.
[*olivascens* (Berk. & Curt.) Mass.] see *Leucogyrophana olivascens puteana* (Fr.) Karst.
suffocata (Peck) Mass.
- Coronicium*
albo-glaucum (Bourd. & Galz.) Jül.
- Corticium*
[*albo-ochraceum* Bres.] see *Ramaricium albo-ochraceum*
[*bicolor* Peck] see *Piloderma bicolor*
[*bombycinum* (Fr.) Bres.] see *Hypochnicium bombycinum*
[*confluens* (Fr.) Fr.] see *Radulomyces confluens*
[*contiguus* Karst.] see *Intextomyces contiguus*
[*coronilla* Hoehn.] see *Sistotrema brinkmannii*
[*deflectans* Karst.] see *Phlebia deflectans*
[*hiemale* Laur.] see *Globulicium hiemale*
[*laeve* Pers. ex Fr.] see *Cyphellosterem laeve*
[*macounii* Burt] see *Clavulicium macounii*
[*niveocremeum* Hoehn. & Litsch.] see *Sistotremastrum niveocremeum*
[*pinicanadensis* (Schw.) Rogers & Jacks.] see *Cystostereum pinicanadense*
[*punctulatum* Cooke] see *Hypochnicium punctulatum*
[*seriale* Fr.] see *Phlebia serialis*
- [*stellulatum* Bourd. & Galz.] see *Trechispora stellulata*
[*sublaeve* Bres.] see *Ceraceomyces sublaevis sulphureo-isabellinum* Litsch.
[*sulphureum* Pers.] see *Trechispora vaga*
[*tsugae* Burt] see *Hyphoderma tsugae*
- Cotylidia*
undulata (Fr.) Karst.
- Cristella*
[*candidissima* (Schw.) Donk] see *Trechispora mollusca*
[*submicrosporium* (Litsch.) Christ.] see *Trechispora confinis*
[*sulphurea* (Pers. ex Fr.) Donk] see *Trechispora vaga*
- Christinia*
helvetica (Pers.) Parm.
mucida (Bourd. & Galz.) Erikss. & Ryv.
- Cryotochaete*
[*rufa* (Fr.) Lentz] see *Peniophora rufa*
- Cyphella*
[*fasciculatus* Schw. ex Berk. & Curt.] see *Merismodes fasciculatus*
- Cyphellopsis*
[*anomala* (Pers. ex Fr.) Donk] see *Solenia anomala*
- Cyphellosterium*
laeve (Fr.) Reid
- Cystostereum*
murrayii (Berk. & Curt.) Pou.
pinicanadense (Schw.) Parm.
- Cytidia*
salicina Burt
- Dacryobolus*
karstenii (Bres.) Oberw. ex Parm.
- Dendrothele*
acerina (Pers. ex Fr.) Lemke
alliacea (Quél.) Lemke
maculata (Jacks. & Lemke) Lemke
- Flagelloscypha*
trachychaeta (Ell. & Ev.) Cooke
- Globulicium*
hiemale (Laur.) Hjortst.
- Gloeocystidiellum*
citrinum (Pers.) Donk [synonym *G. radiosum* (Fr.) Boidin]
furfuraceum (Bres.) Donk
karstenii (Bourd. & Galz.) Donk
luridum (Bres.) Boidin
porosum (Bourd. & Galz.) Donk
- Grandinia*
[*brinkmannii* Bres.] see *Sistotrema brinkmannii*
[*farinacea* (Fr.) Bourd. & Galz.] see *Trechispora farinacea*
[*helvetica* (Pers.) Fr.] see *Christinia helvetica*
[*microspora* Karst.] see *Trechispora microspora*
[*raduloides* Karst.] see *Sistotrema raduloides*
- Haematostereum*
sanguinolentum (Alb. & Schw. ex Fr.) Pou.

- Hymenochaete*
badio-ferruginea (Mont.) Lev.
fuliginosa (Pers.) Bres.
tabacina (Fr.) Lev. [synonym *H. agglutinans* Ell.]
- Hyphoderma*
argillaceum (Bres.) Donk
clavigerum (Bres.) Donk
heterocystidium (Burt) Donk
medioburiense (Burt) Donk
mutatum (Peck) Donk
pallidum (Bres.) Donk
populneum (Peck) Donk
puberum (Fr.) Wallr.
sambuci (Pers.) Jül.
setigerum (Fr.) Donk [synonym *H. subtestaceum* (Litsch.) Donk]
tsugae (Burt) Erikss.
- Hyphodontia*
alienata (Lund.) Erikss.
alutacea (Fr.) Erikss.
aspera (Fr.) Erikss.
barba-jovis (Fr.) Erikss.
crustosa (Fr.) Erikss.
floccosa (Bourd. & Galz.) Erikss.
hastata (Litsch.) Erikss.
pallidula (Bres.) Erikss.
spathulata (Fr.) Parm.
subalutacea (Karst.) Erikss.
verruculosa Erikss. & Hjortst.
- Hypochnicium*
analogum (Bourd. & Galz.) Erikss.
bombycinum (Sommerf. ex Fr.) Erikss.
detriticum (Bourd. & Galz.) Erikss. & Ryv.
polonense (Bres.) Strid
punctulatum (Cooke) Erikss.
- Intextomyces*
contiguus (Karst.) Erikss. & Ryv.
- Kavinia*
alboviridis (Morg.) Gilb. & Bud.
himantia (Schw.) Erikss.
- Laeticorticium*
minnsiae (Jacks.) Donk
pini (Jacks.) Donk
roseocarneum (Schw.) Boidin
roseum (Pers. ex Fr.) Donk
- Laxitextum*
bicolor (Pers. ex Fr.) Lentz
- Leptosporomyces*
galzinii (Bourd.) Jül.
- Leucogyrophana*
mollusca (Fr.) Pou.
olivascens (Berk. & Curt.) Ginns & Weresub
- Maireina*
jacksonii Cooke
- Merismodes*
fasciculatus (Schw.) Donk
- Meruliopsis*
taxicola (Pers. ex Fr.) Ginns
- Merulius*
aureus Fr.
[ceracellus Berk. & Curt.] see *Ceraceomyces serpens*
- [*molluscus* Fr.] see *Leucogyrophana mollusca*
- [*rufus* Pers. ex Fr.] see *Phlebia rufa tremellosus* Fr.
- Metulodontia*
nivea (Karst.) Parm.
- Mycoacia*
[alboviride (Morg.) Miller & Boyle] see *Kavinia alboviridis*
fusco-atra (Fr.) Donk
[himantia (Schw.) Miller & Boyle] see *Kavinia himantia*
macrodon (Fr.) Miller & Boyle
- Odontia*
[alutacea (Fr.) Bourd. & Galz.] see *Hyphodontia alutacea*
[aspera (Fr.) Bourd. & Galz.] see *Hyphodontia aspera*
[bicolor (Alb. & Schw. ex Fr.) Qué.] see *Resinicium bicolor*
[barba-jovis (Fr.) Fr.] see *Hyphodontia barba-jovis*
[crustosa (Fr.) Qué.] see *Hyphodontia crustosa*
[fimbriata (Fr.) Fr.] see *Steccherinum fimbriatum*, under TOOTH FUNGI
[floccosa Bourd. & Galz.] see *Hyphodontia floccosa*
[fusco-atra (Fr.) Bres.] see *Mycoacia fusco-atra*
[macrodon (Pers. ex Fr.) Bourd. & Galz.] see *Mycoacia macrodon*
[papillosa (Fr.) Bourd. & Galz.] see *Hyphodontia verruculosa*
[pruinosa Bres.] see *Hypochnicium detriticum*
[spathulata (Fr.) Litsch.] see *Hyphodontia spathulata*
stipata (Fr.) Qué.] *sensu* Bourd. & Galz.
- [*Oxydotia*] see *Kavinia*
- Pauillacorticium*
ansatum Lib.
- Peniophora*
[alienata Lund.] see *Hyphodontia alienata laceum*
aurantiaca (Bres.) Hoehn & Litsch.
[burtii Rom.] see *Phanerochaete calotricha*
[byssoida (Fr.) Hoehn & Litsch.] see *Amphinema byssoida*
[carneola Bres.] see *Hyphoderma argillaceum*
cinerea (Pers. ex Fr.) Cooke
[clavigera (Bres.) Bourd. & Galz.] see *Hyphoderma clavigerum*
[crassa Burt] see *Dacryobolus karstenii flavoferruginea* (Karst.) Litsch.
[heterocystidia Burt] see *Hyphoderma heterocystidium*
heterogenea Bourd. & Galz.
incarnata (Pers. ex Fr.) Karst.
[juniperina (Bourd. & Galz.) Bourd. & Galz.] see *Tubulicrinus juniperinus*
[livida Burt] see *Phlebia segregata*
[longispora (Pat.) Hoehn.] see *Subulicystidium longisporum*

- [*martiana* (Berk. & Curt.) Burt] see *Phlebia martiana*
 [*mutata* (Peck) Hoehn. & Litsch.] see *Hyphoderma mutatum*
 [*nivea* (Karst.) Bourd. & Galz.] see *Metulodontia nivea*
 [*pallidula* Bres.] see *Hyphodontia pallidula*
 [*polonensis* (Bres.) Hoehn. & Litsch.] see *Hypochnicium polonense*
polygonia (Pers. ex Fr.) Bourd. & Galz.
pseudo-pini Weresub & Gibson
 [*pubera* (Fr.) Sacc.] see *Phlebia romelli*
rufa (Fr.) Boidin
 [*sambuci* (Pers.) Burt] see *Hyphoderma sambuci*
 [*sanguinea* (Fr.) Hoehn. & Litsch.] see *Phanerochaete sanguinea*
 [*sceptrifera* Jacks. & Weresub] see *Tubulicrinus sceptriferus*
 [*subalutacea* (Karst.) Hoehn. & Litsch.] see *Hyphodontia subalutacea*
 [*sulphurina* (Karst.) Hoehn. & Litsch.] see *Ceraceomyces sulphurinus*
 [*tomentella* (Bres.) Bres. in Bourd. & Galz.] see *Amphinema byssoidea*
 [*villis* Bourd. & Galz.] see *Repetobasidium ville*
- Phaeophlebia*
strigosozonata (Schw.) Cooke
- Phanerochaete*
calotricha (Karst.) Erikss. & Ryv.
sanguinea (Fr.) Pou.
- Phlebia*
albida Fr.
deflectans (Karst.) Ryv.
hydroides (Cooke & Mass.) Christ.
livida (Pers. ex Fr.) Bres.
martiana (Berk. & Curt.) Parm.
radiata Fr.
romelli (Litsch.) Parm.
rufa (Pers. ex Fr.) Christ.
segregata (Bourd. & Galz.) Parm.
serialis (Fr.) Donk
- Piloderma*
bicolor (Peck) Jül.
byssina (Karst.) Jül.
- Plicatura*
crispa (Fr.) Rea
nivea (Fr.) Karst.
- Porothelium*
 [*fimbriatum* (Pers. ex Fr.) Fr.] see *Stromatocypha fimbriata*
- Pseudotomentella*
humicola Larsen
mucidula (Karst.) Svrcek
umbrina (Fr.) Larsen [synonym *P. tristis* (Karst.) Larsen]
- Punctularia*
 [*strigosozonata* (Schw.) Talbot] see *Phaeophlebia strigosozonata*
- Radulomyces*
confluens (Fr.) Christ.
- Ramaricium*
albo-ochraceum (Bres.) Jül.
- Repetobasidium*
ville (Bourd. & Galz.) Erikss.
- Resinicium*
bicolor (Alb. & Schw. ex Fr.) Parm.
- Scytinostroma*
galactinum (Fr.) Donk
- Sistotrema*
brinkmannii (Bres.) Erikss.
confluens Pers. ex Fr.
raduloides (Karst.) Donk
sernanderi (Litsch.) Donk
- Sistotremastrum*
niveocremeum (Hoehn. & Litsch.) Erikss.
suecicum Litsch. ex Erikss.
- Solenia*
anomala (Pers.) Fuckel
candida Pers. [synonym *S. polyporoidea* (Peck) Burt]
- Sphaerobasidium*
minutum (Erikss.) Oberw.
- Stereum*
 [*ambiguum* Peck] see *Columnocystis ambigua*
 [*chailletii* (Pers.) Fr.] see *Amylostereum chailletii*
 [*exiguum* (Peck) Burt] see *Cotylidia undulata*
fasciatum (Schw.) Fr.
 [*fuscum* Schrad. ex Quél.] see *Laxitextum bicolor*
 [*murrayii* (Berk. & Curt.) Berk.] see *Cystostereum murrayii*
 ["pini" of North America] see *Peniophora pseudopini*
 [*purpureum* (Pers. ex Fr.) Fr.] see *Chondrostereum purpureum*
 [*radiatum* Peck] see *Boreostereum radiatum*
 [*sanguinolentum* Alb. & Schw.] see *Haematostereum sanguinolentum*
striatum (Fr.) Fr.
- Stromatocypha*
fimbriata (Pers. ex Fr.) Donk
- Stromatocyphella*
conglobata (Burt) Cooke
- Subulicystidium*
longisporum (Pat.) Parm.
- Thelephora*
anthocephala Bull. ex Fr.
caryophyllea (Schaeff.) Fr.
intybacea (Pers.) Fr.
terrestris Ehrhart ex Fr.
- Tomentella*
botryoides (Schw.) Bourd. & Galz.
cinerascens (Karst.) Hoehn. & Litsch.
crinalis (Fr.) Larsen
echinospora (Ell.) Bourd. & Galz.
ferruginea (Pers.) Pat.
microspora (Karst.) Hoehn. & Litsch.
molybdaea Bourd. & Galz.
pallidofulva (Peck) Litsch.

- papillata* Hoehn. & Litsch.
ruttneri Litsch.
sublilacina (Ell. & Holw.) Wakef.
 [trigonosperma Hoehn. & Litsch.] see *Tylospora asterophora*
 [tristis (Karst.) Hoehn. & Litsch.] see *Pseudotomentella umbrina*
viridis (Berk.) Cunn.
- Trechispora*
 [albo-ochracea (Bres.) Lib.] see *Ramaricium albo-ochraceum*
confinis (Bourd. & Galz.) Lib.
farinacea (Fr.) Lib.
microspora (Karst.) Lib.
mollusca (Fr.) Lib.
 [raduloides (Karst.) Rogers] see *Sistotrema raduloides*
stellulata (Bourd. & Galz.) Lib.
vaga (Fr.) Lib.
- Tubulicrinus*
angustus (Rogers & Weresub) Donk
chaetoporus (Hoehn.) Donk
gracillimus (Ell. & Ev. ex Rogers & Jacks.) Cunn. [synonym *T. glebulosus* Bres.]
juniperinus Bourd. & Galz.) Donk
sceptriferus (Jacks. & Weresub) Donk
subulatus (Bourd. & Galz.) Donk
- Tylospora*
asterophora (Bon.) Donk
- Vararia*
effusata (Cooke & Ell.) Rogers. & Jacks.
- Xenasma*
 [albo-glaucum (Bourd. & Galz.) Lib.] see *Coronicium albo-glaucum*
 [minutum Erikss.] see *Sphaerobasidium minutum*
- Xenasmatella*
tulasnelloidea (Hoehn. & Litsch.) Oberw.
- PUFFBALLS AND RELATIVES
 (GASTEROMYCETALES)
- Bovista*
plumbea Pers.
- Calvatia*
caelata (Bull.) Morg.
elata (Mass.) Morg.
- Crucibulum*
laeve (Huds. ex Rehl.) Kambly, Kambly & Lee
- Geastrum*
coronatum Pers.
- Lycoperdon*
curtisii Berk.
marginatum Vitt.
perlatum Pers. [synonym *L. gemmatum* Batsch]
pusillum Pers.
pyriforme Pers.
umbrinum Pers.
umbrinum var. *atropurpureum* (Vitt.) Hollos
- Nidularia*
pulvinata (Schw.) Fr.
- Rhizopogon*
nigrescens Coker & Couch
rubescens Tul.
- Scleroderma*
citrinum Pers. [synonym *S. aurantium* Pers.]
- Sphaerobolus*
stellatus Pers.
- JELLY FUNGI AND RELATIVES (AURICULARIALES, DACRYMYCETALES, AND TREMELLALES)
- Auricularia*
auricula (Schw.) Underw.
- Basidiodendron* (see also *Sebacina*)
nodosa Luck-Allen
- [*Bourdotia*] see *Sebacina*
- Calocera*
cornea (Fr.) Loudon
- Cerinomyces*
canadensis (Jacks. & Martin) Martin
- Dacrymyces*
deliquescens (Mérat) Duby
minor Peck
palmatum (Schw.) Bres.
punctiformis Neuh.
stillatus Fr. [synonym *D. abietinus* (Pers.) Schroet.]
- Dacryomitra*
 [brunnea Martin] see *Ditiola radicata* var. *gyrocephala*
 [nuda (Berk. & Br.) Part.] see *Ditiola radicata*
- Dacryopinax*
spathularia (Schw.) Martin
- Ditiola*
radicata Fr.
radicata var. *gyrocephala* (Berk. & Curt.) Kennedy
- Exidia*
candida Lloyd
glandulosa Fr. [synonym *E. spiculosa* (Gray) Sommerf.]
nucleata (Schw.) Burt
saccharina Fr.
- Exidiopsis*
fuliginea Rick
glaira (Lloyd) Wells
- Femsjonia*
peziziformis (Lev.) Karst. [synonym *F. luteoalba* Fr.]
- Guepinia*
 [spathularia (Schw.) Fr.] see *Dacryopinax spathularia*
- Guepiniopsis*
tortus (Fr.) Pat.
- Helicogloea*
lagerheimi Pat.
pinicola (Bourd. & Galz.) Baker [synonym *H. farinacea* (Hoehn.) Rogers]
- Heterochaetella*
dubia (Bourd. & Galz.) Bourd. & Galz.

- Phleogena*
faginea (Fr.) Link [synonym *P. decorticata* (Schw.) Martin]
- Platyglöea*
pustulata Martin & Cain
- Pseudohydnum*
gelatinosum (Fr.) Karst.
- Sebacina*
 [adusta Burt] see *Exidiopsis fuliginea caesio-cinerea* (Hoehn. & Litsch.) Rogers
deminuta Bourd.
epigaea (Berk. & Br.) Rea
eyrei Wakef.
rimosa Jacks. & Martin
- Tremella*
foliacea Fr.
mesenterica Retz. ex Fr. [synonym *T. lutescens* Fr.]
mycophaga Martin
- Tremellodendron*
cladonia (Schw.) Burt
- Tremellodon*
 [gelatinosum (Fr.) Fr.] see *Pseudohydnum gelatinosum*

Our knowledge of the fungal flora of Algonquin Park is far from complete. It is significant that by far the majority of our collections are from the western (hardwood forest) side of the park, which is traversed by Highway 60. Any additional records of fungi or comments concerning the above list would be most welcome and should be sent to the Algonquin Park Museum, Ministry of Natural Resources, Box 219, Whitney, Ontario, K0J 2M0.

Acknowledgments

Many individuals have contributed to our knowledge of the fungi of Algonquin. The major effort was by Paul Johnson, who searched the thousands of herbarium specimens at TRTC for labels that referred to Algonquin Park, or place names within the park. In the preparation of the species list, the

assistance of Dr. Joseph Ammirati, formerly of the University of Toronto, now at the University of Washington, Seattle, Dr. George L. Barron of the University of Guelph, Dr. Roy F. Cain, Dr. John Krug and Dr. David Malloch of the University of Toronto, and Dr. James H. Ginns, Mrs. Patricia LeClair, Dr. Scott A. Redhead and the late Dr. Luella K. Weresub of DAOM is especially appreciated. J. Ginns in particular helped guide the list through the wilderness of mycological nomenclature and critically reviewed this manuscript.

References

- BISBY, G. R., A. H. R. BULLER, J. DEARNESS, W. P. FRASER & R. C. RUSSELL, 1938. The Fungi of Manitoba and Saskatchewan. — Natn. Res. Coun., Ottawa, 189 p.
- COOKE, W. B. & R. POMERLEAU, 1964. IX International Botanical Congress. Field Trip no. 16. Fungi. — Mycologia, 56: 607-618.
- DENNIS, R. W. G., 1978. British Ascomycetes. — J. Cramer, Vaduz, 585 p.
- GROVES, J. W. & R. MACRAE, 1963. The Fungus records of Mr. H. A. C. Jackson from l'Islet Co., Quebec. — Can. Fld Nat., 77: 179-202.
- MARTIN, G. W. & C. J. ALEXOPOULOS, 1969. The Myxomycetes. — Univ. Iowa Press, Iowa City, 560 p.
- POMERLEAU, R., 1980. Flore des Champignons au Québec. — Les Éditions la Presse, Montréal, 652 p.
- POMERLEAU, R. & W. B. COOKE, 1964. IX International Botanical congress. Field trip no. 22. Quebec Fungi. — Mycologia, 56: 618-626.
- ROWE, J. S., 1972. Forest regions of Canada. — Canadian Forestry Service Publication, Information Canada, Ottawa, no. 1300, 172 p.
- SINGER, R., 1975. The Agaricales in Modern Taxonomy, 3rd ed. — J. Cramer, Vaduz, 912 p.
- WEHMEYER, L. E., 1950. The Fungi of New Brunswick, Nova Scotia, and Prince Edward Island. — Natn. Res. Coun. Canada, Ottawa, 150 p.

ANALYSES ET COMMENTAIRES

LA PARENTÉ ENTRE LES ENTOPROCTES ET LES BRYOZOAIRES

Edward O. DODSON

*Département de biologie, Université d'Ottawa,
Ottawa, Ontario K1N 6N5*

Résumé

Après leur découverte en 1869, on a discuté de la question de savoir si les Entoproctes étaient une classe de phylum des Bryozoaires ou un phylum indépendant. Depuis 1951, la majorité des zoologistes admettent avec Hyman que les Entoproctes forment un phylum séparé, mais Nielsen maintient qu'ils sont une classe du phylum des Bryozoaires. Une revue du développement de la morphologie des deux groupes fait ressortir leurs différences fondamentales. Les Entoproctes sont considérés ici comme un phylum indépendant, un rejeton très ancien de la même lignée évolutionnaire qui produisit les Bryozoaires plus tard.

Abstract

Since their discovery in 1869, it has been debated whether the entoprocts should be treated as a class of the phylum Bryozoa or as an independent phylum. Since 1951, most zoologists have accepted Hyman's judgment that they are an independent phylum, but Nielsen has argued for their inclusion in the phylum Bryozoa. A review of the development and morphology of the two groups has emphasized fundamental differences between them. The entoprocts are here regarded as an independent phylum, an early offshoot of the same line of descent which later gave rise to the Bryozoa.

Introduction

La majorité des phylums du règne animal, des vers plats aux groupes les plus évolués, peut être divisée en deux grandes séries, les Protostomiens et les Deutérostomiens (Hyman, 1940), surtout d'après les caractères embryologiques. Les Protostomiens commencent avec les vers plats; ils comprennent la majorité des groupes d'invertébrés; et ils atteignent leur apogée dans les grands phylums des Mollusques, Annélides, et Arthropodes. Les Deutérostomiens comprennent deux phylums très importants, les Echinodermes et les Chordés, et plusieurs phylums assez mineurs.

Quatre phylums mineurs — Entoprocta, Bryozoa (ou Ectoprocta), Phoronida et Brachiopoda — sont difficiles à classer dans l'une ou l'autre des deux séries, parce que les trois derniers montrent un mélange de caractères protostomiens et deutérostomiens. Les quatre possèdent un caractère commun: une couronne de tentacules ciliés, le lophophore, qui dirige vers la bouche un courant d'eau porteur de particules

alimentaires. À cause de cela, ils étaient groupés autrefois dans un seul phylum, les Molluscoïdes, mais personne ne préconise plus cela aujourd'hui. Bien que ces quatre groupes soient classés généralement comme des Protostomiens, le statut de chacun, sauf les Entoproctes, est incertain.

Les Entoproctes et les Bryozoaires sont petits, ordinairement moins d'un millimètre de longueur et chaque individu est peu visible. Les colonies entières d'Entoproctes échappent facilement à l'observation, mais les colonies de Bryozoaires peuvent être grandes et assez remarquables. L'individu, ou zoïde, soit entoprocte, soit bryzoaire, est un animal fixé, en forme de polype, avec une couronne de tentacules. À cause de cette similarité, on les considérait originellement comme un seul groupe, sous l'appellation «Polyzoa» (Thompson, 1830) ou «Bryozoa» (Ehrenberg, 1831). Nitsche (1869) a été le premier à reconnaître que les différences entre les deux groupes imposent leur séparation, et il proposa les noms «Entoprocta» et «Ectoprocta». Hatschek

(1877) a accepté cette proposition, et il l'incorpora dans son système taxonomique. Clark (1921) et Cori (1929) ont aussi séparé ces phylums, mais la majorité des zoologistes continuaient à les regrouper jusqu'à ce qu'Hyman (1951) utilise toute son influence pour faire accepter le concept de deux phylums, les Entoproctes et les Ectoproctes. Récemment, cependant, Nielsen (1971, 1977 a et b) a de nouveau suggéré que les Entoproctes et les Ectoproctes doivent être considérés comme les deux classes d'un seul phylum, les Bryozoaires, les Entoproctes étant à l'origine évolutionnaire des Ectoproctes. Il faut cependant rappeler brièvement la morphologie des deux groupes avant de discuter des mérites de cette proposition.

Morphologie des Entoproctes et des Ectoproctes

Un Entoprocte typique comprend un calice globuleux qui contient les organes, et un fin pédoncule fixé au substrat. Beaucoup de tels zoïdes peuvent être réunis par des stolons. Les tentacules forment à la périphérie du calice une petite couronne dans laquelle s'ouvrent la bouche et l'anus. Le système digestif en forme de U est le plus grand des organes. Dans le calice on trouve également une paire de protonéphridies, les gonades et un ganglion dont les nerfs sont raccordés au tube digestif et à chaque tentacule. Il n'y a qu'une cavité générale, potentielle parce qu'elle est remplie de cellules mésenchymateuses et de liquide. Cette cavité est en continuité ontogénétique avec le blastocoèle. C'est donc un pseudo-coelome, qui pénètre dans chaque tentacule. On ne trouve jamais de cavité générale ouverte, ni de péritoine.

Un Bryzoaire est aussi un animal en forme de polype, qui forme avec les autres individus des colonies de grandes dimensions. Chaque zoïde comprend deux éléments dissemblables, la zoécie (ou le cystide) et le polypide. La zoécie comprend la paroi du corps et la logette (présente dans la majorité des cas), alors que le polypide comprend le lophophore et les organes. Bien que les deux parties soient rattachées antérieurement, elles sont séparées par un coelome spacieux rempli de fluide et limité par un péritoine. Le coelome se prolonge dans chaque tentacule. Le lophophore est typiquement en forme de U, mais il peut être presque circulaire ou même étoilé. Il

entoure toujours la bouche, mais jamais l'anus. Des muscles rétracteurs permettent le retrait du polypide entier dans la zoécie, qui est très fréquemment fermée par un opercule. La zoécie est plus permanente que le polypide, puis que celui-ci dégénère périodiquement, formant un corps brun qui est détruit; un nouveau polypide est régénéré par la zoécie.

Les descriptions qui précèdent soulignent des différences à tous les niveaux, sauf celui de la forme générale. Néanmoins, Nielsen (1971, 1977 a et b) a récemment préconisé la réunion des Entoproctes et des Ectoproctes dans le seul phylum des Bryozoaires, et il pense que les Entoproctes sont à l'origine évolutionnaire des Ectoproctes. Il cite Jägersten (1968), selon qui il faut considérer tout le cycle de développement pour résoudre les problèmes de phylogénèse, et Nielsen pense que cela est favorable à sa thèse. En bref, il constate que les deux groupes ont assez de caractères en commun du point de vue de l'embryologie, de la morphologie et du cycle de développement pour qu'on puisse les considérer comme les classes d'un phylum; et parce que les Entoproctes sont plus primitifs, il faut les considérer comme ancestraux aux Ectoproctes. Nous allons maintenant faire l'examen de cette thèse.

Développement

Malgré l'insistance de Nielsen sur l'importance à donner aux cycles vitaux complets, on constate que la plupart de ses données sont de nature embryologique. Cela n'est pas surprenant, car des données basées sur le développement embryonnaire peuvent suggérer la parenté, malgré des discordances importantes entre les deux groupes sous ce rapport.

D'abord, Nielsen constate que «The entoproct larva is a typical trochophore», comme celle des Annélides et des Mollusques. Évidemment, la larve d'Entoprocte ressemble à une trochophore, mais les différents auteurs en donnent des interprétations différentes. Peu de changements surviennent pendant sa métamorphose; ainsi, Fänge (1969) a décrit les Entoproctes adultes comme des «sexually mature trochophores». Cependant, Hyman (1951) présente des données qui contredisent la conception de Nielsen. Chez la trochophore, la troisième division de segmentation est typiquement très inégale, et par conséquent quatre micro-

mères se séparent de quatre macromères. Chez les Entoproctes, par contre, les huit premiers blastomères sont à peu près égaux ; à la division suivante, l'inégalité se manifeste, mais les deux couches centrales de quatre cellules sont petites, alors que ce sont les couches sus-jacentes et sous-jacentes qui sont plus grandes et à peu près égales. Comme d'habitude, la cellule 4d se déplace vers l'intérieur pour former le mésoderme, mais elle produit du mésenchyme dispersé plutôt que les bandes solides de mésoderme d'une trochophore typique. La larve d'Entoprocte possède un organe apical typique, mais elle a de plus un organe préoral, semblable à l'organe apical, mais sans équivalent chez la trochophore typique. La trochophore typique porte une bande équatoriale de longs cils, le prototroque, ces cils étant portés par une bande de grandes cellules, les trochoblastes. Le «prototroque» d'un Entoprocte est portée par une bande de petites cellules qui entourent le bord ventral de la larve. De plus, la trochophore typique possède un système digestif en forme de L, alors que celui de la larve d'Entoprocte est en forme de U. De plus, entre la bouche et l'anus de la larve d'Entoprocte, on trouve une invagination profonde, l'atrium, qui manque totalement chez la trochophore typique. Les deux types de larve ont des protonéphridies, mais celles des entoproctes se terminent par des cellules à ampoule vibratile, tandis que celles des trochophores typiques se terminent par des solénoctes. On pourrait considérer ces différences, prises individuellement, comme ayant une importance mineure, mais ensemble elles remettent en question toute théorie fondée sur l'interprétation de la larve d'Entoprocte comme «une trochophore typique». Nielsen considère les yeux de certaines larves de *Loxosomellidés* comme un autre caractère commun aux deux groupes, mais Woollacott & Eakin (1973), qui ont étudié l'ultrastructure de ces yeux, ont conclu que «There is no apparent phylogenetic importance to either the occurrence or type of lens element in invertebrate eyes.»

Les larves d'Ectoproctes s'écartent aussi significativement de la trochophore typique, mais ces différences ne sont pas les mêmes que celles qui séparent la trochophore de la larve des Entoproctes. La larve *Cyphonaute* est très comprimée latéralement, et elle est protégée par des plaquettes bivalves qui n'ont aucun équivalent chez les autres larves pélagiques. De plus, il n'y a pas de

métatroque, et l'on trouve un sac interne, servant à la fixation, sans homologue chez les Entoproctes.

Nielsen juge la métamorphose semblable dans les deux groupes, mais il sous-estime une différence très importante: sauf les organes qui n'existent que chez la larve — organes apicaux et frontaux, et prototroque — et qui sont perdus à la métamorphose, tous les organes larvaires des Entoproctes persistent, très peu modifiés, chez l'adulte (Mariscal, 1965, 1975). Après la rotation cependant, la surface ventrale primitive se déplace vers l'extrémité distale, opposée au pédoncule. Chez les Ectoproctes, par contre, tous les organes larvaires sont détruits et remplacés par de nouveaux organes régénérés à partir de la zoécie fondatrice (l'ancestrule).

Les Entoproctes et les Ectoproctes se reproduisent tous par bourgeonnement. Nielsen (1971) a signalé des ressemblances entre les deux groupes sous ce rapport, qu'il interprète comme une autre preuve de parenté. La formation des bourgeons est en effet semblable chez les deux groupes, mais il y a une différence critique dans leur développement subséquent: chaque bourgeon d'Entoprocte forme un individu complet tandis que le bourgeon ectoproctaire ne forme qu'une zoécie, qui formera ensuite des polypides de la manière typique. Nielsen compare les bourgeons de *Loxosomella vivipara* et de *Loxosoma jaegersteni*, qui se forment dans des invaginations de l'épithélium larvaire, aux polypides qui se forment chez la larve des Ectoproctes phylactolèmes. Il néglige le fait que chaque bourgeon de *Loxosomella* ou de *Loxosoma* est un zoïde complet, tandis que chaque polypide ectoproctaire n'est qu'un élément d'une série, qui sera produit, puis détruit à l'intérieur de chaque zoécie. En somme, il confond la partie et le tout, et il n'est pas évident que ses données appuient sa thèse.

Chez les deux groupes, des kystes résistants ou des hibernacules peuvent assurer la survie d'une population dans des conditions défavorables. Nielsen (1971) cite cinq exemples chez les Entoproctes. Les statoblastes des Ectoproctes phylactolèmes sont bien connus (Hyman, 1959), et Nielsen signale plusieurs exemples chez les autres Ectoproctes. Mais le développement de ces hibernacules est semblable à celui des bourgeons, qu'on pourrait considérer comme un cas particulier de bourgeonnement.

L'interprétation qu'on peut en donner ne diffère donc pas de celle des autres bourgeons.

Morphologie adulte

Parce que les Entoproctes et les Ectoproctes sont tous deux des animaux petits et en forme de polype, l'examen superficiel suggère la parenté. L'étude plus approfondie, cependant révèle peu de similitudes. Hyman (1951) ne signale que la couronne tentaculaire et le système digestif en forme de U, et Nielsen ajoute que la cavité du corps fonctionne chez les deux groupes comme un squelette hydrostatique.

Les couronnes tentaculaires diffèrent considérablement. Les tentacules chez l'Entoprocte sont des excroissances simples et pleines de la marge ventrale du corps, et ils forment un cercle qui entoure la bouche et l'anus. Parce que des tentacules nouveaux s'ajoutent à l'extrémité postérieure, anale, Nielsen prétend que le cercle est ouvert morphologiquement, et que par conséquent, topologiquement, l'anus n'est pas «entoprocteux», c'est-à-dire à l'intérieur du cercle des tentacules; mais l'argument n'est pas convaincant. Par contre, les tentacules de l'Ectoprocte se développent à partir d'une crête spécialisée de forme variée; ils entourent toujours la bouche, mais l'anus est toujours nettement exclu; et chaque tentacule renferme une extension du coelome. À cause de ces différences, Hyman (1951) et Emig (1976) réservent le terme *lophophore* à l'organe tentaculaire des Bryozoaires et à la structure correspondante des Brachiopodes et des Phoronides. Ils excluent formellement la couronne tentaculaire de l'Entoprocte de la définition du lophophore.

Le système digestif est évidemment en forme de U chez les deux groupes, mais cela arrive fréquemment chez les animaux fixés (Hyman, 1951), par exemple, les Phoronidiens, Sipunculien, Comatulides, etc. La valeur phylogénétique de ce caractère est donc douteuse, bien que Nichols (1967, 1969) pense qu'un tel système en forme de U appuie sa thèse que les Echinodermes et les Sipunculien partagent un ancêtre commun. Cependant, il n'y a aucun doute que le pseudocoelome des Entoproctes et le coelome des Ectoproctes fonctionnent comme squelette hydrostatique essentiel aux mouvements des tentacules, et chez l'Ectoprocte, à l'extension du polypide. Encore ici, toutefois, de tels espaces remplis

de liquide et fonctionnant comme squelette hydrostatique sont répandus chez d'autres groupes d'Invertébrés (vers plats, et surtout Echinodermes) sans parenté avec les Entoproctes; ce caractère manque donc aussi de signification phylogénétique.

Selon Hyman (1951), «The insuperable difficulty in the way of this union is the pseudocoelomate nature of the body cavity of the Entoprocta whereas the Ectoprocta are typical coelomate animals.» La suggestion de Nielsen (1971) que le coelome des Ectoproctes puisse être homologue du pseudocoelome des Entoproctes semble très improbable. Il a émis l'opinion que des espaces du pseudocoelome auraient pu s'unir et acquérir un «péritoine» à partir des cellules mésenchymateuses. De tels espaces dans le pseudocoelome sont entièrement hypothétiques, et une telle origine de coelome et du péritoine est inconnue chez tous les groupes d'animaux.

Les ressemblances entre les adultes des Entoproctes et des Ectoproctes sont donc superficielles ou convergentes; par contre, on peut énumérer de nombreuses différences, à savoir:

Entoprocta	Ectoprocta
1. Tentacules simples, excroissances de la marge ventrale du zoïde	1. Couronne tentaculaire formant un vrai lophophore
2. Les tentacules se recroquevillent sur le zoïde en cas de danger	2. Le polypide entier se retire dans la zoécie en cas de danger
3. L'anus est à l'intérieur de la couronne de tentacules	3. L'anus est nettement en dehors du lophophore
4. Protonéphridies présentes	4. Aucun organe excréteur
5. La cavité du corps est un pseudocoelome	5. La cavité du corps est un vrai coelome
6. Chaque zoïde est une unité indivisible	6. Chaque zoïde comprend une zoécie et un polypide
7. Les gonades sont bien formées et fréquemment protandres	7. Les gonades manquent, et les gamètes se forment à partir du péritoine

En résumé, une étude attentive des cycles de développement des Entoproctes et des Ectoproctes suggère que les ressemblances reliées au développement larvaire ne donnent qu'un appui équivoque à l'hypothèse de proche parenté entre les deux groupes, tandis que les différences caractéristiques des adultes contredisent cette hypothèse.

Conclusion

Y a-t-il proche parenté entre les Entoproctes et les Ectoproctes? Est-ce qu'ils sont bien les deux classes d'un même phylum, les Bryozoaires? Ou est-ce que leur parenté est lointaine, de sorte qu'il faille les considérer comme deux phylums bien distincts? Depuis Hyman (1951), peu d'auteurs ont préconisé l'hypothèse de proche parenté mais la thèse de Nielsen (1971, 1977 a et b) dans ce sens doit être traitée avec sérieux à cause des recherches élaborées de cet auteur sur ces animaux. Fréquemment, on a cité Marcus (1958) comme défenseur de cette opinion bien qu'il y ait de la confusion quant à son point de vue. À la page 30 de sa revue, il écrit: «The Entoprocta can best be viewed as attached larvae of the Ectoprocta», tandis qu'à la page 31, il dit: «The scantiness of the ectomesodermal elements, which is a deutrostome feature of Phoronida, Ectoprocta, and Brachiopoda, separates these groups from the Entoprocta». Prenant & Bobin (1954) aussi favorisent un seul phylum, comprenant les Entoproctes et les Ectoproctes.

Dans l'introduction, j'ai cité plusieurs auteurs qui ont favorisé l'hypothèse des phylums indépendants. Les autres auteurs qui préconisent cette optique sont Atkins (1932), Hyman (1951, 1959), Brien & Papyn (1954), et Brien (1960, 1970). Hyman (1951) «questioned whether there is in fact any affinity between the two groups». Elle cherchait la parenté des Entoproctes avec les autres groupes pseudocoelomates, et surtout les Rotifères. Plus tard (1959), elle a retiré cette suggestion à cause de l'eutélie et de l'incapacité de régénération chez les Rotifères. Brien & Papyn (1954) et Marcus (1958) avaient suggéré que les Entoproctes puissent être un rejeton très ancien de la même lignée évolutionnaire qui produisit les Bryozoaires plus tard. Hyman a accepté cela en 1959, et la suggestion est encore acceptable vingt ans plus tard. Cette hypothèse possède plusieurs avantages. Elle tient compte des caractères communs qui ont impressionné Nielsen, mais elle donne également assez de temps pour l'évolution indépendante de ces caractères qui exigent la séparation des phylums, des Entoproctes et des Bryozoaires. De plus, si cet ancêtre commun était aussi l'ancêtre des autres phylums pseudocoelomates et lophophorates, l'hypothèse expliquerait les caractères communs aux Entoproctes et aux Rotifères, de même que les ressemblances entre les Ectoproctes et les

Phoronides. Elle donnerait aussi assez de temps pour l'évolution des différences évidentes entre les groupes. Les groupes dont il s'agit sont anciens, et ils ne sont pas parmi les groupes d'Invertébrés les plus évolués. Par conséquent, il est évident que l'ancêtre commun postulé ici doit être extrêmement ancien et proche de la racine de tout phylum à symétrie bilatérale.

Post-scriptum sur la nomenclature

Malheureusement, il existe des synonymes des noms «Entoprocta» et «Bryozoa». Nitsche (1869) est le premier auteur à reconnaître les Entoproctes comme un groupe séparé, et il inventa les noms contrastants «Entoprocta» et «Ectoprocta» pour ceux avec l'anus à l'intérieur (Ento-) ou en dehors (Ecto-) du lophophore. Clark (1921) maintient les deux groupes séparés, mais il renomma les Entoproctes «Calyssozoaires». Enfin, Cori (1929) introduisit un troisième nom: «Kamptozoa». Parce que «Entoprocta Nitsche» 1869 a une longue priorité, et comme il est évidemment convenable, il doit être le nom du phylum.

Longtemps avant qu'on soupçonnât la distinction entre les Entoproctes et les Ectoproctes, les groupes combinés étaient nommés «Polyzoa» par Thompson (1830) et «Bryozoa» par Ehrenberg (1831). Nitsche (1869) sépara les groupes et proposa «Ectoprocta» comme le nom du groupe plus avancé. Dans l'intervalle, «Polyzoa» est devenu presque universel chez les zoologistes d'Angleterre et du Commonwealth britannique, tandis que «Bryozoa» était préféré par les zoologistes continentaux et américains. Ce n'est qu'après Hyman (1951) qu'«Ectoprocta» fut généralement employé comme nom du phylum, bien qu'il fut commun auparavant comme sous-groupe des Polyzoaires ou des Bryozoaires.

À la fin des années soixante, la question du nom correct du phylum des Ectoproctes a été discutée dans les pages de la revue *Systematic Zoology* (Cuffey, 1969; Mayr, 1968; Schopf, 1967, 1968; Soule & Soule, 1968). Abbott (1975) en a résumé la conclusion: «This minor nomenclatural controversy appears to have been fully resolved, however, by Mayr, who designated (1968, p. 213) *Zoobotryon* Ehrenberg 1831 as the type genus of the class and phylum Bryozoa. Both the United States National Museum of Natural History and the British Museum (Natural History) use the term Bryozoa, that

latter institution having recently abandoned the name Polyzoa long used by British and Commonwealth zoologists».

Cuffey (1973) propose un système différent, basé sur la taxonomie numérique. Sa thèse pour la séparation des phylums et l'expression d'une parenté plus ancienne par leur inclusion dans le superphylum des Bryozoa concorde avec les conclusions du présent article. Mais Hyman (1959) donne des raisons concluantes, avec lesquelles je suis d'accord, contre l'utilisation de la catégorie «superphylum». De plus, je déplore son utilisation du nom «Calyssozoa» pour l'unique classe de son phylum «Entoprocta».

Ainsi, il se dégage un accord pour que «Bryozoa Ehrenberg 1831» soit le nom valide de la classe et du phylum des Ectoproctes. Mais «Ectoprocte» reste un nom utile, surtout dans les articles comme celui-ci, où les Entoproctes et les Ectoproctes sont systématiquement comparés.

Remerciements

Les recherches sur lesquelles cet article est basé ont été poursuivies à plusieurs stations de biologie marine pendant un congé sabbatique en 1978-1979. Je remercie l'Université d'Ottawa pour le congé sabbatique et les responsables des stations biologiques pour leur hospitalité et leurs facilités, à savoir: M. Alberto Monroy, Directeur de la Station zoologique de Naples; M. J. Soyer, Directeur du Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer; M. C. Cazaux, Sous-Directeur de la Station biologique d'Arcachon; et M. L. Cabioch, Sous-Directeur de la Station biologique de Roscoff.

Références

- ABBOTT, Marie B., 1975. Bryozoa. — Pages 155-176 in W. L. Smith & M. H. Chanley (eds.), *Culture of Marine Invertebrate Animals*. Plenum Press, New York, 338 p.
- ATKINS, D., 1932. The ciliary feeding mechanism of the entoproct Polyzoa, and a comparison with that of the ectoproct Polyzoa. — *Q. Jl. microsc. Sci.*, 75: 393-423.
- BRIEN, P., 1960. Le bourgeonnement et la phylogénèse des Entoproctes et des Ectoproctes. Réflexions sur les processus de l'évolution animale. — *Bull. Acad. r. Belg. Cl. Sci.*, 46: 748-766.
- BRIEN, P., 1970. Considérations phylogénétiques à propos des Lophophoriens. — *Bull. Acad. r. Belg. Cl. Sci.*, 56: 565-579.
- BRIEN, P. & L. PAPYN, 1954. Les entoproctes et la classe des bryozoaires. — *Annls Soc. r. zool. Belg.*, 85: 59-87.
- CLARK, A. H., 1921. A new classification of animals. — *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 400: 1-24.
- CORI, C. J., 1929. Kamptozoa. In «*Handbuch der Zoologie*», Kükenthal und Krumbach, Ed., 5(1), pt. 5: 1-64.
- CUFFEY, R. J., 1969. Bryozoa vs. Ectoprocta — the necessity for precision. — *Syst. Zool.*, 18: 250-251.
- CUFFEY, R. J., 1973. An improved classification, based upon numerical — taxonomic analyses, for higher taxa of entoproct and ectoproct bryozoans. — Pages 549-564 in G. P. Larwood (ed.), *Living and fossil Bryozoa*. Academic Press, London and New York, 634 p.
- EHRENBERG, C. G., 1828. *Symbolae physicae seu icones et descriptiones animalium evertebratorum*. 1833. *Beiträge zur physiologischen Kenntniss der Corallenthiere.* — *Abhandl. König. Akad. Wissensch. Berlin*, pt. 1, Physik. Kl., read 1831. (Cité de Hyman, 5: 501).
- EMIG, C. C., 1976. The lophophore — structure significative des Lophophorates (Brachiopodes, Bryozoaires, Phoronidiens). — *Zoologica Scripta*, 5: 133-137.
- FANGE, R., 1969. Gastrotricha, Kinorhyncha, Rotatoria, Kamptozoa, Nematomorpha, Nemertina, Priapulidea. — Pages 593-609 in M. Florin and B. T. Scheer (eds.), *Chemical Zoology*, v. 3. Academic Press, London and New York, 687 p.
- HATSCHKE, B., 1877. Embryonalentwicklung und Knospung der *Pedicellina echinata*. — *Z. wiss. Zool.*, 29: 502-549.
- HYMAN, Libbie H., 1940. *The Invertebrates*, v. 1. McGraw-Hill, New York, v. 3, 1951; et v. 5, 1959.
- JAGERSTEN, G., 1968. Livscyklens evolution hos Metazoa. *Läromedelsförlagen*, Stockholm.
- MARCUS, E., 1958. On the evolution of the animal phyla. — *Q. Rev. Biol.*, 33: 24-58.
- MARISCAL, R. N., 1965. The adult and larval morphology and life history of the entoproct *Barentsia gracilis* (M. Sars, 1835). — *J. Morph.*, 116: 311-338.
- MARISCAL, R. N., 1975. Entoprocta. — Pages 1-41 in Giese and Pearse, (eds.), *Reproduction of Marine Invertebrates*, v. 2. Academic Press, New York, 344 p.
- MAYR, E., 1968. Bryozoa versus Ectoprocta. — *Syst. Zool.*, 17: 213-216.
- NICHOLS, D., 1967. The origin of echinoderms. — Pages 209-229 in N. Millott (ed.), *Echinoderm Biology*, Symp. Zool. Soc. London, 20. Academic Press, London and New York, 240 p.
- NICHOLS, D., 1969. *Echinoderms*, 4th edition. Hutchinson Univ. Library, London, 192 p.
- NIELSEN, C., 1971. Entoproct life cycles and the entoproct/ectoproct relationship. — *Ophelia*, 9: 209-341.

- NIELSEN, C., 1977a. The relationship of Entoprocta, Ectoprocta and Phoronida. — *Am. Zool.*, 17: 149-150.
- NIELSEN, C., 1977b. Phylogenetic considerations: the protostomian relationships. Pages 519-534 in R. M. Woollacott and R. L. Zimmer, (eds.). *The Biology of Bryozoans*. Academic Press, New York, 566 p.
- NITSCHKE, H., 1869. Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. — *Z. wiss. Zool.*, 20: 1-36.
- PRENANT, M. & G. BOBIN, 1956. Bryozoaires. Première partie: Entoproctes, Phylactolèmes, Ctenostomes. *Faune de France*, 60. Éditions Paul LeChevalier, Paris.
- SCHOPF, T.J.M., 1967. Names of phyla: Ectoprocta and Entoprocta, and Bryozoa. — *Syst. Zool.*, 16: 276-278.
- SCHOPF, T.J.M., 1968. Ectoprocta, Entoprocta, and Bryozoa. — *Syst. Zool.*, 17: 470-472.
- SOULE, J. D. & D. F. SOULE, 1968. Perspectives of the Bryozoa: Ectoprocta question. — *Syst. Zool.*, 17: 468-470.
- THOMPSON, J. V., 1830. Zoological researches and illustrations. V. On Polyzoa. Cork, Ireland.
- WOOLLACOTT, R. M. & R. M. EAKIN, 1973. Ultrastructure of a potential photoreceptor organ in the larva of an entoproct. — *J. Ultrastruct. Res.*, 43: 412-425.

COMMUNICATIONS BRÈVES

ASCLEPIAS EXALTATA L.

SUR LE MONT SAINT-HILAIRE, QUÉBEC

Y. MAUFFETTE

Département de biologie, Université McGill, 1205 avenue Docteur Penfield,
Montréal, Québec H3A 1B1

Résumé

Asclepias exaltata L. est signalée pour la première fois au Québec. Elle fut récoltée sur le mont Saint-Hilaire, à l'intérieur d'une chênaie boréale.

Abstract

Asclepias exaltata L. is added to the flora of Québec. It was collected on the Mont Saint-Hilaire, inside an oak forest.

En juin 1979, sur le versant sud de Lake Hill (mont Saint-Hilaire), un spécimen d'*Asclepias exaltata* L. a été récolté à l'intérieur d'une chênaie boréale (Grandtner, 1966), une des associations végétales importantes de la montagne (Maycock, 1961; Philipps, 1972). Il semble que cette asclépiade n'ait jamais été rencontrée dans la région si l'on en juge par l'examen des principaux herbiers de l'est: CAN, CU, DAO, GH, MTJB, MTMG, MT, NY, QFA, QUE, SFS (Holmgren & Keuken, 1974). Il faudrait donc l'ajouter à la liste des espèces vasculaires du Québec.

Marsh Island semble être l'endroit le plus rapproché des frontières du Québec où l'on ait cueilli un spécimen d'*A. exaltata* en 1964. Cette île se situe en Ontario dans l'archipel des Mille-Îles, comté de Leeds (Répertoire géographique du Canada — Ontario, 1974) et bien que l'on ne retrouve aucune île de ce nom au Québec (Répertoire toponymique du Québec, 1978), le spécimen est étiqueté comme plante du Québec à l'herbier d'Agriculture Canada (DAO). Scoggan (1979) confirme la distribution de l'espèce pour le comté de Leeds. La plante récoltée au mont Saint-Hilaire est déposée à l'herbier de l'Université McGill au Collège MacDonald (MTMG).

Asclepias exaltata L.

Comté de Rouville: mont Saint-Hilaire, exposition sud de Lake Hill, à l'intérieur d'une éclaircie, avec *Quercus rubra*, re-

groupement de six plants, alt.: 185 m, (600 pi.) 45°33'N x 73°10'O, 27/6/1979, Yves Mauffette s.n. (MTMG).

La découverte au mont St-Hilaire d'*Asclepias exaltata*, espèce non mentionnée dans Rousseau (1974) et que l'on ne retrouve pas dans les différents herbiers, constituerait à la fois une addition à la flore du Québec et une extension nord-est de l'aire connue de distribution. En effet, Woodson (1954) limitait la distribution de l'espèce au sud de l'Ontario pour le Canada, et au sud du 45° parallèle pour les États de la Nouvelle-Angleterre.

Il serait intéressant de rechercher la présence d'*A. exaltata* dans la vallée du Richelieu et le long du fleuve Saint-Laurent, entre les grands lacs et l'archipel d'Hochelega, afin de déterminer si cette colonie du mont St-Hilaire constitue une population isolée, en dehors de son aire normale de distribution.

Remerciements

L'auteur remercie spécialement Mme M. J. Waterway et le Dr D. E. Swales du Collège MacDonald, ainsi que le Dr M. J. Lechowicz et M. L. Fortier de l'Université McGill, Mlle Lucie Bédard, Mme Rose-Marie Éthier.

Références

GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Les Presses de l'Université Laval, Québec, 216 p.

- HOLMGREN, P. K. & W. KEUKEN, 1974. Index Herbariorum. Part 1: the herbaria of the world, Sixth edition. — Oosthoek, Scheltema & Holkema, Utrecht, 397 p.
- MAYCOCK, P. F., 1961. Botanical studies on mont Saint-Hilaire, Rouville County, Québec. — Can. J. Bot., 39: 1293-1325.
- PHILLIPS, W. J., 1972. An evaluation of the relative importance index to the study of forest vegetation on mont Saint-Hilaire, Québec, Canada. — Thèse de maîtrise, Univ. McGill, 106 p. Non publié.
- RÉPERTOIRE GÉOGRAPHIQUE DU CANADA — Ontario, 1974, Gazetteer of Canada. 2nd edition. — Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Ottawa, 823 p.
- RÉPERTOIRE TOPONYMIQUE DU QUÉBEC, 1978. Commission de toponomie, Gouvernement du Québec, Éditeur officiel, Québec. 1 199 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec — Labrador. — Les Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.
- SCOGGAN, H. J., 1979. The flora of Canada. Part 4 — Dicotyledoneae. — National Museums of Canada, Ottawa, 1 771 p.
- WOODSON, R. E., Jr. 1954. The North American species of *Asclepias* L. — Ann. Missouri Bot. Gard., 41: 1-211.

UN MÂLE SANS YEUX COMPOSÉS DE *FORMICA SUBSERICEA* (FORMICIDAE, HYMENOPTERA)

A. FRANCOEUR

Département des sciences pures
Université du Québec à Chicoutimi
930, Jacques-Cartier, Chicoutimi, Québec G7H 2B1

Résumé

Les anomalies du développement conduisant à des monstruosités chez la fourmi sont regroupées en deux catégories. On rapporte l'existence d'un mâle de *Formica subsericea* dépourvu d'yeux composés. Il s'agit d'un cas très rare, apparemment nouveau pour le genre *Formica*.

Abstract

Two different kinds of developmental anomalies giving monstrosities can be recognized for ants. A male without compound eyes is reported for *Formica subsericea*. This is a very rare case apparently new for the genus *Formica*.

Les malformations morphologiques chez les fourmis ont fait l'objet de nombreuses mentions, comme on peut le constater, entre autres exemples, dans les textes de Buschinger & Stoewesand (1971), Sokolowski & Wisniewski (1975), Viehmeyer (1971) et Wheeler (1937). Elles s'avèrent relativement fréquentes dans cette famille d'insectes et constituent un chapitre intéressant de la tératologie entomologique.

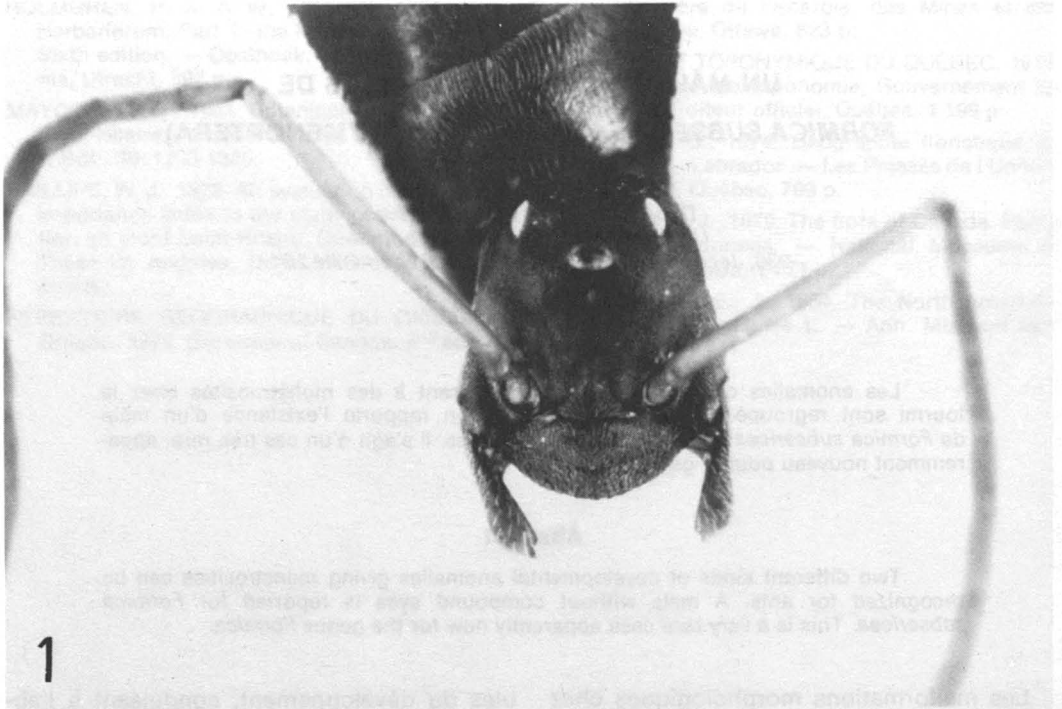
Les anomalies du développement qui affecte la forme adulte se révèlent ou se produisent au cours de la métamorphose de la larve en nymphe. On peut les ranger en deux catégories différentes selon la nature de leur origine: (1) malformations génétiques causées par des erreurs, des désordres, des déficiences ou des mutations dans les gènes; il en résulte par exemples des mosaïques tissulaires liées au sexe ou des individus intersexués, des réductions ou multiplications d'organes, etc. (2) malformations somatiques causées par le parasitisme, une alimentation perturbée ou des accidents physiques (brûlure, écrasement, etc.); il en résulte des variations de taille et diverses monstruosité. Cependant, il n'est pas toujours possible de distinguer entre les deux dans le cas des monstruosité.

Toutes les parties du corps peuvent être affectées; certaines, comme les appendices, le sont plus souvent. Par ailleurs, les trou-

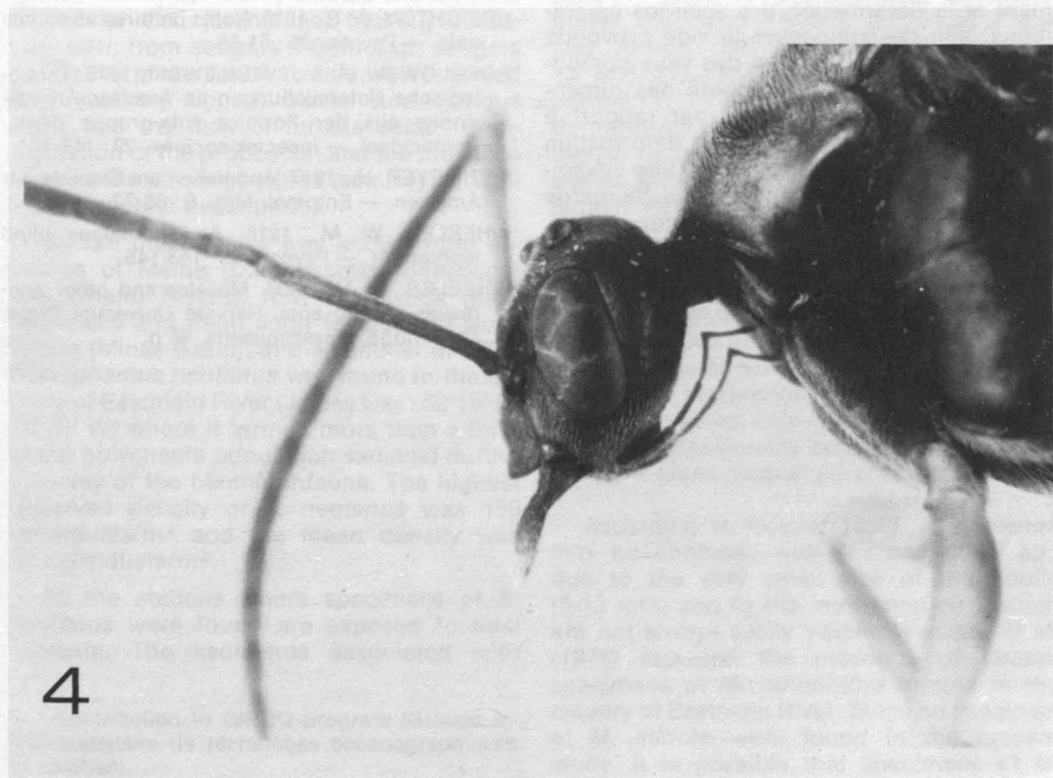
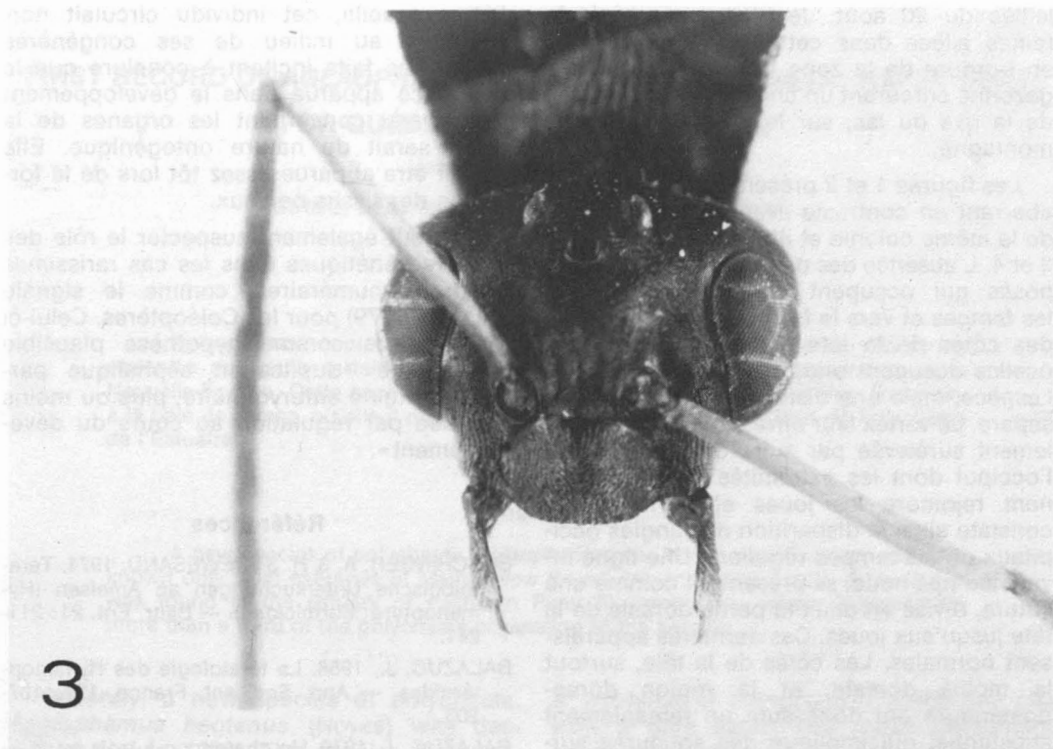
bles du développement, conduisant à l'absence de certains organes, restent très rares. L'inexistence d'un ou des deux yeux composés en constitue un bel exemple.

Creighton (1928) a rapporté l'absence de l'œil gauche chez une reine de *Monomorium minimum*. Il en résulte alors une asymétrie de la forme céphalique et une faible réduction de la taille. Lorsque les deux yeux composés manquent chez une ouvrière, il apparaît une forme symétrique, mais atypique de l'espèce. Wheeler (1916) mentionne un tel cas chez *Aphaenogaster patruelis bakeri*. Cependant, si les deux yeux sont absents chez les reines (femelles complètement développées) et les mâles, il en résulte une microcéphalie prononcée. On connaît ce rare phénomène chez d'autres Hyménoptères, par exemple, dans le genre *Bracon* (Balazuc, 1958; Creighton, 1928). On l'explique par l'absence de la partie du cerveau associée à la vision, incluant les lobes optiques et le protocérébron.

Je rapporte un tel cas pour un mâle de *Formica subsericea*. Ce spécimen appartient à un échantillon récolté au Lac Sergent, comté de Portneuf, Québec, portant le numéro 01465 dans la collection de l'auteur. Le nid, creusé dans le sol sous-jacent à une roche (32 × 14 × 7 cm), abritait de nombreux mâles, manifestement prêts pour le vol nuptial en cette journée enso-



Figures 1 et 2. Mâle aberrant: 1, la tête vue de face (avec un carton encoché sous-jacent). 2, la tête et la moitié antérieure du thorax vues de côté.



Figures 3 et 4. Mâle normal: 3, la tête vue de face (avec un carton encoché sous-jacent). 4, la tête et la moitié antérieure du thorax vues de côté.

leillée du 20 août. Je n'ai pas repéré de reines ailées dans cette colonie qui vivait en bordure de la zone boisée et du terrain gazonné entourant un chalet, à quelques 8 m de la rive du lac, sur le versant sud de la montagne.

Les figures 1 et 2 présentent ce spécimen aberrant en contraste avec un mâle normal de la même colonie et illustré par les figures 3 et 4. L'absence des deux grands yeux composés qui occupent habituellement, sous les tempes et vers le front, presque la moitié des côtés de la tête s'avère évidente. Les ocelles occupent une position typique pour l'espèce, mais une distance plus grande les sépare. Le vertex leur offre une base anormalement surélevée par suite du décalage de l'occiput dont les extrémités latérales viennent rejoindre les joues et le front. On constate ainsi la disparition des angles occipitaux et des tempes réguliers. Une ligne invaginée très nette, se présentant comme une suture, divise en deux la partie dorsale de la tête jusqu'aux joues. Ces dernières apparaissent normales. Les côtés de la tête, surtout la moitié dorsale, et la région dorso-postérieure ont donc subi un remaniement substantiel qui implique des soudures surprenantes, ainsi que la réduction, le déplacement et la déformation des sclérites épicroaniaux, afin de compenser le vide provoqué par le non-développement des yeux composés. Enfin, le clypéus présente des dimensions quelque peu réduites par rapport à celui des autres mâles et une déformation sagittale prononcée à cause d'une invagination médio-transverse plus forte. Sa marge antérieure est un peu plus convexe.

Malgré une microcéphalie prononcée, la tête apparaît parfaitement symétrique et équilibrée. L'examen des autres parties du corps ne révèle aucune anomalie externe. Avant

d'être recueilli, cet individu circulait normalement au milieu de ses congénères mâles. Ces faits incitent à conclure que la déficience apparue dans le développement du cerveau concernant les organes de la vision serait de nature ontogénique. Elle devrait être apparue assez tôt lors de la formation des tissus nerveux.

On peut également suspecter le rôle des facteurs génétiques dans les cas rarissimes d'yeux surnuméraires, comme le signale Balazuc (1979) pour les Coléoptères. Celui-ci retient alors comme hypothèse plausible celle d'une « duplication céphalique partielle d'origine embryonnaire, plus ou moins atténuée par régulation au cours du développement ».

Références

- BUSCHINGER, A. & H. STOEWESAND, 1971. Teratologische Untersuchungen an Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). — *Beitr. Ent.* 21: 211-241.
- BALAZUC, J., 1958. La tératologie des Hyménoptéroïdes. — *Ann. Soc. ent. France*, 127: 167-203.
- BALAZUC, J., 1979. Un charançon à trois yeux. — *L'Entomologiste* 35: 187-189.
- CREIGHTON, W. S., 1928. Notes on three abnormal ants. — *Psyche*, 35: 51-55.
- SOKOLOWSKI, A. & J. WISNIEWSKI, 1975. Teratologische Untersuchungen an Ameisen-Arbeiterinnen aus der Formica rufa-gruppe (Hym., Formicidae). — *Insectes sociaux*, 22: 117-134.
- VIHMEYER, H., 1917. Anomalien am Skelette der Ameisen. — *Entomol. Mitt.*, 6: 66-72.
- WHEELER, W. M., 1916. An anomalous blind worker ant. — *Psyche*, 23: 143-145.
- WHEELER, W. M., 1937. Mosaics and other anomalies among ants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 95 p.

FIRST RECORD OF *AGLAOPHAMUS NEOTENUS* (POLYCHAETA : NEPHTYIDAE) FOR QUÉBEC AND ARCTIC REGIONS¹

Jean-François GRENON

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

Résumé

Aglaophamus neotenus, espèce de polychète récemment décrite, n'avait été observée que dans certains estuaires du Maine, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Cette espèce a été récoltée dans l'estuaire de la rivière Eastmain, à la baie de James, où elle y représente plus du tiers de la population de Polychètes de l'Estuaire.

Abstract

A new species of polychaete, *Aglaophamus neotenus*, recently described, was known only from estuaries of Maine, New Brunswick and Nova Scotia. *A. neotenus* was found in the estuary of Eastmain River in James Bay, where it represents more than a third of the polychaete population of the Estuary.

Recently, a new species of polychaete, *Aglaophamus neotenus* (Noyes) was described (Noyes, 1980). This species is characterized mainly by heavily ciliated and involute interramal cirri (branchiae) bearing accessory cirri, from setigers 5-6 through setigers 15-20; the presence of acicula with recurved tips, capillary tipped, barred and spinous setae and the lack of furcate setae; ornamentation of the proboscis; and the presence of eyespots on setiger three (see Noyes, 1980 for a complete description).

So far, this species was known from estuaries of Maine (Damariscotta, Sheepscot and Orland Rivers), New Brunswick (Kennebecasis and Saint John Rivers) and Nova Scotia (Minas Basin). In the summer of 1980, *Aglaophamus neotenus* was found in the estuary of Eastmain River (James Bay : 52°15' N-78°35' W) where it formed more than a third of the polychaete population sampled during a survey of the benthic infauna. The highest observed density of *A. neotenus* was 139 individuals/m² and the mean density was 32 individuals/m².

All the stations where specimens of *A. neotenus* were found are exposed to tidal currents. The sediments associated with

A. neotenus is composed of slimy fine clay with a little sand. The mean percentage composition of the sediments at the stations where *A. neotenus* was found, is as follow: gravel 0%, sand 14.18%, silt 51.38% and clay 36.12%. The salinity ranged between 12 and 21‰ and the temperature ranged between 0°C or less during winter and 13°C during summer. *A. neotenus* was found at depths ranging between 2 and 8 m, in association with another polychaete, *Terebellides stroemi* (Sars) and the mollusc *Macoma balthica* (L.).

In some specimens collected from Eastmain Estuary, the branchiae are carried on the notopodial lobes of setigers 6-14 rather than the usual 5-15. This difference is not critical for the identification of *A. neotenus* since it involves only one or two segments and may occasionally occur on worms from different areas (Noyes, pers. comm.).

According to Noyes (1980), *A. neotenus* may be confused with *Micronephthys* sp., due to the very small size of the adults (5-12 mm) and to the interramal cirri which are not always easily visible. Wacasey et al. (1976) reported the presence of several specimens of *Micronephthys minuta* in the estuary of Eastmain River. Since no specimen of *M. minuta* were found in the present study, it is possible that specimens of *M.*

¹ Contribution to GIROQ program (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec).

minuta found by Wacasey *et al.* (1976) are in fact specimens of *A. neotenus*.

These collections are the first record of *Aglaophamus neotenus* for Québec and the Arctic Region (as defined by Dunbar, 1972) and represent a range extension of approximately 1 600 km.

Acknowledgements

This study has been realized under a research contract financed by the James Bay Energy Corporation (Société d'Énergie de la Baie James). I wish to thank Dr. G. S. Noyes (New York Ocean Science Laboratory, Montauk, N.Y.) for confirming my identification and for useful comments. I would

also like to thank Dr. E. Bourget for criticism of the manuscript.

Références

- DUNBAR, M. J., 1972. The nature and definition of the marine Subarctic with a note on the sea-life area of the Atlantic Salmon. — *Trans. R. Soc. Can.*, 10: 249-257.
- NOYES, G. S., 1980. The biology of *Aglaophamus neotenus* (Polychaeta: Nephtyidae), a new species from Maine and Canada. — *Biol. Bull.*, 158: 103-117.
- WACASEY, J. W., E. G. ATKINSON & L. KINLOUGH, 1976. Zoobenthos data from James Bay, 1959, 1974. — *Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep.*, no. 661, 62 p.

REVUE DES LIVRES

PRICE, P. W., 1980. **Evolutionary biology of parasites.** Monographs in population biology, no. 15. Princeton University Press, Princeton, N.J. xii + 239 p., 22 × 14,5 cm. Relié-toile ou cartonné, prix non indiqué.

Dans cette monographie, l'auteur met en doute l'opinion traditionnelle voulant que le mode de vie des parasites soit un cul-de-sac évolutif, en présentant la thèse qu'aucun groupe d'organismes ne peut surpasser les parasites du point de vue de leur potentiel pour une radiation adaptative permanente. Il propose six concepts généraux, trois touchant le milieu écologique des parasites et trois résumant les conséquences évolutives probables chez les espèces qui vivent sous de telles conditions écologiques. Les trois concepts écologiques sont (a) que les parasites sont adaptés à l'exploitation de milieux très petits et discontinus, (b) qu'ils représentent un cas extrême de spécialisation quant à l'exploitation des ressources et (c) qu'ils existent sous des conditions instables. Les concepts touchant les conséquences évolutives sont (a) que la vitesse d'évolution et de spéciation des parasites peut être très élevée, (b) que la radiation adaptative est très prononcée et que son étendue dans chaque taxon de parasite dépend de quatre facteurs principaux (soit la diversité des hôtes exploités, la taille de l'hôte potentiel, le temps disponible à l'échelle évolutive et la pression de sélection pour une modification coévolutive) et (c) que d'autres modes de spéciation que l'isolement géographique sont au moins aussi importants que la spéciation allopatrique.

Utilisant ces concepts généraux, l'auteur considère plusieurs aspects de la biologie évolutive des parasites : les populations et les communautés qui ne sont pas en équilibre (chapitre 3), les systèmes génétiques (chapitre 4), la spéciation des parasites et la radiation adaptative (chapitre 5), les niches écologiques, l'entassement des espèces (*species packing*) et l'organisation des communautés (chapitre 6) et l'impact des parasites sur la biologie évolutive de leurs hôtes.

Dans ce livre exceptionnellement bien écrit, l'auteur nous présente une thèse stimulante sur la biologie évolutive des parasites. Les exemples qu'il a sélectionnés pour appuyer ses arguments proviennent d'un large éventail de la littérature biologique, ce qui en fait selon moi un livre qui devrait être lu par tous les scientifiques qui s'intéressent à l'écologie, l'évolution et la parasitologie. Cet ouvrage est d'une grande valeur scientifique, non seulement à cause de l'originalité des hypothèses de l'auteur (il admet lui-même que certaines pourraient éventuellement s'avérer incorrec-

tes), mais parce qu'il y souligne à maintes reprises des domaines importants de recherche qui ont été malheureusement négligés jusqu'à maintenant.

Jeremy McNEIL

*Département de biologie
Université Laval*

O'KANE, J. P., 1980. **Estuarine water quality management.** Pitman Publishing Ltd., London, xii + 155 p., 15 × 23,5 cm. Relié, 52,95 US\$.

Publié dans la série des «*Monographs and Surveys in Water Resources Engineering*» du *Pitman Advanced Publishing Program*, l'ouvrage s'adresse avant tout aux ingénieurs chargés de planifier le rejet d'effluents biodégradables dans des eaux estuariennes. Ce livre peut toutefois se révéler utile à plusieurs spécialistes des milieux estuariens, puisqu'il expose une méthode mathématique permettant de calculer un cadre de référence constant pour des données échantillonnées dans un milieu soumis à la marée. L'ouvrage n'est accessible qu'aux chercheurs possédant une bonne formation mathématique.

L'auteur fournit une solution numérique au problème du rejet d'un effluent biodégradable dans un estuaire, sujet à deux contraintes : la réalisation des travaux au moindre coût possible, tout en maintenant la réduction d'oxygène dans l'eau à l'intérieur de limites données. Les préoccupations de l'auteur sont donc tout autant de nature écologique qu'économique. Les aspects proprement hydrodynamiques du problème et de la solution proposée relèvent de l'hydraulique estuarienne et c'est dans ce contexte que l'auteur décrit la transformation numérique permettant de se ramener à un cadre de référence constant, à partir des oscillations causées par la marée.

Par ailleurs, la solution du problème posé à l'ingénieur, étant données les contraintes, exige le recours à une technique d'optimisation. L'auteur propose l'analyse marginale discrète, qu'il présente comme étant l'un des algorithmes d'optimisation les plus simples. Cette méthode, qui n'exige qu'un minimum de calculs, pourrait se révéler utile pour les écologistes impliqués dans des problèmes de gestion, où ils doivent considérer à la fois des coûts et des impacts écologiques quantifiables. De même, la méthode de l'analyse marginale discrète pourrait être appliquée aux problèmes de planification de l'échantillonnage, où les coûts prennent une importance critique dans plusieurs cas.

Bien que n'étant pas destiné en premier lieu aux écologistes, l'ouvrage pourra intéresser cer-

tains d'entre eux qui travaillent en milieux estuariens ou encore qui ont à résoudre des problèmes de gestion.

Louis LEGENDRE

Département de biologie
Université Laval

GRONDIN, P. & M. MELANÇON, 1980. **Étude phytogéologique de la Grosse île au Marteau et de l'île à Samuel, archipel de Mingan, Québec.** Collection Études écologiques, vol. 2, Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, 227 p., 60 tabl., 10 fig., 17 × 25 cm. Broché, 7\$ (individus), 10\$ (institutions).

Ce livre est le deuxième d'une nouvelle collection de monographies scientifiques publiées par le Laboratoire d'écologie forestière de l'Université Laval. La collection intitulée « Études écologiques » réunit les travaux touchant le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, effectués dans les différentes régions du Québec, souvent peu étudiées ou peu connues.

L'ouvrage de Grondin et Mélançon contient les données détaillées sur la flore, la végétation et les sols de deux îles de l'archipel de Mingan : la Grosse île au Marteau et l'île à Samuel. Après avoir expliqué leurs méthodes de travail, les auteurs décrivent les principaux facteurs écologiques qui influencent l'archipel. Le climat, caractérisé par de fréquents brouillards, y est tempéré maritime avec de basses températures hivernales plus douces que celles à l'intérieur du continent. Les îles sont constituées de roches sédimentaires calcaires, datant de l'Ordovicien. Les deux formations géologiques, la Romaine et la Mingan, forment une série de trois cuestas, orientées nord-sud. Le passage du glacier du Wisconsin, il y a environ 12 000 ans, a marqué l'archipel et, depuis le relèvement isostatique qui a suivi la déglaciation, les îles sont érodées par l'action des vagues, de la gélifraction et de la dissolution chimique du calcaire. Il en résulte de nombreuses plages et flèches littorales ainsi que des falaises et d'atrayants monolithes d'érosion.

C'est la première fois que l'on analyse à la fois les sols, la flore et la végétation de l'archipel de façon aussi exhaustive. En ce qui a trait aux sols, ceux-ci appartiennent principalement aux quatre ordres suivants : podzolique, organique, régosolique et gleysolique. Ils couvrent respectivement 70, 10, 15 et 5% de la superficie étudiée.

Quant à la flore, les auteurs ont identifié 350 espèces vasculaires dont 60 représentent des additions à la « Flore de l'Anticosti-Minganie » de Marie-Victorin et Rolland-Germain (Presses de l'Université de Montréal, 1969). Il s'agit donc d'une flore très diversifiée mais aussi constituée de quelques taxons rares tels le *Cirsium foliosum* var. *minganense* et le *Cypripedium passerinum*. Parmi les 116 mousses, les 34 hépatiques et les 152

lichens récoltés, 29 lichens sont des additions au « Nouveau catalogue des lichens du Québec », publié par Lepage (Naturaliste can., vol. 99, p. 533-550, 1972), alors que les mousses et les hépatiques de l'archipel n'ont jamais été étudiées à l'exception de Couillard (Herbier Louis-Marie, Université Laval, 1978). Le lecteur trouve, en appendice, une liste annotée de tous les taxons.

Grondin et Mélançon reconnaissent, sur les deux îles, 60 groupements végétaux à l'intérieur de huit habitats : la forêt, la tourbière, la lande, le marais d'eau douce, la falaise, le littoral supérieur, le marais salé et le littoral inférieur. La forêt serait dominée par les sapinières contrairement à l'affirmation de Rowe (Min. Environ. Canada, 1972) et de Dufour (Cah. Géogr. Québec, 23 : 451-480, 1979) qui l'incluent dans la région forestière boréale dominée par l'épinette noire. C'est l'unité physiionomique la plus importante en superficie, elle en couvre 65% tandis que la tourbière et la lande en couvrent respectivement 11,5 et 12%.

L'essentiel des résultats obtenus est synthétisé dans les figures et cartes de la végétation actuelle et dans les tableaux floristiques.

Les deux îles possèdent un bon potentiel en vue de la création d'une réserve écologique. Les auteurs recommandent donc qu'elles soient protégées jusqu'au moment où une décision sera prise à propos de l'avenir de l'archipel.

Le livre est bien illustré avec des photographies et de nombreux schémas montrant les relations qui existent entre la végétation, le relief, les dépôts de surface et les sols. Enfin, une abondante bibliographie termine le volume ; elle sera très utile à quiconque s'intéresse aux travaux scientifiques de la Minganie.

Francine MARCOTTE

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval

TENORE, K. R. & B. C. COULL (éditeurs), 1981. **Marine benthic dynamics.** The Belle W. Baruch Library in Marine Science, Number 11. University of South Carolina Press, Columbia, South Carolina. 451 p., 17 × 25 cm. Cartonné-toile, 27,50\$ US.

En 1979, le « Belle Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research » de l'Université de la Caroline du Sud tenait son onzième symposium en sciences marines, sur le thème de la dynamique du benthos marin. La publication de « Marine Benthic Dynamics » découle directement de la tenue de ce symposium. Le livre regroupe vingt-trois articles, dont plusieurs ont été présentés aux assises de ce symposium mais aussi d'autres qui ont été rédigés spécialement pour cet ouvrage. C'est trop pour faire une évaluation critique de chacun.

Tous les articles, portent sur le benthos des substrats meubles du plateau continental. Les substrats meubles des grandes profondeurs et les substrats rocheux ne sont pas traités dans cet ouvrage. Les articles sont regroupés en quatre grandes sections. Deux articles, spécialement rédigés pour ce volume, ceux de Warwick et de Mills, débute la section «*Secondary Production*», qui comprend quatre articles. Ces deux articles font le point sur la dynamique de la micro- et de la macro-faune et leur importance dans la production et dans la structure des écosystèmes côtiers. La seconde section intitulée «*Population Studies*» contient cinq articles, portant tous sur des aspects expérimentaux de terrain. C'est une section stimulante! L'article de Dayton et Oliver, lui aussi spécialement rédigé pour ce volume, devrait être lu par tous ceux qui effectuent des travaux expérimentaux sur substrats rocheux ou meubles. La troisième section de ce volume, «*Nutrient Cycling*», porte sur le recyclage des éléments nutritifs dans le benthos. Les cinq articles présentés dans cette section traitent soit des échanges d'éléments nutritifs dans la couche néphéloïde, soit des échanges à plus grande échelle entre le pélagos et le benthos et réciproquement. L'article de Zeitzschel, qui a lui aussi été spécialement préparé pour ce volume, et dans lequel l'auteur révisé le cycle de la matière organique depuis sa production dans les eaux superficielles en passant par sa décomposition dans le benthos jusqu'à sa remise en suspension sous forme d'éléments minéraux, mérite mention. La dernière section intitulée «*Detritus*» est la plus substantielle; elle comprend neuf articles, por-

tant toutefois sur des aspects aussi différents que le rôle de la matière détritique et la nature des écosystèmes, et que le rôle de la bioturbation sur la croissance bactérienne dans les sédiments. Deux thèmes semblent toutefois prédominer: l'importance de l'azote comme élément limitant dans les systèmes détritiques et le contrôle biologique sur la minéralisation et la redistribution des détritiques dans les sédiments. Enfin, dans un résumé de cinq pages, les éditeurs responsables tentent de dégager les principaux thèmes discutés dans l'ouvrage.

Les éditeurs responsables ont mis un soin particulier à la préparation de ce livre qui, dans l'ensemble, présente des articles de qualité. Comme tout recueil d'articles, celui-ci est loin d'être homogène. Les inégalités sont encore plus accentuées par la présence d'articles spécialement préparés pour ce livre, articles généralement plus substantiels que ceux de chercheurs présentant les résultats de travaux plus particuliers. En revanche, contrairement aux comptes rendus de symposiums qui, sous un titre général, promettent un traitement complet d'un sujet, alors que le contenu est déterminé uniquement par les participants, ce livre couvre un éventail plus grand de sujets que ne l'aurait permis le simple compte-rendu des assises. Pour son prix, ce recueil est un très bon achat pour quiconque s'intéresse au benthos marin.

Edwin BOURGET

*Département de biologie
Université laval*

LIVRES REÇUS

- FONTAINE, P., G. MYRE & M. BOUDREAU, 1979. Les engins de pêche au Québec. Technologie et plans. — Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation, 57 p. (dont un grand nombre de figures), 25,7 × 30,7 cm, cahier à spirales sous carton dur, prix non indiqué.
- Ouvrage préparé par la Direction générale des pêches maritimes du Québec et l'Institut des pêches du Québec présentant en français les plans de multiples engins de pêche utilisés au Québec. Il s'agit d'un document certes destiné aux pêcheurs et aux industriels, mais qui pourra également prendre place dans les ouvrages de références des biologistes des pêches maritimes.
- HAMMEN, Carl S., 1980. Marine invertebrates. Comparative physiology. — University Press of New England, Hanover, New Hampshire, 127 p., 15 × 22 cm. Relié, 12,00\$ US.
- Revue concise des processus physiologiques fondamentaux chez les invertébrés marins, examinés dans la perspective des problèmes de survie.
- HELLER, R., 1981. Physiologie végétale. 1. Nutrition 2^e édition. — Masson, Paris, 244 p. 13,5 × 21 cm. Cartonné, prix non indiqué.
- Abrégé de notions fondamentales touchant la nutrition au sens large du terme, recouvrant l'alimentation elle-même, les facteurs qui la contrôlent et les synthèses qui la suivent.
- IRONSIDE, G. R., 1980. Inventaire des terres du Canada. Possibilités des terres pour la faune — Ongulés. Rapport sommaire. — Environnement Canada, Inventaire des terres du Canada, Rapport n° 17, 39 p.
- Rapport qui réunit les données de l'inventaire des terres qui traitent des possibilités des terres pour les Ongulés. La classification des terres pour les Ongulés s'y appuie sur sept espèces: le cerf, l'original, le wapiti, le caribou, l'antilope, le mouflon et la chèvre.
- JAWORSKI, J. F., 1980. Effets du plomb dans l'environnement — 1978. Aspects quantitatifs. — Conseil national de recherches du Canada, 853 p.
- Imposante revue de la littérature touchant les effets du plomb dans les écosystèmes et sur la santé. En plus de constituer une synthèse bien charpentée, cet ouvrage a l'avantage de présenter une imposante bibliographie de plus de 1 000 titres, en grande majorité publiés après 1970.
- RAZOULS, C., 1981. Répertoire mondial des copépodes planctoniques marins et des eaux saumâtres. Divers systèmes de classification. — Laboratoire Arago, Université Pierre et Marie Curie, Banyuls-sur-mer, France, 352 p. (miméographié).
- Bien qu'il s'agisse, comme le souligne l'auteur «d'un document de travail destiné à être amendé par les spécialistes», une revue d'écologie et de systématique ne peut manquer d'en souligner la parution, puisque ce travail pavera vraisemblablement la voie à un ouvrage plus définitif sur le classement des espèces de copépodes. Eu égard au fouillis actuel, c'est indéniablement un pas dans la bonne direction.
- SCHILT, J., A. M. BAUTZ & A. BAUTZ, 1981. Manuel pratique d'embryologie expérimentale. — Masson, Paris, 141 p., 16 × 24 cm. Cartonné, prix non indiqué.
- Guide de travaux pratiques proposant des procédés techniques et des expériences dans le domaine de l'embryologie.
- SEARS, M. & D. MERRIMAN (eds.), 1980. Oceanography: the past. — Springer-Verlag, New York, 812 p., 16 × 24 cm. Relié, 37,50\$ US.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Ernest LEPAGE (1905-1981)

L'abbé Ernest Lepage, né à Rimouski (Québec) le 1^{er} juin 1905, est décédé à Rimouski le 4 janvier 1981, après 45 ans d'explorations nordiques et de recherches assidues en floristique et en taxonomie végétale. Après un cours classique au Séminaire de Rimouski (B.A., 1926), Ernest Lepage entreprend des études de théologie au Grand Séminaire de Rimouski et est ordonné prêtre en 1929. Suivent 4 années de vicariat à Saint-Moïse (Matapédia), après lesquelles il s'inscrit, en 1933, à l'École supérieure d'agriculture de Sainte-Anne-de-la-Pocatière. Il y obtient un baccalauréat en sciences agricoles en 1936, puis il retourne à Rimouski où, jusqu'en 1961, il est rattaché à l'École d'agriculture à titre de professeur et de préfet des études. L'Université Laval lui décerne en 1943 une maîtrise en sciences pour une étude sur les Lichens, les Mousses et les Hépatiques du Québec. De 1961 jusqu'à sa retraite en 1975, il est curé de Saint-Simon-de-Rimouski. Il se retire à Rimouski, la ville qui l'a vu naître et le verra mourir et qui, entre ses expéditions gaspésiennes et nordiques, demeurera toujours son port d'attache.

Les premières campagnes botaniques de l'abbé Lepage, de 1936 à 1943, ont pour foyer la région de Rimouski et la Gaspésie. Puis, de 1943 à 1963, il explore le littoral de la baie James et la plupart des rivières qui s'y déversent (1943-44, 1946, 1950, 1952-60), aussi bien du côté ontarien que du côté québécois, et il traverse le Nouveau-Québec en canot du golfe de Richmond à Fort-Chimo (1945 et 1951) et de Fort-Chimo à la côte nord du golfe du Saint-Laurent via Schefferville (1961 et 1963). Au cours de ces périples, effectuées pour la plupart en compagnie du Père Arthème Dutilly, l'abbé Lepage parcourt en canot près de 7 500 kilomètres, accumulant par milliers les récoltes de plantes et de précieuses observations botaniques. Il passe aussi trois étés en Alaska (1947-49).

Ses contributions à la connaissance de la flore des régions subarctique et arctique de l'est de l'Amérique du Nord sont très importantes, aussi bien par l'abondance de ses récoltes que par la qualité de ses travaux floristiques et de ses études taxonomiques de certains groupes litigieux (Graminées, *Carex*, *Betula*, etc.). Il a décrit plus de 150 taxons nouveaux. Ses travaux scientifiques (environ 2 000 pages imprimées, pour près d'une certaine de contributions) furent en grande partie publiés par *Le Naturaliste canadien*. Son herbier personnel (légué à l'Université Laval) compte 35 000 spécimens, dont 30 000 plantes vasculaires. Au cours des dernières années de sa vie, sa contribution aux progrès de la connaissance fut reconnue par l'attribution de la médaille de la Fondation Marie-Victorin (1974), la médaille du Centenaire de la Société de géographie de Québec (1977) et un doctorat *honoris causa* de l'Université du Québec à Rimouski (1977).

Le départ de l'abbé Lepage laisse un vide difficile à combler. Cet homme discret sut, loin des instituts de recherche reconnus et en dehors des grands centres, acquérir rapidement une grande compétence en taxonomie des plantes vasculaires et sa réputation dépassait largement les frontières de son pays. En rappelant sa mémoire, ceux qui restent ne pourront oublier la passion d'Ernest Lepage pour l'étude des plantes, ni son labeur incessant, pas plus que les vastes connaissances, la discrétion et la simplicité qui les accueillirent au presbytère de Saint-Simon et, plus récemment, à Rimouski.

Pierre MORISSET

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

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

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à *double interligne* sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en *trois* exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

TEXTE

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

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

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

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

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

GENERAL PRACTICES

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

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

MANUSCRIPT DETAILS

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

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

REFERENCES

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

alphabetically by first author, according to the following examples:

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

Volume 108

1981

Numéro 1

BENOÎT, J. & G. POWER. Biologie de deux populations arctiques de Touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> (Walbaum), de la région du lac Minto, Nouveau-Québec	1-16
BARRON, J. R. The Nearctic species of <i>Ctenopelma</i> (Hymenoptera, Ichneumonidae, Ctenopelmatinae)	17-56
EK, C., D. CARON & J. ROBERGE. La forte teneur de gaz carbonique de l'air d'une cavité du Québec: la grotte de Saint-Léonard, île de Montréal	57-63
BERGERON, Y., A. BOUCHARD, S. CLAYDEN & G. N. MASSICOTTE. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec II	65-70
CHENG, B. T. Effet de la fumure N-P-K sur le rendement et la qualité du fraisier au Québec	71-77
THORN, G. The conspicuous Fungi of Algonquin Provincial Park, Ontario: A preliminary flora	79-95

ANALYSES ET COMMENTAIRES

DODSON, E. O. La parenté entre les Entoproctes et les Bryozoaires	97-103
---	--------

COMMUNICATIONS BRÈVES

MAUFFETTE, Y. <i>Asclepias exaltata</i> L. sur le mont Saint-Hilaire, Québec	105-106
FRANCOEUR, A. Un mâle sans yeux composés de <i>Formica subsericea</i> (Formicidae, Hymenoptera)	107-110
GRENON, J.-F. First record of <i>Aglaophamus neotenus</i> (Polychaeta: Nephtyidae) for Québec and Arctic Regions	111-112

REVUE DES LIVRES	113-116
------------------------	---------

NOTICE NÉCROLOGIQUE	117
---------------------------	-----

LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE



VOLUME 108

NUMÉRO 2

1981

LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR

GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

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

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

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

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*

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

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

REPRODUCTION DES GOÉLANDS À BEC CERCLÉ À L'ÎLE DE LA COUVÉE, QUÉBEC

M.-C. LAGRENADE¹ et P. MOUSSEAU

Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal,
5858, Côte des Neiges, bureau 400, C.P. 6128, Succ. A,
Montréal, Québec H3C 3J7

Résumé

Une étude de la reproduction des Goélands à bec cerclé (*Larus delawarensis*) de l'île de la Couvée (Québec) a permis d'estimer des succès de 0,74 œuf éclos par œuf pondu, 0,27 poussin envolé par œuf pondu et 0,77 poussin envolé par nid au cours de l'été 1978. Au cours de la saison de reproduction, le nombre d'œufs par nid et les succès d'éclosion et de reproduction diminuent significativement. Les nids de trois œufs obtiennent un meilleur succès d'éclosion que les nids à nombre d'œufs différent (1 à 6). Il n'y a pas de corrélation entre le succès de la reproduction et la densité des nids.

Abstract

A study of reproduction of ring-billed gulls (*Larus delawarensis*) on Ile de la Couvée (Québec) in 1978 showed that 0,74 chicks hatched per egg laid, 0,27 chicks fledged per egg laid and 0,77 chicks fledged per nest. Clutch size, hatching success and reproductive success of late nesting gulls were significantly lower than those of early nesting gulls. Hatching success of 3-egg clutches was greater than that of other sized clutches. There was no correlation between reproductive success and nest density.

Introduction

À l'été 1978, le couloir fluvial entre Montréal et Contrecoeur dans le sud du Québec comptait environ 22 000 couples nicheurs de Goélands à bec cerclé (*Larus delawarensis*) dont 50% étaient localisés à la colonie de l'île de la Couvée (Mousseau & Lagrenade, 1979). Cette colonie, la plus importante en nombre à l'est des Grands-Lacs (David *et al.*, 1977), n'avait jamais été l'objet d'études détaillées avant l'été 1978. Quelques dénombremments indiquaient cependant qu'elle était en pleine expansion, passant de plusieurs centaines de nids en 1972 à 4 000 nids en 1974 (Gauthier & Lepage, 1976), puis à près de 11 000 nids en 1978 (Mousseau & Lagrenade, 1979). Ainsi, à l'été 1978, une étude de la reproduction de cette colonie a

été entreprise afin d'en estimer les succès d'éclosion, d'envol et de reproduction en fonction de différents paramètres: la densité des nids, l'emplacement du nid au sein de la colonie, la taille de la ponte (le nombre d'œufs par nid) et le moment de la ponte. Nous espérons confirmer que les succès ne dépendent pas de la densité (Dexheimer & Southern, 1974), mais qu'ils dépendent plutôt de la taille de la ponte (Chardine, 1976 et 1978; Haymes & Blockpoel, 1978) et du moment de la ponte (Dexheimer & Southern, 1974; Ryder, 1975). Quant à l'effet de l'emplacement du nid au sein de la colonie, les avis sont partagés: Dexheimer & Southern (1974) et Ryder (1975) estiment que les succès d'éclosion, d'envol et de reproduction sont influencés par l'emplacement du nid, tandis que Somppi (1978) soutient le contraire.

¹ Department of Renewable Resources, MacDonald Campus of McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec H9X 1C0

Matériel et méthodes

L'île de la Couvée, aménagée à la fin des années 50 suite au remblayage du côté est de la canalisation de la voie maritime du St-Laurent, est située au sud de Montréal à 400 m au nord du pont Champlain (45°28'30" Lat. N. et 73°30'30" Long. O.) à 200 m de la rive sud du Fleuve. Elle s'étend sur une longueur de près de 1 km et sa largeur varie de 15 m à la pointe nord à 110 m à la pointe sud. La colonie est située dans la partie centre sud de l'île, occupant environ 2 ha, soit un peu moins du tiers de la surface totale de l'île (7 ha).

Pour l'étude de la reproduction de cette colonie, 8 places-échantillons ont été choisies. À cause du caractère semi-nidifuge des poussins de goélands, il fut indispensable d'utiliser des enclos. Huit enclos circulaires de 5 m de rayon faits de «broche à poule» de 25 mm de maille et de 75 cm de hauteur furent fixés au sol à l'aide de tiges de métal et de clous. Le choix de ces sites a été fait en fonction de 2 paramètres : leur emplacement au sein de la colonie et la densité des nids. Trois sites comportaient une faible densité ($0,44 \pm 0,04$ nid au m^2), trois autres une moyenne densité ($0,58 \pm 0,06$ nid au m^2) et les deux derniers, une forte densité ($0,82 \pm 0,01$ nid au m^2) pour une densité moyenne de nids de tous les sites de $0,58 \pm 0,16$ nid au m^2 . De plus, trois des enclos ont été construits au centre de la colonie et cinq autres sur la périphérie. Au début de la période de nidification, seules deux places-échantillons étaient pourvues d'un couvert végétal offrant protection à quelques poussins : respectivement trois jeunes Peupliers faux-tremble (*Populus tremuloides* : 10% de recouvrement) et une touffe de Grande Herbe à poux (*Ambrosia trifida* : 1% de recouvrement). Ce n'est qu'au début de juillet que la plante prédominante de la colonie, le Kochia à balais (*Kochia scoparia* : 40% de recouvrement) a pu servir de couvert pour les poussins.

Seuls les nids dans lesquels des œufs avaient été pondus ont été suivis, éliminant ainsi les nids non utilisés tels que définis par Ryder (1976). Ces nids ont été numérotés à l'aide d'un bâtonnet et les œufs marqués avec un crayon feutre non toxique. Les poussins goélands étant relativement nidifuges, nous n'avons pas toujours pu identifier de quel nid provenait un poussin donné. De plus, les œufs qui disparaissaient à partir du 24^e jour d'incubation [la durée moyenne de l'incubation est de 25 jours : Vermeer

(1970) et nos observations] étaient considérés comme éclos. Les poussins trouvés furent identifiés avec des bagues standard afin de pouvoir les suivre jusqu'à l'envol et les distinguer des poussins volant depuis peu de temps qui se seraient posés à l'intérieur de l'enclos.

L'étude a commencé le 4 mai et s'est terminée le 28 août 1978 au moment de l'envol des derniers poussins des enclos. Les places-échantillons étaient visitées tôt le matin, à tous les trois jours, lorsque le temps le permettait. Lors de ces visites, l'état des nids, des œufs et des poussins était noté.

Résultats

DATE DE PONTE

Dès le 24 avril, la colonie abritait au moins deux nids de deux œufs (N. David, comm. pers.). Comme il y a en moyenne deux jours d'intervalle entre la ponte des deux premiers œufs (nos données et Vermeer, 1970), nous supposons que la période de ponte en 1978 a débuté aux alentours du 22 avril. Le dernier œuf pondu au sein de nos places-échantillons datant du 30 juin, la période de ponte de la colonie a duré environ 70 jours. Au cours de cette période, nous discernons deux maxima de fréquence de ponte qui nous ont permis de délimiter arbitrairement deux périodes de ponte : la ponte hâtive et la ponte tardive (figure 1).

TAILLE DE LA PONTE

Au sein de nos places-échantillons, nous avons observé des nids contenant de 1 à 6 œufs. Cependant, près de 86% des nids contiennent trois œufs et la taille de la ponte moyenne de l'ensemble des places-échantillons est égale à $2,90 \pm 0,54$ œufs pondu par nid. La taille de la ponte ne varie pas significativement selon la densité ou l'emplacement du nid dans la colonie. Par contre, la taille des pontes hâtives ($2,97 \pm 0,47$ œufs pondus par nid) diffèrent très significativement ($X^2_{(6)}$ Pearson = 76,21, $p < 0,001$) de celle des pontes tardives ($2,28 \pm 0,74$ œufs pondus par nid). Les pontes supra-normales (c'est-à-dire les couvées de plus de 4 œufs) ne représentent que 1,3% des nids et n'apparaissent qu'en période hâtive.

SUCCÈS D'ÉCLOSION

Le succès d'éclosion défini comme étant le rapport des œufs éclos sur les œufs pon-

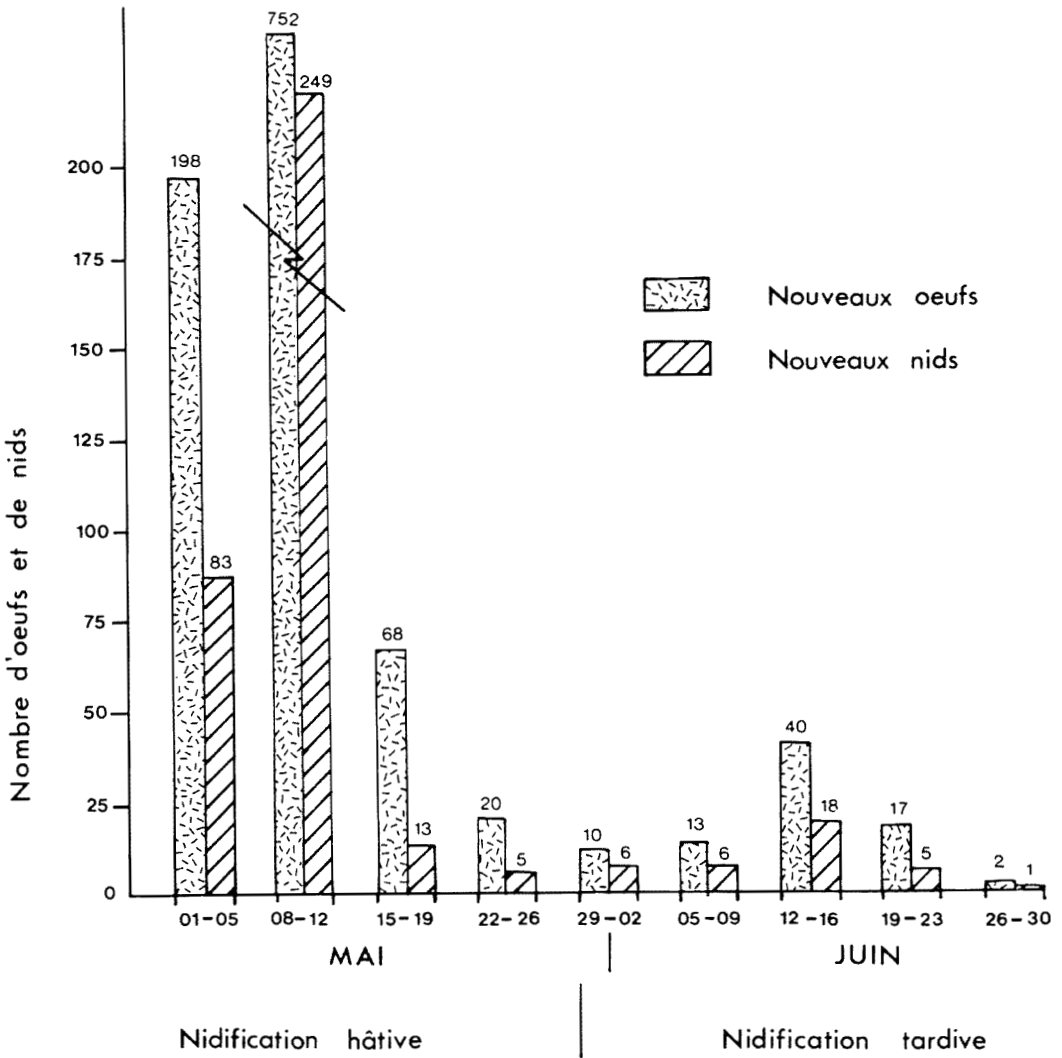


Figure 1. Variations dans l'apparition des nouveaux nids et nouveaux œufs de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée au cours de la période de nidification de 1978.

des (Haymes & Blockpoel, 1978) est pour l'ensemble des échantillons de 0,74 œufs éclos par œuf pondu (tableau I). Il n'y a pas de différence significative entre les succès d'éclosion selon la densité (*one-way*, $p = 0,296$), ou selon l'emplacement du nid dans la colonie (*one-way*, $p = 0,556$; tableau I). Les nids de trois œufs montrent le meilleur succès d'éclosion sans que cette différence ait une valeur significative, le test d'homogénéité des variances étant refusé

à 5%. Les pontes hâtives ont un succès significativement meilleur que les tardives (test de t , $p = 0,004$). Cette différence a par la suite été analysée selon les différents paramètres (tableau I). Il est intéressant de noter que les pontes tardives sont significativement inférieures aux pontes hâtives dans les échantillons de la périphérie (comparaison de 2 pourcentages, $t_{\infty} = 4,529$, $0,01 < p < 0,05$) où la densité des nids est faible ($t_{\infty} = 3,633$, $0,01 < p < 0,05$).

TABLEAU I

Variation du succès d'éclosion pour l'ensemble des places-échantillons et des pontes hâtives et tardives selon la densité des nids, l'emplacement du nid dans la colonie et la taille de la ponte des Goélands à bec cerclé

		<i>Saison complète</i>	<i>Ponte hâtive</i>	<i>Ponte tardive</i>
Ensemble des places-échantillons		0,74 (1120 ¹)	0,75 (1038)	0,55 (82)
Densité des nids (nid / m ²)	Faible (0,44)	0,71 (318)	0,74 (291)	0,41 (27)
	Moyenne (0,58)	0,77 (414)	0,78 (387)	0,59 (27)
	Forte (0,82)	0,73 (388)	0,74 (360)	0,64 (28)
Emplacement dans la colonie	Centre	0,75 (473)	0,75 (436)	0,68 (37)
	Périphérie	0,73 (647)	0,75 (602)	0,44 (45)
Taille de la ponte (œufs / nid)	1	0,18 (11)	0,20 (50)	0,17 (6)
	2	0,60 (68)	0,65 (40)	0,54 (28)
	3	0,77 (990)	0,78 (942)	0,60 (48)
	4	0,67 (24)	0,67 (24)	
	5	0,40 (15)	0,40 (15)	
	6	0,25 (12)	0,25 (12)	

¹ nombre d'œufs pondus

MORTALITÉ DES OEUFS

Parmi les 293 œufs qui n'ont pu se rendre à terme, 6 catégories de mortalité sont observées (tableau II). Les œufs qui disparaissent avant le 24^e jour d'incubation, ne pouvant laisser croire à une éclosion, regroupent 34% de la mortalité. Ces disparitions sont probablement dues à deux types de comportement prédateur qui ont été observés chez les goélands: les goélands mangent des œufs non protégés (nos observations; Vermeer, 1970; Robert & Ralph, 1975) et un parent voyant un de ses œufs fortement attaqué le mangera (Vermeer, 1970). La forte mortalité des œufs observée pendant l'éclosion est sans doute attribuable à notre présence. Comme le couvert végétal est peu important à la fin de mai, moment où l'éclosion est à son plus fort, la protection que procure les parents est essentielle. De plus, à cette période intense d'éclosion (22 au 30 mai), la région montréalaise a connu une vague de chaleur avec des températures maximales de 31,5°C et moyenne de 20,78 ±

3,49°C et des cieux sans nuages (Anonyme, 1978). Ainsi, lors de nos visites, les œufs en train d'éclore, laissés sans protection, ont certainement souffert de l'exposition au soleil. Vingt pourcent (20%) des œufs morts étaient couvés, ils se caractérisent par leur légèreté due à la dégradation du contenu. Il n'est pas possible de distinguer parmi ces œufs couvés les œufs infertiles des œufs dont l'embryon est mort en bas âge.

SUCCÈS D'ENVOL

Le succès d'envol représente le nombre de poussins vivants pour un âge donné. Ce succès peut se calculer par rapport au nombre d'œufs pondus (succès d'envol par œuf) ou par rapport au nombre d'œufs éclos (succès d'envol par poussin) (Haymes & Blockpoel, 1978). Certains auteurs considèrent comme envolé tout poussin ayant atteint l'âge d'envol théorique de 21 jours (Dexheimer & Southern, 1974; Somppi, 1978) ou de 23 jours (Chardine, 1976). Cependant, l'histogramme de distribution de

TABLEAU II

Causes de mortalité des œufs de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée

Causes de mortalité	Ensemble des places-échantillons (nombre d'œufs morts)	%
Disparition «œufs morts lors de l'éclosion»	100	34,13
«œufs couvés»	81	27,65
Roulade hors du nid	59	20,14
Faiblesse de la coquille	26	8,87
Attaques	14	4,78
	13	4,44
TOTAL	293	100,00

l'âge d'envol réel des poussins objets de notre étude montre que la majorité des poussins (55%) s'envolent entre 31 et 35 jours (figure 2). Ainsi, afin de connaître le pourcentage de poussins qui s'envolent de la colonie, nous avons calculé le succès

d'envol final qui correspond aux poussins envolés d'âge supérieur à 21 jours et que l'on a pas retrouvés morts par la suite, et afin de pouvoir comparer nos données avec celles de différents auteurs, nous avons calculé ces succès pour les âges de 21 et 23 jours. Dans ces cas, le nombre de poussins envolés correspond à un dénombrement d'individus vivants. Parce que l'on ne connaissait pas toujours le nid d'où provenaient les poussins, nous n'avons pu calculer le succès d'envol en fonction de la taille de ponte. Comme pour les succès d'éclosion, nous n'observons aucune différence significative entre les succès d'envol par œuf et par poussin enregistrés aux places-échantillons de différentes densités (comparaison de 2 pourcentages, $t_v = 0,99$, $p > 0,05$) et selon l'emplacement dans la colonie ($t_v = 1,12$ et $1,18$, $p > 0,05$) (tableau III). Les succès d'envol par poussin des pontes hâtives est significativement inférieur (comparaison de 2 pourcentages, $t_v = 2,47$, $0,01 < p < 0,05$) à celui des pontes tardives. Comme à l'éclosion, les pontes tardives avaient le plus faible succès, les succès d'envol par œuf, qui tien-

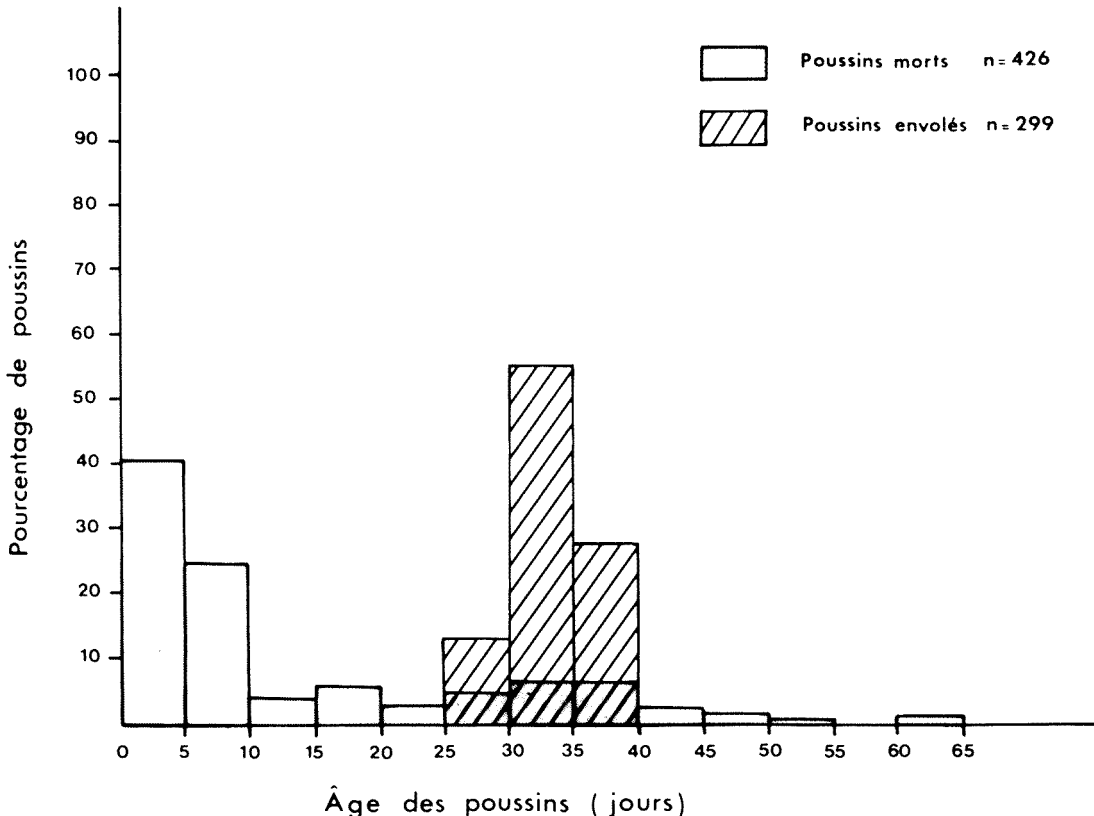


Figure 2. Distribution du pourcentage de poussins de Goélands à bec cerclé morts et envolés selon leur âge de la Couvée.

ment compte à la fois de l'éclosion et de l'envol, ne montrent pas de différence significative (comparaison de 2 pourcentages, $t = 0,55$, $p < 0,05$).

DISPARITION ET MORTALITÉ DES POUSSINS

Comme les poussins goélands sont relativement nidifuges, il est arrivé que certains aient pu quitter le nid sans que nous les retrouvions (102 ; 9% des œufs pondus). Nous ne pouvons les intégrer à la catégorie des œufs morts disparus car ces œufs, ayant atteint le 24^e jour d'incubation ont probablement éclos. Ces poussins disparus n'étant peut-être pas morts, nous avons créé une catégorie de poussins disparus qui n'entre ni dans le calcul du taux de mortalité des poussins, ni dans celui des succès d'envol (tableau III). Aucune évidence de pathologie externe (c'est-à-dire cause inconnue) n'a été trouvée pour 36% des 426 poussins morts (tableau IV). De tels poussins ont pu périr d'exposition prolongée au soleil. Selon Emlen (1956), l'exposition au soleil du midi peut non seulement affaiblir les jeunes poussins mais aussi causer leur mort. Les goélands défendant leur territoire de façon très agressive, de nombreux poussins ont péri soit d'attaques à la tête (32%), soit d'attaques généralisées (cannibalisme, 27%). Il n'y a pas de doute que les dérangements occasionnés par nos visites ont accentué la dispersion des poussins hors de leur territoire et ainsi augmenté les possibilités pour eux d'être victimes d'attaques à l'extérieur de leur territoire. Nous avons vu mourir six poussins présentant une apathie totale. Ces oiseaux « faibles » ne réagissaient plus à notre arrivée, ni à nos manipulations. Sept poussins sont morts d'un handicap physique, aile ou patte cassée, les empêchant de prendre l'envol. Ces poussins sont morts après avoir atteint leur âge d'envol réel (35 jours) âge à partir duquel les parents arrêtent de nourrir leur progéniture (Vermeer, 1970). Il est donc plausible de penser que ces poussins incapables de se nourrir sont morts indirectement à cause de leur état physique. Dès les dix premiers jours de vie des poussins, près de 65% des mortalités sont enregistrés (figure 2). Douze pourcent (12%) des poussins morts ont succombé entre les âges de 30 et 40 jours alors que 83% des poussins s'envolent entre ces âges (figure 2). Comme mentionné plus haut, Vermeer (1970) a remarqué que les parents arrêtent de nourrir leurs jeunes ayant atteint leur âge d'envol. Ainsi une sélection naturelle

agit à ces âges afin d'éliminer les poussins les moins aptes à subvenir à leurs propres besoins.

SUCCÈS DE REPRODUCTION

Le succès de reproduction qui représente le nombre de poussins envolés par nid (Haymes & Blockpoel, 1978) donne une vue globale de la reproduction en tenant compte de la taille de la ponte et des succès d'éclosion et d'envol. Comme pour les succès d'envol, les succès de reproduction à 21, 23 jours et final ont été calculés (tableau III). À cause de la nature des données, nous ne pouvons appliquer aucun test statistique.

À cause d'un succès d'envol un peu plus faible, ce sont les places-échantillons de faible densité qui ont le plus faible succès de reproduction. Les pontes hâtives et tardives n'ont pas montré de différence significative entre leur succès d'envol par œuf. Cependant, la différence hautement significative entre les tailles de ponte de ces deux catégories semble entraîner un meilleur succès de reproduction pour les pontes hâtives.

CHRONOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Afin d'avoir une impression plus visuelle du déroulement de la saison de nidification, nous avons tracé l'évolution de la ponte, de l'éclosion et de l'envol pendant cette période en nous inspirant du travail de Nisbet & Drury (1972) (figure 3).

Comme expliqué plus haut, nous croyons que la saison de nidification a débuté le 22 avril. D'après la courbe A, 50% des œufs sont pondus avant le 5 mai soit au plus 2 semaines après le début de la ponte et 90% de la ponte s'est faite durant les trois premières semaines de nidification. Cette grande concentration de la ponte en peu de temps reflète une forte synchronisation de la reproduction chez ce goéland. Ceci a été observé pour la même espèce par Vermeer (1970, 1973), Ryder (1975) et Somppi (1978). Suivant l'image d'un synchronisme de la ponte, plus de 80% de l'éclosion (courbe C) s'est faite du 22 mai au 4 juin (13 jours) et près de 70% de l'envol (courbe D) du 26 juin au 7 juillet (11 jours).

Discussion

TAILLE DE LA PONTE

Comme Vermeer (1970), Chamberlain (1973), Ryder (1975), Somppi (1978) et

TABLEAU III

Variations des succès d'envol et de reproduction pour l'ensemble des places-échantillons et des pontes hâtives et tardives selon l'âge d'envol, la densité des nids et l'emplacement du nid dans la colonie de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée

Moment de la ponte	Variable calculée	Age d'envol			Densité des nids			Emplacement dans la colonie	
		21 jours	23 jours	Final	Faible	Moyenne	Forte	Centre	Périphérie
SAISON COMPLETE	Succès d'envol par œuf	0,36 (1120 ¹)	0,36 (1120)	0,27 (1120)	0,25 (318)	0,27 (414)	0,28 (388)	0,25 (473)	0,28 (647)
	Succès d'envol par poussin	0,49 (827 ²)	0,49 (827)	0,36 (827)	0,35 (226)	0,36 (318)	0,38 (283)	0,34 (353)	0,38 (474)
	Taux de disparition	0,09 (1120 ¹)	0,09 (1120)	0,09 (1120)	0,07 (318)	0,12 (414)	0,08 (388)	0,10 (473)	0,09 (647)
	Taux de mortalité des poussins	0,29 (1120 ¹)	0,29 (1120)	0,38 (1120)	0,40 (318)	0,38 (414)	0,37 (388)	0,40 (473)	0,37 (647)
	Succès de reproduction	1,05 (386 ³)	1,04 (386)	0,77 (386)	0,74 (110)	0,79 (143)	0,81 (133)	0,73 (164)	0,81 (222)
PONTE HÂTIVE	Succès d'envol par œuf			0,27 (1038 ¹)	0,24 (291)	0,28 (387)	0,27 (360)	0,25 (436)	0,28 (602)
	Succès d'envol par poussin			0,35 (782 ²)	0,33 (215)	0,36 (302)	0,36 (265)	0,33 (328)	0,37 (454)
	Taux de mortalité des poussins			0,39 (1038 ¹)	0,41 (291)	0,39 (387)	0,39 (360)	0,41 (436)	0,38 (602)
	Succès de reproduction			0,79 (350 ³)	0,75 (97)	0,80 (132)	0,79 (121)	0,72 (148)	0,83 (202)
PONTE TARDIVE	Succès d'envol par œuf			0,29 (82 ¹)	0,26 (27)	0,19 (27)	0,43 (28)	0,32 (37)	0,27 (45)
	Succès d'envol par poussin			0,53 (45 ²)	0,64 (11)	0,31 (16)	0,67 (18)	0,48 (25)	0,60 (20)
	Taux de mortalité des poussins			0,23 (82 ¹)	0,30 (27)	0,26 (27)	0,15 (28)	0,24 (37)	0,22 (45)
	Succès de reproduction			0,67 (36 ³)	0,39 (13)	0,64 (11)	1,00 (12)	0,75 (16)	0,60 (20)

¹ Nombre d'œufs pondus

² Nombre d'œufs éclos

³ Nombre de nids

TABLEAU IV

Causes de mortalité des poussins de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée

Causes de mortalité	Ensemble des places-échantillons (nombre de poussins morts)	%
Cause inconnue	155	36,28
Attaque à la tête	135	31,69
Cannibalisme	115	27,00
« Faiblesse »	6	1,41
Patte cassée	6	1,41
« Écrasé »	4	0,94
Tué par l'observateur	4	0,94
Aile cassée	1	0,24
TOTAL	426	100,00

Haymes & Blockpoel (1978), nous avons observé que les nids de trois œufs sont les plus abondants. A cause de notre méthodologie, nous n'avons pas toujours pu rattacher les poussins à leur nid. Ainsi, pour les comparaisons des succès des nids de différentes tailles de ponte, nous devons nous limiter au succès d'éclosion. Les nids de trois œufs sont les plus productifs (tableau I). Ceci appuie l'hypothèse de Lack (1954) qui stipule que la taille de la ponte moyenne est le résultat de la sélection naturelle correspondant au nombre de poussins maximum que les parents peuvent nourrir avec succès. Cette hypothèse ne s'appliquant pas à toutes les espèces d'oiseaux, une deuxième théorie veut que la taille de la couvée la plus

fréquente soit inférieure à la plus productive (Charnov & Krebs, 1974), ce qui a été observé par Chardine (1978). Cependant, notre étude et celles de Chardine (1976) et Haymes & Blockpoel (1978) appuient l'hypothèse de Lack (1954). Comme Somppi (1978), nous n'avons observé des pontes supra-normales qu'en période hâtive. De plus en plus de faits semblent montrer que des paires homosexuelles femelles sont la cause des nids comportant des pontes supra-normales (Hunt & Hunt, 1977; Ryder & Somppi, 1979; Conover *et al.*, 1979). Comme ces pontes ne se retrouvent qu'en période hâtive, il est fort possible que des femelles seules ayant été fertilisées ou non, s'associent pour augmenter les possibilités de mener à terme leurs œufs (Somppi, 1978). Il est intéressant de noter qu'au moins 75% des œufs des pontes supra-normales de l'île de la Couvée sont fertiles comparativement à 95% des œufs des pontes de 4 œufs ou moins. Ce fort taux de fertilité des œufs des pontes de cinq œufs et plus, comparé à ceux observés par Hunt & Hunt (1977: 14%), Ryder & Somppi (1979: 69%) et Conover *et al.* (1979: 67%), indique que s'il y a en effet appariement homosexuel à l'île de la Couvée, ces femelles concernées ont dû quand même être fertilisées.

La baisse significative de la taille de la ponte observée avec la progression de la saison a été aussi remarquée par Ryder (1975) et Somppi (1978). Le premier auteur prétend qu'une grande majorité de jeunes adultes pondent moins d'œufs par nid et nichent tardivement. Bien qu'aucune reponse n'a été observée chez le Goéland à

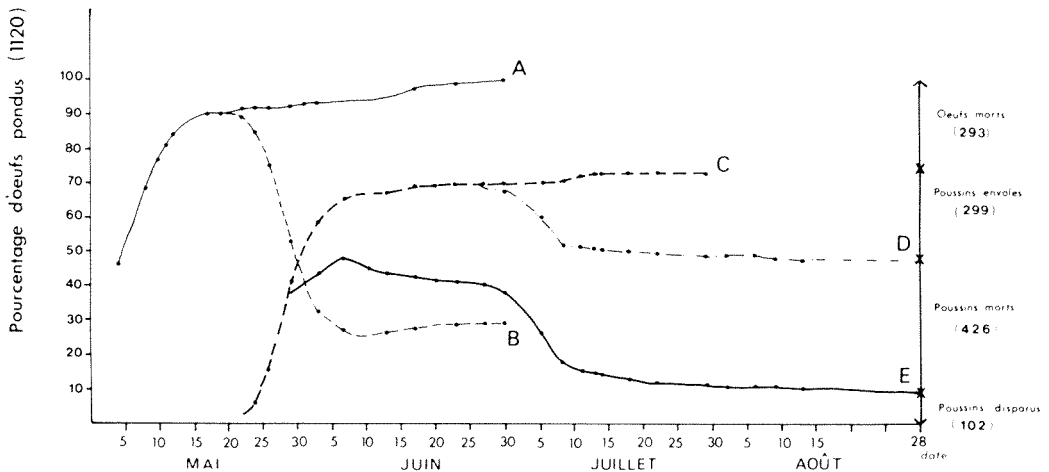


Figure 3. Chronologie de la reproduction de la colonie de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée. (A) Nombre cumulé d'œufs pondus; (B) nombre d'œufs présents; (C) nombre cumulé d'œufs éclos; (D) nombre de poussins qui s'envolent; (E) nombre de poussins présents.

bec cerclé, il se pourrait qu'une reponte ait lieu et qu'elle soit caractérisée par une taille de ponte réduite.

SUCCÈS DE REPRODUCTION

Comme Dexheimer & Southern (1974), nous n'avons pas observé de corrélation significative entre les succès de reproduction des échantillons de différentes densités. L'emplacement du nid au sein de la colonie devrait, en théorie, influencer les succès de reproduction. En effet, plusieurs facteurs tels que les inondations et les attaques d'un prédateur peuvent nuire aux succès des nids en périphérie. Dexheimer & Southern (1974) et Ryder (1975) suggèrent aussi que les jeunes reproducteurs sont refoulés à la périphérie pour y nicher. Ces jeunes reproducteurs pondant des œufs en moins grande quantité et de moins bonne qualité (Ryder *et al.*, 1977) sont moins expérimentés et probablement moins attachés à leur nid. Tout ceci expliquerait le plus faible succès des nids situés en périphérie. L'île de la Couvée étant à environ 2 m au-dessus du niveau de l'eau, les risques d'inondation sont à peu près nuls. De plus, nous n'avons pas observé de signe de prédation importante dans la colonie. Ainsi, sauf pour la présence potentielle de jeunes adultes en périphérie, la périphérie de la colonie étudiée offre un aussi bon site de nidification qu'au centre de la colonie. Il est donc normal dans le cas de cette colonie de ne pas observer de différences dans les différents succès et l'emplacement dans la colonie. Somppi (1978) explique qu'elle n'observe pas de différences entre les succès du centre et de la périphérie, cela parce que la colonie objet de ses études, à cause de ses limites topographiques, ne pouvait plus s'étendre ni accepter des jeunes en périphérie. Cette explication est inapplicable à la colonie de l'île de la Couvée, car celle-ci dispose d'encore beaucoup d'espace pour s'agrandir. De plus, le fait que les jeunes adultes soient prêts plus tard dans la saison (Ryder, 1975) pourrait expliquer le plus faible succès d'éclosion des couvées qui éclosent tardivement à la périphérie.

Les pontes hâtives ont un succès d'éclosion significativement meilleur que les pontes tardives. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Chardine (1976), Somppi (1978) et Haymes & Blockpoel (1978). Deux raisons peuvent être invoquées pour expliquer ces différences. Les pontes hâtives bénéficient d'un grand synchronisme (figure 3) favori-

sant l'incubation. Chamberlain (1973) suggère que les goélands nichant tôt dans la saison reconnaissent leurs voisins des années précédentes et n'ont pas à investir beaucoup d'énergie en comportements agonistiques, tout l'effort étant ainsi consacré à l'incubation. Les pontes tardives, dispersées dans le temps et l'espace, entraînent ainsi une éclosion asynchrone et il est possible que l'activité des poussins déjà éclos nuisent à l'incubation, exigeant un plus grand investissement d'énergie dans la défense du territoire. De plus, Ryder (1975) estime que les pontes tardives sont en grande partie représentées par des jeunes couples sans expérience. Même si le succès d'éclosion est plus faible chez les pontes tardives, ces pontes obtiennent un meilleur succès d'envol par poussin. Bien qu'apparemment contradictoire, on peut s'attendre à ce que les poussins des couvées tardives survivent avec succès. En effet, lors de leur éclosion, ces poussins jouissent d'un couvert végétal qui était inexistant lors de l'éclosion hâtive. De plus, la forte mortalité des œufs pondus tardivement a sans doute éliminé les individus les plus faibles. Cependant, l'écart entre les succès d'éclosion de ces deux types de ponte étant plus important que l'écart des succès d'envol, et la taille des pontes hâtives étant plus élevée que celle des tardives, rendent le succès de reproduction des pontes hâtives supérieur à celui des couvées tardives.

Les mêmes causes de mortalité des œufs et des poussins sont décrites dans tous les travaux sur ces goélands. Les œufs disparus et couvis représentent plus de la moitié de la mortalité des œufs dans notre étude et celle de Somppi (1978), plus des trois quarts dans celles de Chardine (1976 et 1978) et de Mousseau & Lagrenade (1980) et près de la totalité dans celle de Vermeer (1970). Nous avons obtenu un très fort pourcentage de mortalité des œufs pendant leur éclosion (28%). Cet important taux est probablement dû à l'action combinée de divers facteurs, v.g. nos visites perturbatrices, la chaleur et le manque de couvert végétal à cette période. Une forte prédation de la part des goélands a causé la mort de 68% des poussins dans notre étude et 37% dans celle de Vermeer (1970). Nos visites plus fréquentes et le manque de couvert à l'île de la Couvée sont en grande partie responsables de cette différence. Le problème de la disparition des poussins est constant dans les travaux portant sur la reproduction des goélands et

TABLEAU V
 Comparaison de différentes variables de l'étude de la reproduction du Goéland à bec cerclé à l'île de la Couvée avec celles d'ailleurs

Lieu	Calcite Island, Michigan	Bird Island, Michigan	Granite Island, Ontario	Île de la Couvée, Québec	Presqu'île Park, Ontario	Île de la Couvée, Québec	Île de la Couvée, Québec	Lac Miquelon, Alberta	Lac Miquelon, Alberta	Granite Island, Ontario	Green Island, Michigan	Lacs Huron et Michigan (E.U.)	Leslie Spit, Ontario	Gull Island Ontario	Gull Island, Ontario	Île de la Couvée, Québec
Référence	Dexheimer and Southern (1974)	Dexheimer and Southern (1974)	Somppi ¹ (1978)	présente étude	Chardine (1976)	présente étude	Mousseau et Lagrenade (1980)	Vermeer (1970)	Vermeer (1970)	Chamberlain (1973)	Emlen (1956)	Ludwig (1966)	Haymes and Blockpoel (1978)	Chardine ² (1978)	Chardine ² (1978)	présente étude
Année de prises de données	1972	1972	1977	1978	1976	1978	1979	1964	1965	1972	1952	1960-1965	1977	1976	1977	1978
Méthodologie	Visites aux 2 jrs	Visites aux 2 jrs	Visites aux 2 ou 3 jrs	Visites aux 3 jrs	Visites aux 2 jrs	Visites aux 3 jrs	3 visites ³	Visites quotidiennes	Visites quotidiennes	Visites quotidiennes	—	—	Visites quotidiennes	Visites aux 2 jrs	Visites aux 2 jrs	Visites aux 3 jrs
Âge d'envol	21 jrs	21 jrs	21 jrs	21 jrs	23 jrs	23 jrs	23 jrs	37 jrs	37 jrs	—	—	—	—	30 jrs	30 jrs	final
Taille de la ponte	2,83	2,73	3,19	2,90	2,88	2,90	2,86	2,92	2,85	2,95	—	2,96	2,91	2,97	3,04	2,90
Succès d'éclosion	0,63	0,60	0,63	0,74	0,86	0,74	0,79	0,86	0,16	0,63	0,72	0,91	0,79	0,88	0,83	0,74
Taux de mortalité des œufs	0,37	0,40	0,37	0,26	0,14	0,26	0,21	0,14	0,84	0,37	0,28	0,09	0,21	0,12	0,17	0,26
Succès d'envol par œuf pondu	0,54	0,41	0,33	0,36	0,54	0,36	0,58	0,34	—	—	0,22	0,59	0,57	—	0,72	0,27
Succès d'envol par poussin	0,87	0,70	0,65	0,49	0,63	0,49	0,74	0,40	—	—	0,31	0,65	0,72	—	0,87	0,36
Taux de mortalité des poussins	0,09	0,19	0,30	0,29	0,32	0,29	0,14	0,22	0,15	—	0,50	0,32	0,22	—	0,27	0,38
Succès de reproduction	1,53	1,13	1,03	1,04	1,56	1,04	1,67	1,00	—	—	0,67	1,74	1,66	—	2,20	0,77
Taux de disparition	—	—	—	0,09	—	0,09	0,42	0,30	0,26	—	—	—	—	—	0,01	0,09

¹ ne comprend que les pontes du centre

² ne comprend que les pontes hâtives

³ 3 visites à des moments précis de la période de reproduction

est dû simplement au fait que nous ne surveillons pas les goélands 24 heures sur 24. Ce problème s'aggrave avec le laps de temps entre les visites. Bien que plusieurs le mentionnent, peu en tiennent compte dans leurs calculs (tableau V). Somppi (1978) a estimé, d'après ses taux de mortalité, que les poussins disparus pendant leur première ou deuxième semaine de vie ont respectivement 53% et 47% de chances de survivre. Bien que statistiquement valable, ceci semble biologiquement peu réaliste. En effet, un poussin âgé de 1 à 2 semaines est nourri au nid et, si on assume que les poussins disparus sont hors des enclos, lesdits poussins mourront fort probablement par manque d'alimentation et de protection.

Le succès d'éclosion obtenu pour l'ensemble des échantillons est légèrement inférieur à la moyenne des succès obtenus par les autres auteurs (tableau V). Notre faible succès d'éclosion est couplé à un fort taux de mortalité des œufs qui est principalement dû à une importante mortalité pendant l'éclosion. Les succès d'envol à 21 jours par œuf et par poussin de l'île de la Couvée sont inférieurs à ceux obtenus à cet âge d'envol par Dexheimer & Southern (1974) et à un âge d'envol supérieur par les autres auteurs. Seules les données de Emlen (1956), pour lesquelles nous ne connaissons pas l'âge d'envol, sont inférieures à nos données. À cause d'un faible succès d'envol, le succès final de reproduction de l'île de la Couvée est faible. Comme une étude réalisée en 1979 sur cette même colonie, mais suivant une méthodologie différente qui n'impliquait que trois visites, indique des meilleurs succès de reproduction à 23 jours s'échelonnant de 1,32 à 2,15 poussins envolés par nid (Mousseau & Lagrenade, 1980), il est important de reconnaître les effets néfastes de notre méthodologie à visites fréquentes. Il est évident qu'à chaque visite nous avons dérangé les goélands. Notre effet s'est surtout fait sentir lors de l'éclosion des œufs et pendant les deux premières semaines de vie des poussins comme l'avaient remarqué Robert & Ralph (1975). Bien que la durée de chacune de nos visites fut la plus courte possible, il nous arrivait d'avoir à rester au sein de la colonie jusqu'au milieu de l'après-midi, passant parfois plus d'une heure à chacune des places-échantillons, ceci à cause de leur trop grande dimension. Ainsi les œufs en train d'éclore et les très jeunes poussins, privés de la protection parentale, ont souffert le plus.

D'après la figure 2, l'envol réel des poussins s'effectue entre la 25^e et la 40^e journée après l'éclosion. Ainsi lorsque nous considérons un succès d'envol à 21 jours, nous surestimons le nombre de poussins qui s'envoleront vraiment. En effet, selon nos résultats et ceux de Vermeer (1970), environ 80% de la mortalité des poussins avant l'envol se produit avant que les poussins aient atteint l'âge de 21 jours, ce qui veut dire que près de 20% de la mortalité des poussins se produit entre la 21^e journée et la 40^e journée de leur vie. Cette différence n'est pas négligeable. Ainsi lors d'études détaillées d'une colonie, il serait préférable de calculer les succès d'envol et de reproduction pour un âge de 40 jours. Par ailleurs, si nous voulons rapidement comparer le succès de reproduction de plusieurs colonies alors le calcul des succès d'envol et de reproduction peuvent être effectués pour un âge de 21 ou 23 jours. Toutefois, il faudrait s'assurer que la mortalité des poussins de chaque colonie suive une courbe similaire ce qui n'est pas toujours le cas (Mousseau & Lagrenade, 1980).

ÉTAT DE LA POPULATION

Se fiant à des retours de bagues et à des études à long terme, Ludwig (1966) estime qu'une population de Goélands à bec cerclé est stable avec un succès de reproduction de 0,60 poussin envolé par nid. Cette valeur correspond à peu près à celle postulée par Ludwig (1974 : 0,63) et Emlen (1956 : 0,67). Le succès de reproduction de l'île de la Couvée, étant supérieur à ces données, a probablement été suffisant pour maintenir la population stable. L'étude de 1979 a permis d'observer une augmentation du territoire occupé (de 20%) et de l'effectif nicheur (de 40%) (Mousseau & Lagrenade, 1980). De plus, les Goélands à bec cerclé semblent souffrir assez peu de la contamination du milieu par divers agents toxiques (PCB, etc.; Mousseau & Lagrenade, 1980). Ainsi, la population de Goélands à bec cerclé de l'île de la Couvée semble être en pleine expansion et en bonne santé.

Remerciements

Ce projet a été financé par le Service canadien de la faune, Environnement Canada. Nous tenons à remercier aussi M. R. Juteau de la Voie maritime, Transports Canada de nous avoir permis l'accès sur l'île. Nous sommes aussi redevable à MM. Y. Lepage, M. Lamoureux et G. Imbeau qui nous ont

conseillés pour l'analyse statistique des différentes données. Nous voulons aussi souligner la collaboration de MM. Normand David et Alfred Lagrenade lors de la cueillette des données. Enfin les auteurs remercient Mlle Claudette Blanchard pour la reproduction des textes et Mme Liette Roy-Venne pour la préparation des figures.

Références

- ANONYME, 1978. Sommaire météorologique mensuel — Mai, juin. — Aéroport int. Montréal (Dorval), Environ. atmosphér., Environnement Canada.
- CHAMBERLAIN, D.J., 1973. Nesting dynamics of ring-billed gulls. — B.Sc. thesis, Lakehead Univ., Thunder Bay, Ontario, 38 p.
- CHARDINE, J.W., 1976. The population demography of a ring-billed gull colony at Presqu'île Park, Lake Ontario. — Pages 145-155 in Proceedings of the fish-eating birds of the Great Lakes and environmental contaminants Symposium, December 2-3, 1976, 435 p.
- CHARDINE, J.W., 1978. Seasonal variation in the reproductive biology of the ring-billed gull (*Larus delawarensis*). — M.Sc. thesis, Brock Univ., St. Catharines, Ont., 102 p.
- CHARNOV, E. L. & J. R. KREBS, 1974. On clutch-size and fitness. — Ibis, 116: 217-219.
- CONOVER, M.R., D.E. MILLER & G.L. HUNT Jr., 1979. Female-female pairs and other unusual reproductive association in ring-billed gulls and California Gulls. — Auk, 96: 6-9.
- DAVID, N., P. MOUSSEAU & M.-C. LAGRENADE, 1977. The ring-billed gull in the Montreal area. — Tchebec, A. Rep. 1977, Prov. Québec Soc. Prot. Birds, p. 64-71.
- DEXHEIMER, M. & W.E. SOUTHERN, 1974. Breeding success relative to nest location and density in ring-billed gull colonies. — Wilson Bull., 86: 288-290.
- EMLÉN, J. T. Jr., 1956. Juvenile mortality in a ring-billed gull colony. — Wilson Bull., 68: 232-238.
- GAUTHIER, Y. & M. LEPAGE, 1976. Utilisation des berges de la région de Montréal par les goélands et les échassiers. Min. Tourisme, Chasse, Pêche Québec, 62 p.
- HAYMES, G.T. & H. BLOCKPOEL, 1978. Reproductive success of Larids nesting on the Eastern Headland of the Toronto Outer Harbour in 1977. — Ont. Fid Biol., 32: 1-17.
- HUNT, G. Jr. & M. HUNT, 1977. Female-female pairing in western gulls (*Larus occidentalis*) in Southern California. — Science, 196: 1466-1467.
- LACK, D., 1954. The natural regulation of animal numbers. — Clarendon Press, Oxford, 343 p.
- LUDWIG, J. P., 1966. Herring and ring-billed gull populations of the Great Lakes, 1960-1965. — Great Lakes Res. Div. Publ., 15: 80-89.
- LUDWIG, J. P., 1974. Recent changes in the ring-billed gull population and biology in the Laurentian Great Lakes. — Auk, 91: 575-594.
- MOUSSEAU, P. & M.-C. LAGRENADE, 1979. Étude du succès de reproduction de la colonie de Goélands à bec cerclé du Pont Champlain, Montréal. Rapp. préparé par le Centre de rech. écol. Montréal pour le Serv. can. faune, Envir. Canada, 73 p.
- MOUSSEAU, P. & M.-C. LAGRENADE, 1980. Succès de reproduction et contaminants présents chez le Goéland à bec cerclé du sud-ouest du Québec. — Rapp. préparé par le Centre de rech. écol. Montréal pour le Serv. can. faune, Envir. Canada, 128 p.
- NISBET, I.C.T. & W. DRURY, 1972. Measuring breeding success in common and roseate terns. — Bird Banding, 43: 97-106.
- ROBERT, H.C. & C.J. RALPH, 1975. Effects of human disturbance on the breeding success of gulls. — Condor, 77: 495-499.
- RYDER, J.P., 1975. Egg-laying, egg-size and success in relation to immature-mature plumage of ring-billed gulls. — Wilson Bull., 87: 534-542.
- RYDER, J.P., 1976. The occurrence of unused ring-billed gull nests. — Condor, 78: 415-418.
- RYDER, J.P. & P.L. SOMPPI, 1979. Female-female pairing in the ring-billed gulls. — Auk, 96: 1-5.
- RYDER, J.P., D.E. ORR & G.H. SAEDI, 1977. Egg quality in relation to nest location in ring-billed gulls. — Wilson Bull., 89: 473-475.
- SOMPPI, P. L., 1978. Reproductive performance of ring-billed gulls in relation to nest location. — M.Sc. thesis, Lakehead Univ., Thunder Bay, Ont., 79 p.
- VERMEER, K., 1970. Breeding biology of California and ring-billed gulls: a study of ecological adaptation to the inland habitat. — Can. Wildl. Serv. Rep. Ser., no. 12, 52 p.
- VERMEER, K., 1973. Comparison of egg laying chronology of Herring and ring-billed gulls at Kawinaw lake, Manitoba. — Can. Fid Nat., 87: 306-308.

ALIMENTATION DES POUSSINS DE GOÉLANDS À BEC CERCLÉ DE L'ÎLE DE LA COUVÉE, QUÉBEC

M.-C. LAGRENADE¹ et P. MOUSSEAU

Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal,
5858, Côte des Neiges, bureau 400, C.P. 6128, Succ. A,
Montréal, Québec H3C 3J7

Résumé

À partir de régurgitations prélevées du 24 mai au 18 juillet 1978, l'on constate que le régime alimentaire des poussins de Goélands à bec cerclé (*Larus delawarensis*) de l'île de la Couvée (Québec) est surtout insectivore. Exprimé en pourcentage de volume et de fréquence, il comporte respectivement 39 et 71% d'insectes, 28 et 26% de déchets, 6 et 12% de vers de terre et 24 et 7% de poissons. Les poussins de 7 jours ou moins se nourrissent surtout d'insectes tandis que ceux de 8 à 13 jours ont un régime alimentaire composé principalement de déchets et d'insectes. Malgré un plus faible échantillonnage des poussins de plus de 14 jours, nous avons observé une tendance vers une alimentation de moins en moins insectivore et de plus en plus piscivore, à mesure que progresse l'âge du poussin.

Abstract

Regurgitated food samples were collected from young ring-billed gulls (*Larus delawarensis*) between May 24th and July 18th 1978 on Île de la Couvée (Québec). The diet was composed chiefly of insects (38% of total volume and 71% of frequency of occurrence), refuse (28 and 26%), earthworms (6 and 12%) and fishes (24 and 7%). Chicks of 7 days and less were fed mostly insects while chicks between 8 and 13 days old had mainly a refuse and insect diet. Although fewer samples were available for chicks older than 14 days a shift from an insect diet to a fish diet was noticed with the aging of the chicks.

Introduction

Le régime alimentaire du Goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*), basé sur l'observation de celui des poussins, a déjà été établi dans plusieurs colonies à travers le Canada (Munro, 1936; Vermeer, 1970; Jarvis & Southern, 1976; Allan, 1978; Kirkham & Morris, 1979; Haymes & Blockpoel, 1978). Ces études ont révélé le caractère opportuniste de cet oiseau, faisant ressortir les variations des régimes alimentaires avec la disponibilité des ressources locales. Haymes & Blockpoel (1978) ont étudié une colonie de Goélands à bec cerclé près d'une grande ville (5 km au sud du port de Toronto). Ces auteurs n'ont cependant pu observer une influence de l'homme sur le régime alimentaire des goélands car cette colonie est située dans le lac Ontario, riche en Gaspareaux

(*Alosa pseudoharengus*) et en Eperlans d'Amérique (*Osmerus mordax*).

Comme aucune étude d'alimentation n'avait été faite au Québec, nous avons étudié le régime alimentaire des poussins de Goélands à bec cerclé de la colonie de l'île de la Couvée (45°28'30" Lat. N. et 73°30'30" Long. O.). De plus, cette colonie, la plus importante à l'est des Grands-Lacs (David *et al.*, 1977) est située dans une agglomération urbaine (Mousseau & Lagrenade, 1979) ce qui permettait d'étudier l'influence de ce type de localisation sur le contenu du régime alimentaire des goélands.

Kirkham & Morris (1979) ont noté des variations dans l'alimentation des poussins de différentes classes d'âge lors d'une étude faite près de Toronto. Nos propres observations ayant également révélé de telles varia-

¹ Department of Renewable Resources, MacDonald Campus of McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec H9X 1C0

tions, nous avons voulu vérifier si les variations dans les classes d'âge étaient dues principalement à l'âge du poussin.

Matériel et méthodes

Chez le goéland, le contenu de l'estomac étant semblable à celui du jabot et l'alimentation du poussin reflétant bien celui de l'adulte (Vermeer, 1970), nous nous sommes bornés à étudier le régime alimentaire des poussins par régurgitation. Souvent, une simple manipulation du poussin provoque une régurgitation. Dans d'autres cas, nous avons forcé la régurgitation en pressant le jabot entre le pouce et l'index. Chaque bol alimentaire compact régurgité fut préservé dans un sac de plastique contenant de l'alcool à 70%. Un total de 130 régurgitations ont été obtenues au cours de 19 visites, du 24 mai au 18 juillet 1978.

Nous avons estimé l'âge de chaque poussin en nous basant sur le développement de son plumage, selon 4 classes d'âge: les poussins de classe A qui n'ont que du duvet (0-7 jours), les poussins de classe B dont les rémiges montre un début de croissance (8-13 jours), les poussins de classe C qui n'ont plus de duvet et les ailes bien développées (14-19 jours) et les poussins de classe D qui commencent à avoir des rectrices (20 jours et plus).

Durant les mois suivant l'échantillonnage sur le terrain, chaque régurgitation fut examinée en vue d'en déterminer la composition. Les insectes ont été identifiés généralement à la famille à l'aide de plusieurs ouvrages (Ross, 1944; Burks, 1953; Borror & White, 1970). Les poissons ont généralement été identifiés à l'espèce.

Nous avons mesuré le volume de chaque catégorie d'aliments par déplacement, dans de l'alcool à 70%. Selon le type d'aliment, des cylindres gradués de 10 ($\pm 0,05$) ml, 25 ($\pm 0,5$) ml, 100 (± 1) ml et 250 (± 2) ml ont été utilisés. Pour chaque régurgitation et catégorie d'aliments, lorsque possible, le nombre d'individus et le volume ont été calculés. Les pourcentages de volume et la fréquence, tels que définis par Hartley (1948) ont aussi été établis; le pourcentage de volume reflète l'importance volumétrique qu'a un aliment par rapport au volume total des régurgitations considérées, tandis que la fréquence d'un aliment représente le pourcentage de régurgitations qui contiennent cet aliment.

Résultats

CATÉGORIES D'ALIMENTS

Le contenu des régurgitations des poussins peut être réparti en sept catégories. Par ordre de fréquence pour toute la période d'observation, nous trouvons les insectes (70,8%), les déchets domestiques (c'est-à-dire restes de consommation humaine: pain, poulet, etc.: 26,2%), les résidus (c'est-à-dire matière n'ayant aucune valeur nutritive: brindilles, cailloux, terre, etc.: 25,4%), les vers de terre (12,3%), les poissons (6,9%), les mollusques (1,5%) et les mammifères (0,8%), tandis qu'en volume les insectes, les déchets et les poissons ont une importance égale (figure 1).

Bien que se trouvant dans plus de 70% des régurgitations, les insectes, à cause de leur petite taille relative, n'occupent qu'un peu plus du tiers du volume total. Au cours de la saison, en particulier à partir de la fin juin, la fréquence et le volume des insectes baissent de presque de moitié (figure 1); cependant ce sont toujours les mêmes ordres d'insectes qui sont utilisés, notamment les trichoptères et les éphémères.

Au sein des trichoptères, sept familles dont une dominante, les Hydropsychidae, laquelle représente plus de 85% du nombre et du volume des trichoptères, occupent plus de la moitié du volume total des insectes et se trouvent dans 62% des régurgitations. Les Hydropsychidae trouvés regroupent plusieurs genres dont les plus fréquents sont *Hydropsyche* et *Cheumatopsyche*. Par ordre d'importance, nous avons observé des Brachycentridae, Leptoceridae, Psychomyiidae, Hydroptilidae, Molannidae et Philopotamidae. Les trichoptères capturés sous forme adulte sont utilisés à peu près régulièrement au cours de la saison. Quelques exuvies ont été trouvées dans des régurgitations.

Malgré une fréquence semblable à celle des trichoptères, les éphémères n'occupent que la moitié de leur volume et de leur nombre. Quatre familles ont été identifiées dont trois sont d'égale importance volumétrique soient les Heptageniidae (en particulier *Stenonema* sp.), les Siphonuridae (surtout *Isonychia* sp.) et les Ephemerellidae (en majorité *Ephemerella* sp.). Les Ephemeridae (*Hexagenia* sp.) sont peu utilisés, constituant moins de 1% du volume et de l'effectif des éphémères. Deux périodes de forte consommation d'éphémères apparaissent entre le 7 et le 15 juin (Heptageniidae et Epheme-

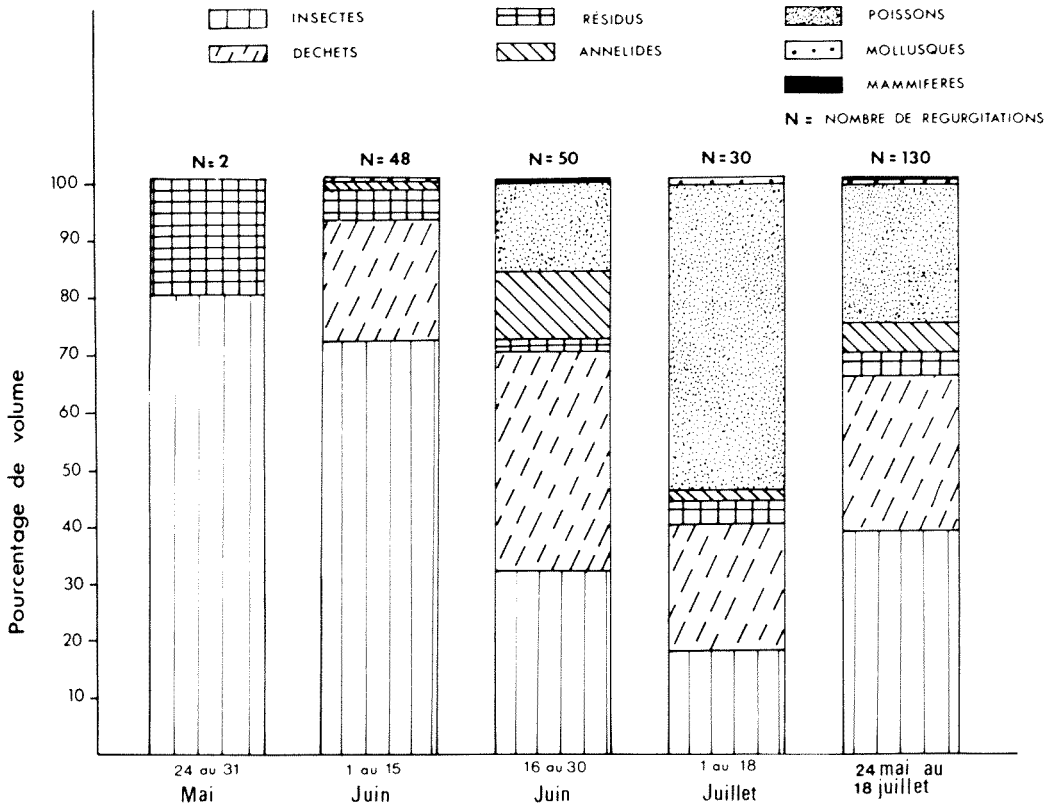


Figure 1. Pourcentage de volume de chaque catégorie d'aliment pour chaque période de prélèvement et pour la période totale de l'étude de l'alimentation par régurgitation des poussins de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée.

rellidae) et entre le 28 juin et le 11 juillet (Heptageniidae, Ephemerellidae et Siphonuridae).

La majorité des diptères consommés qui ont pu être identifiés appartiennent à la famille des Chironomidae. Les régurgitations prélevées à la fin mai indiquent une consommation surtout axée sur des coléoptères, en particulier sur des petits Carabidae et des larves d'Elateridae. Les lépidoptères capturés sont à 94% sous forme larvaire.

À cause même de leur nature, nous n'avons pu dénombrer les déchets domestiques. Les déchets présents dans le quart des régurgitations et occupant le quart de leur volume total se retrouvent régulièrement du début juin jusqu'à la fin de la période d'étude.

Apparaissant fréquemment dans les régurgitations, les résidus n'ont cependant qu'une très faible importance volumétrique. Comme ils sont présents dans les régurgitations de contenu typiquement terrestre

(c'est-à-dire contenant des coléoptères, des vers de terre et des déchets), il est fort probable que les aliments de cette catégorie soient ramassés accidentellement par le goéland adulte. Il se peut aussi que le poussin en prenant sa régurgitation avale quelque matière au sol.

Comme les déchets et les résidus, les vers de terre sont souvent en petits morceaux et difficiles à compter. Les vers de terre sont peu utilisés et se rencontrent principalement à la fin juin (figure 1).

Malgré leur faible fréquence, les poissons occupent près du quart du volume total. Les Perchaudes (*Perca flavescens*) comptent pour 50% de l'effectif des poissons consommés. À cause de l'état de décomposition des plus petits poissons, nous n'avons pu les identifier. Les poissons apparaissent dans l'alimentation de la fin juin jusqu'à la fin de la période d'étude (figure 1).

Deux régurgitations (15 juin et 11 juillet) contenaient des pélicypodes. Dans une

régurgitation du 21 juin, nous avons trouvé la moitié de la mâchoire inférieure d'un Campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*). Aucun os, viande ou poil ne fût trouvé accompagnant cet item.

VARIATIONS SELON L'ÂGE DU POUSSIN

Pour chaque classe d'âge de poussin, nous avons calculé les pourcentages de volume de chaque catégorie d'aliments (figure 2). Pour vérifier si les différences observées dans le régime alimentaire des poussins sont dues principalement à l'âge du poussin, nous avons regroupé pour chaque période les poussins selon leur âge. Malgré les différences dans le nombre de régurgitations pour chaque âge, nous pouvons tout de même estimer les tendances pour chaque âge. Au début de juin, la fréquence des divers aliments dans les régurgitations de poussin A et B se ressemblent. Cependant, au point de vue du volume, les poussins A consomment surtout des insectes, tandis que les poussins B utilisent un peu moins

d'insectes et plus de déchets. Le régime alimentaire des poussins C au début de juin, basé sur seulement deux régurgitations, est composé principalement d'insectes. À la fin de juin, les vers de terre et les poissons commencent à être plus utilisés. Ces deux catégories ne sont cependant pas exploitées avec la même intensité par les poussins de différents âges. Ainsi, les poussins A resteront fidèles aux insectes et utiliseront un peu plus les déchets et les vers de terre, mais pas les poissons. Les poussins B et C délaisseront presque totalement les insectes pour utiliser proportionnellement à leur âge (sauf pour les déchets où nous observons l'inverse) plus de vers de terre et de poissons. Une régurgitation de poussin D indique que celui-ci mange surtout du poisson. Au début de juillet, les poussins A ont de nouveau un régime presque exclusivement insectivore. Les poussins B exploitent surtout des déchets et des insectes. Deux régurgitations de poussin C montrent un régime alimentaire identique à celui de la fin de juin. Les poussins D continuent d'être princi-

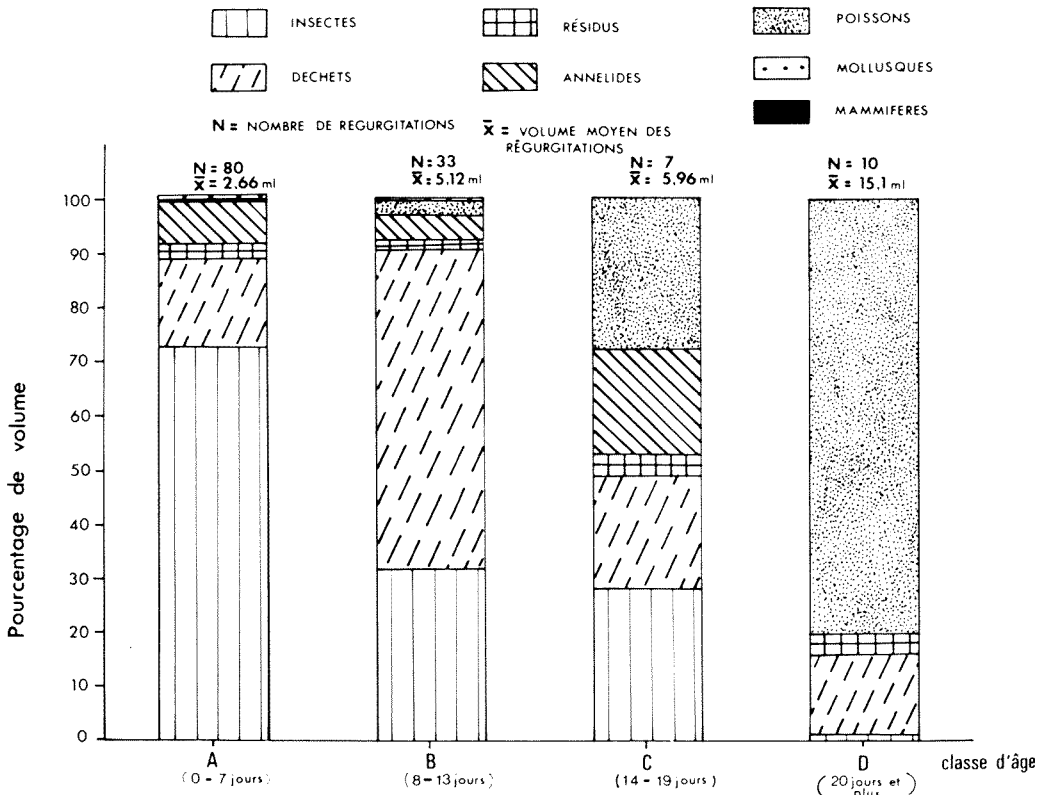


Figure 2. Pourcentage de volume de chaque catégorie d'aliment pour chaque classe d'âge des poussins de Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée.

palement piscivores utilisant aussi les déchets. Ainsi l'exploitation des différentes ressources alimentaires à travers la saison dépend beaucoup de l'âge du poussin à nourrir.

Discussion

CATÉGORIES D'ALIMENTS UTILISÉS

La majorité des insectes consommés, trichoptères, éphémères, diptères (chironomides), sont de type aérien, vivant au bord de l'eau, et se regroupant en nuages lors de vols nuptiaux. Une étude menée à quelques kilomètres en aval de l'île de la Couvée sur l'abondance des trichoptères (Corbet *et al.*, 1966) indique les familles les plus communes. Sauf une, ces familles sont celles les plus utilisées par les Goélands à bec cerclé. Les espèces de Glossomatidae, abondantes en 1964 et 1965, n'ont pas été observées dans les régurgitations de goélands en 1978. Les périodes d'émergence des Hydropsychidae durent du début de juin à la fin d'août (Corbet *et al.*, 1966), d'où la présence en grand nombre de ces insectes pendant toute notre période d'étude. La présence d'exuvies dans des régurgitations laissent croire à une cueillette d'insectes à la surface de l'eau. Cependant, la majorité des trichoptères consommés sont des adultes ailés, probablement attrapés au vol pendant leurs vols nuptiaux, tels qu'observés par Kirkham & Morris (1979). La forte consommation d'Heptageniidae et d'Ephemerellidae observée entre le 7 et le 15 juin correspond sans doute à une apparition de ces familles dans le milieu. Ces dates sont en accord avec celles de Harper & Harper (1976) qui observent à ces dates le début des périodes d'émergence de deux espèces de ces familles. De même, la forte consommation d'Heptageniidae, Siphonuridae et Ephemerellidae entre le 28 juin et le 11 juillet correspond aux périodes d'émergence d'espèces de ces familles (Harper & Harper, 1976). Comme dans le cas des trichoptères, il existe une famille d'éphémères, les Ephemeridae, pourtant abondante en 1976 (Harper & Harper, 1976), que l'on ne trouve pas dans les régurgitations de 1978. Ceci pourrait s'expliquer par la très grande sensibilité des espèces du genre *Hexagenia* (Ephemeridae) à la désoxygénation du substrat, résultat de la pollution (Britt, 1955; Carr & Hiltunen, 1965). Plus que chez les trichoptères, nous avons trouvé chez les éphémères des exuvies et des larves aquati-

ques indiquant encore la diversité des techniques de capture chez le goéland.

Plusieurs régurgitations d'adultes trouvées à la fin de mai indiquent l'utilisation d'un Scarabidae, le hanneton (*Phyllophaga* sp.). Ce genre émerge pendant le mois de mai (Borror & White, 1970) et est ainsi très utilisé par les goélands adultes. Cependant, cet insecte est très volumineux et ne peut être donné aux jeunes poussins. Ainsi, de petits coléoptères sont donnés aux poussins à la fin de mai, mais dès l'émergence des trichoptères et éphémères, ces insectes remplacent les coléoptères dans l'alimentation des poussins. Il est possible que ces insectes aériens, non seulement plus faciles à attraper à cause de leurs rassemblements, mais aussi plus maniables, étant plus petits et moins sclérotisés, sont plus digestibles pour les poussins. Tous les autres insectes trouvés dans les régurgitations reflètent encore l'opportunisme de la part du goéland.

Toujours grâce à la flexibilité de son régime alimentaire, le goéland exploite les déchets de consommation humaine. En plus des restes trouvés dans les poubelles, le goéland se nourrit volontiers des dons des passants. Ceci a été observé souvent aux abords de la colonie.

D'après nos données, les vers de terre sont surtout utilisés à la fin de juin. Nous avons pu relier ces consommations à des journées, ou des lendemains de journées pluvieuses. En effet, la fin de juin a montré, comparativement au début de juin (7 journées de pluie, toutes inférieures à 5,0 mm) et au début de juillet (4 journées de pluie dont 1 supérieure à 1,2 mm), 10 journées de pluie dont 4 supérieures à 11,4 mm (Anonyme, 1978). Ainsi, nous avons observé la consommation de vers de terre concentrée à la fin de juin (81% du volume total de vers de terre) et au début de juillet (12%). Ainsi, comme l'ont observé Kirkham & Morris (1979), la consommation de vers de terre est en relation avec les jours de pluie, reflétant encore la facilité du goéland à exploiter de nouvelles ressources alimentaires.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES POPULATIONS

Le régime alimentaire des poussins de l'île de la Couvée est surtout insectivore, composé à 38% et 71% d'insectes (respectivement pourcentage de volume et la fréquence), 28% et 26% de déchets, 6% et 12% de vers de terre et 24% et 7% de poissons. Si l'on compare ces données avec celles

TABLEAU I

Pourcentage de volume des différentes catégories d'aliments signalées dans divers travaux publiés sur l'alimentation des poussins de Goélands à bec cerclé

Référence	Munro (1936)	Vermeer (1970)	Jarvis & Southern (1976)	Southern et al. (1976)	Allan (1978)	Kirkham & Morris (1979)	Haymes & Blockpoel (1978)	Présente étude
Lieu d'étude	Île Goose, Lac Bittern, Alberta	Lacs Miquelon et Beaverhill, Alberta	Région des Grands-Lacs	Région des Grands-Lacs	Île Chantry, Lac Huron, Ontario	Parc de Presqu'île, Ontario	Leslie Spit, Lac Ontario, Ontario	Île de la Couvée, Québec
Date de prélèvements	juin	mai, juin, juillet	mai, juin, juillet	mai, juin, juillet	avril, mai, juin	mai, juin, juillet	mai, juin, juillet	mai, juin, juillet
Nombre de régurgitations	33	24	232	—	—	65 avec observations	147	130
Insectes	16,54	25,50	23,50	22,25	1,63	17,67	29,33	38,47
Déchets		40,00					2,33	28,11
Détritus	13,13							3,57
Annelidés			1,10	1,06	61,63	8,50	19,67	5,66
Poissons			75,50	76,69	6,25	73,92	47,67	24,04
Mollusques	0,7							0,13
Mammifères	37,24	18,00			6,63		<1,00	0,02
Plantes	23,96	9,00			23,88			
Oiseaux	6,77	7,50	0,20				<0,66	

d'autres auteurs (tableau I), les goélands de l'île de la Couvée sont parmi ceux qui consomment le plus d'insectes et le moins de poissons. Les Goélands à bec cerclé de l'Alberta (Munro, 1936; Vermeer, 1970) ont une consommation typiquement terrestre comprenant des Scarabidae, Carabidae, vers de terre, graines, mammifères et déchets. Le régime des goélands de Chantry Island, Lac Huron (Allan, 1978) ressemble à celui des goélands de l'Alberta, étant important en vers de terre et en différentes graines (surtout de maïs). Ce régime est totalement différent de celui qui a été observé pour les autres colonies des Grands-Lacs (Jarvis & Southern, 1976; Southern *et al.*, 1976; Kirkham & Morris, 1979). Dans ces derniers cas, le régime alimentaire est surtout constitué de poissons (*Osmerus mordax*, *Alosa pseudoharengus*, *Perca flavescens*, *Pungitius pungitius*) et d'insectes (homoptères, éphéméroptères, hyménoptères, coléoptères). A Leslie Spit, près de Toronto en Ontario, Haymes & Blockpoel (1978) observent une alimentation influencée par la proximité d'une région urbaine qui comprend du poisson (*Alosa pseudoharengus*, *Osmerus mordax*), des insectes (Chironomidae, Cicadellidae), des vers de terre et un peu de déchets. Les goélands de l'île de la Couvée, située dans une agglomération urbaine, encadrée à l'est des villes de St-Lambert et Brossard et à l'ouest de l'île de Montréal, utilisent en proportion volumétrique à peu près égale, des insectes (trichoptères, éphémères), des déchets et du poisson (*Perca flavescens*). La forte utilisation de déchets par les goélands de l'île de la Couvée indique une exploitation par cet oiseau de la proximité des milieux civilisés plus importante que celle observée par Haymes & Blockpoel (1978). Vermeer (1970) explique la forte consommation de déchets (40% du volume) par l'exploitation de dépotoirs vers la fin de la période de reproduction (juillet). La présence de nombreux restaurants avec tables à l'extérieur à proximité de la colonie est certainement un facteur aussi sinon plus important que la présence de dépotoirs.

ALIMENTATION SELON L'ÂGE

Nous avons observé des différences dans l'alimentation des poussins d'âge différent, et ceci quelle que soit la période de la saison. Les poussins A (0-7 jours) sont nourris surtout d'insectes. À ce jeune âge, la fréquence de l'alimentation atteint un maximum

et celle-ci est surtout composée d'aliments petits et nombreux (Kirkham & Morris, 1979). Comme à proximité de la colonie se trouvent des éphémères et des trichoptères en abondance dès le début de juin, les goélands utilisent de préférence cette ressource tout au long de la période d'élevage des jeunes pour les nourrir. L'apparition de vers de terre et de poissons est tout de même un peu exploitée pour l'alimentation des jeunes poussins. Cette utilisation d'insectes pour les jeunes poussins est aussi observée par Munro (1936) et par Kirkham & Morris (1979), mais à un degré moindre dans ce dernier cas puisque les insectes ne comprenaient que 41% du volume ingéré par les poussins A. Les poussins B ont un régime alimentaire composé surtout de déchets et d'insectes. À partir de cette classe d'âge, les poussins sont nourris moins fréquemment et avec des aliments plus volumineux (Kirkham & Morris, 1979). L'exploitation des insectes étant probablement insuffisante au point de vue volumétrique pour l'alimentation des poussins B, les goélands doivent s'éloigner de la colonie à la recherche de nouvelles ressources alimentaires. Ainsi, le régime alimentaire des poussins B est sujet à un peu plus de variations à travers la période d'étude que celui des poussins A. Malgré le faible nombre de régurgitations de poussins C (14-19 jours) récoltées, nous observons que ces poussins ont un régime alimentaire où les déchets sont remplacés par du poisson et des vers de terre. Les poussins D ont une alimentation où les insectes ont été remplacés par du poisson et un peu de déchets. Une telle progression vers un régime piscivore avec l'âge a aussi été notée par Kirkham & Morris (1979).

Le régime alimentaire des Goélands à bec cerclé, d'après ce qu'ils donnent à leurs poussins et les méthodes de capture utilisées, nous permet d'observer un certain opportunisme chez cette espèce. Il est cependant intéressant de noter que l'âge du poussin à nourrir semble influencer l'adulte dans le choix de la catégorie d'aliments à exploiter. Particulièrement remarquable dans le régime alimentaire des poussins A et D, ceci indique de la part de l'adulte une adaptation à la stratégie d'alimentation qui doit évoluer avec l'âge du poussin à nourrir, de façon à trouver l'aliment qui tout en étant le plus rentable pour le poussin demeurera le moins coûteux en dépenses énergétiques pour l'adulte. Ainsi la chasse d'insectes exigerait trop d'énergie de la part

de l'adulte pour satisfaire un poussin D, tandis que l'effort fourni pour attraper un poisson pour un poussin A serait perdu puisque ce poussin ne pourrait le consommer efficacement.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. R. Juteau de la Voie maritime, Transports Canada de nous avoir permis l'accès sur l'île. Nous sommes aussi redevable au Dr P.P. Harper et Mme M. Coulloudon pour la vérification des identifications d'insectes. Nous voulons aussi souligner la collaboration de M. A. Lagrenade lors de la cueillette des régurgitations. Enfin les auteurs tiennent à remercier Mlle Claudette Blanchard pour la reproduction des textes et Mme Liette Roy-Venne pour la préparation des figures.

Références

- ALLAN, L.J., 1978. Food of the ring-billed and herring gulls nesting on Chantry Island, Lake Huron, 1978. — *Can. Wildl. Serv., Toxicol. Div., Ms. Rep. no. 39*, 14 p.
- ANONYME, 1978. Sommaire météorologique mensuel — Juin, Juillet. — Aéroport int. Montréal (Dorval), Environ. Atmosph. Environnement Canada.
- BORROR, D.J. & R.E. WHITE, 1970. A field guide to the insects of America north of Mexico. — Houghton Mifflin Company, Boston, 404 p.
- BRITT, N.W., 1955. Stratification in Western Lake Erie in the summer of 1953: effects on the *Hexagenia* (Ephemeroptera) population. — *Ecology*, 36: 239-244.
- BURKS, B.D., 1953. The mayflies or *Ephemeroptera* of Illinois. — *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv.*, 26: 1-216.
- CARR, J.F. & J.K. HILTUNEN, 1965. Changes in the bottom fauna of Western Lake Erie from 1930 to 1961. — *Limnol. Oceanogr.*, 10: 551-569.
- CORBET, P.S., F. SCHMID & C.L. AUGUSTIN, 1966. Trichoptera of St. Helen Island, Montreal.
1. The species present and their relative abundance at night. — *Can. Ent.*, 98: 1284-1297.
- DAVID, N., P. MOUSSEAU & M.-C. LAGRENADE, 1977. The ring-billed gull in the Montreal area. — *Tchebec, A. Rep. 1977, Prov. Québec Soc. Prot. Birds*, p. 64-71.
- HARPER, F. & P.P. HARPER, 1976. Inventaire et phénologie des Epheméroptères du lac Saint-Louis, Québec. — *Annl. Soc. ent. Québec*, 21: 136-143.
- HARTLEY, P.H.T., 1948. The assessment of the food of birds. — *Ibis*, 90: 363-381.
- HAYMES, G.T. & H. BLOCKPOEL, 1978. Food of ring-billed gull chicks at the Eastern Headland of the Toronto Outer Harbour in 1977. — *Can. Fld Nat.*, 92: 392-395.
- JARVIS, W.L. & W.E. SOUTHERN, 1976. Food habits of ring-billed gulls breeding in the Great-Lakes region. — *Wilson Bull.*, 88: 621-631.
- KIRKHAM, I.R. & R.D. MORRIS, 1979. Feeding ecology of ring-billed gull (*Larus delawarensis*) chicks. — *Can. J. Zool.*, 57: 1086-1090.
- MOUSSEAU, P. & M.-C. LAGRENADE, 1979. Étude du succès de reproduction de la colonie de Goélands à bec cerclé du Pont Champlain, Montréal. — Rapp. préparé par le Centre de rech. écol. Montréal pour le Serv. can. faune, Envir. Canada, 73 p.
- MUNRO, J.A., 1936. A study of the ring-billed gull in Alberta. — *Wilson Bull.*, 48: 169-180.
- ROSS, H.H., 1944. The caddisflies, or trichoptera of Illinois. — *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv.*, 23: 1-326.
- SOUTHERN, W.E., W.L. JARVIS & L. BREWICK, 1976. Food habits and foraging ecology of Great-Lakes region ring-billed gulls. — Pages 100-145 in *Proc. Fish-eating Birds of the Great Lakes and Environmental Contaminants Symposium*, Dec. 2-3, 1976. 355 p.
- VERMEER, K., 1970. Breeding biology of California and ring-billed gulls: a study of ecological adaptation to the inland habitat. — *Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. no. 12*, 52 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 25 espèces de plantes vasculaires nouvelles pour la flore du Nouveau-Brunswick : *Alliaria officinalis*, *Arabis glabra*, *Aster laevis*, *Aster vimineus* var. *subdumosus*, *Bulbostylis capillaris* var. *crebra*, *Cyperus rivularis*, *Dentaria laciniata*, *Eleocharis uniglumis*, *Eriocaulon porteri*, *Eriophorum gracile*, *Epipactis helleborine*, *Galinsoga parviflora*, *Galium verum*, *Goodyera pubescens*, *Gratiola neglecta*, *Impatiens parviflora*, *Juncus greenei*, *Myriophyllum heterophyllum*, *Panicum linearifolium*, *Plagiobothrys scouleri* var. *penicillatus*, *Polygonella articulata*, *Primula laurentiana*, *Pterospora andromedea*, *Scirpus smithii*, *Thelypteris simulata*.

Abstract

Recent field and herbarium studies have resulted in the discovery of 25 species of vascular plants which are confirmed here as new to the flora of New Brunswick. These are *Alliaria officinalis*, *Arabis glabra*, *Aster laevis*, *Aster vimineus* var. *subdumosus*, *Bulbostylis capillaris* var. *crebra*, *Cyperus rivularis*, *Dentaria laciniata*, *Eleocharis uniglumis*, *Eriocaulon porteri*, *Eriophorum gracile*, *Epipactis helleborine*, *Galinsoga parviflora*, *Galium verum*, *Goodyera pubescens*, *Gratiola neglecta*, *Impatiens parviflora*, *Juncus greenei*, *Myriophyllum heterophyllum*, *Panicum linearifolium*, *Plagiobothrys scouleri* var. *penicillatus*, *Polygonella articulata*, *Primula laurentiana*, *Pterospora andromedea*, *Scirpus smithii*, *Thelypteris simulata*.

While doing field and herbarium studies for a flora of New Brunswick, the following species and varieties were found that had not been previously reported or had been questionably reported or thought extinct in New Brunswick. Species new to Canada are marked with an asterisk; those new to the Atlantic Provinces with a cross. The species are listed in alphabetical order with their collection data and brief distributional notes.

+ *Alliaria officinalis* Andrez.

Garden weed in and about Woodstock, Carleton County (66°09'N, 67°35'W), 22 May 1968, K. Connell 2-90 (UNB).

Naturalized from Eurasia. Reported from SW British Columbia, Ontario and Québec (Scoggan, 1979). Not reported from Maine.

+ *Arabis glabra* (L.) Bernh.

Rocky outcrops, Martin Head, Saint John Co. (45°29'N, 65°11'W), 18 June 1965, P. R. Roberts and B. Pugh 66-879 (UNB); Strand at junction of Little Popelogan Brook and SE Upsalquitch River, Restigouche Co. (47°40'N, 66°40'W), 12 August 1965, P. R. Roberts and B. Pugh 65-5783 (UNB); locally abundant on dry gravelly roadside (route 109) about 10 km E of Plaster

Rock, Victoria Co. (46°51'N, 66°52'W), 10 July, 1979, H. Hinds 1555 (UNB).

Introduced from Eurasia. All these specimens were originally identified as *A. drummondii* and reannotated by B. Boivin. Reported from New Brunswick in 1893 (Bull. Nat. Hist. Soc. New Brunswick, 11 : 48) but probably reannotated. No specimens at NBM. Reported by Scoggan (1979) from Québec, north to Bic, Rimouski Co. Also reported from Maine (Bean *et al.*, 1966).

+ *Aster laevis* L.

Roadside, Riley Brook, Victoria County (47°05'N, 67°18'W), 19 August 1964, P. Roberts & N. Bateman 64-3758 (UNB); field, 8 mi NW of Boiestown, York Co. (46°27'N, 66°25'W), 7 August 1963, P. Roberts & D. Drury 63-924 (UNB); abandoned pasture, Beaufort, Carleton Co. (46°35'N, 67°17'W), 13 August 1964, P. Roberts & N. Bateman 64-3506 (UNB).

In light of these occurrences, the reports from Newfoundland, Nova Scotia and Québec are not as unlikely. The natural range in Canada has been considered to be from British Columbia to Alberta, Saskatchewan, Manitoba and Ontario (Scoggan, 1979). Reported only from S Maine (Bean *et al.*, 1966). Some specimens are annotated by A. Cronquist.

+ *Aster vimineus* Tarn. var. *subdumosus* Wieg.

Scattered on shaley rock shore and adjacent open woods of Washademoak Lake, Queens Co. (45°48'N, 65°58'W), 19 August 1978, *H. Hinds & D. Breen 1005* (UNB); riverbank about 3 miles from turnoff on road to Canterbury from McAdam, York Co. (45°36'N, 67°20'W), 28 August 1963, *P.R. Roberts and D.E. Drury 63-2114* (UNB); silty loam roadside, off Church Road near Portebello Stream, Maugerville, Sunbury Co. (45°52'N, 66°49'W), 13 Sept. 1979, *H. Hinds 1305* (UNB).

Easily confused with *Aster tradescanti*. This is only the second location for Canada, the other being Point Edward, S Ontario (Boivin, pers. comm.). Reported in S Maine from Androscoggin to York Counties (Seymour, 1969).

+ *Bulbostylis capillaris* (L.) C. B. Clarke var. *crebra* Fern.

Dry railroad yard, Saint Stephen, Charlotte Co. (45°12'N, 67°17'W), 1 August 1963, *P. Roberts & D. Drury 63-780, 63-739* (UNB); Fredericton, York Co. (45°58'N, 66°39'W), 21 Sept. 1966, *P. Roberts 66-785* (UNB).

Reported from Ontario, SW Québec (Scoggan, 1979) and centr. Maine (Bean *et al.*, 1966). Occurring commonly along railroad tracks throughout most of the province.

+ *Cyperus rivularis* Kunth

Tidal mud flats, S shore of NW Miramichi River, about 8 km E of Red Bank, Northumberland Co. (46°45'N, 65°49'W), 17 Sept. 1979, *H. Hinds & D. Breen 2678* (UNB).

Reported from centr. Maine, SW Québec and Ontario N to Ottawa District (Scoggan, 1979).

+ *Dentaria laciniata* Muhl.

Rich woods, Upper Woodstock, Carleton County (46°11'N, 67°34'W), 3 May 1958, *A. Speer 2-26* (UNB).

The closest report of this species is Grondines, about 45 miles W of Québec City (Scoggan, 1979), a gap of approximately 355 km.

Eleocharis uniglumis (Link) Schultes

Wet soil at base of limestone cliff, jct. of Restigouche & Upsalquitch Rivers, Restigouche Co. (47°56'N, 66°58'W), 21 August 1963, *P. Roberts & D. Drury 63-1943A* (UNB).

Reported in the vicinity from the N shore of the lower Saint Lawrence River, Québec (Fernald, 1950) and Nova Scotia (Scoggan, 1979).

+ *Eriocaulon parkeri* Robins.

Tidal mud flats of the S shore NW Miramichi River about 8 km E of Red Bank, Northumberland Co. (46°56'N, 65°49'W), 17 Sept. 1979, *H. Hinds & D. Breen 2678* (UNB).

Reported in the vicinity from coastal Maine to Hancock Co. (Bean *et al.*, 1966) and Saint Lawrence River estuary from Lac Saint-Pierre to Portneuf and Bellechasse Counties (Scoggan, 1978).

Eriophorum gracile Koch

Roadside ditch at edge of dry peat bog 1 km W of Sainte-Marie-sur-Mer, Shippigan Is., Gloucester Co. (47°48'N, 64°34'W), 3 August 1965, *P. Roberts & B. Pugh 65-4597* (UNB).

Reported from Prince Edward Island (Bristol, King Co.), and Nova Scotia (Scoggan, 1979) and Maine N to Penobscot and Washington Counties (Bean *et al.*, 1966).

+ *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

Rich hardwoods, Carleton Co., 13 August 1966, *P. Roberts 66-760* (UNB); hardwoods near Plymouth, Carleton Co. (46°51'N, 66°40'W), 9 August 1968, *K. Connell 3-370* (UNB); Belleville, Carleton Co. (46°12'N, 67°42'W), 27 August 1977, *H. Hinds & S. Clayden 66* (UNB); gypsum sinkhole area near Wilson Brook, Damoiselle Creek, Albert Co. (45°51'N, 64°40'W), 11 August 1979, *H. Hinds & sons 2679* (UNB).

Introduced from Eurasia. Reported in the vicinity from Québec N to L'Islet Co. (Scoggan, 1979) and Maine N to Kennebec Co. (Bean *et al.*, 1966).

+ *Galinsoga parviflora* Cav.

A native of Mexico and S. America. Garden weed of sheep farm, Speerville, Carleton Co. (46°03'N, 67°38'W), 17 August 1967, *M. Hubbard 422* (UNB).

Closest report in Montréal, Québec (Scoggan, 1979).

Galium verum L.

Roadside weed, near Irish Settlement Carleton Co. (46°07'N, 67°42'W), 6 July 1967, *K. Connell 161* (UNB); roadside, Debec, Carleton Co. (46°04'N, 67°42'W), 15 July 1977, *H. Hinds & S. Clayden 82-77* (UNB).

Introduced from Eurasia. Frequent as a roadside weed in W central Carleton Co. Closest reports in Kings Co., Nova Scotia (Scoggan, 1979) and Aroostook Co., Maine (Bean *et al.*, 1966).

+ *Goodyera pubescens* (Willd.) R. Br.

Petitcodiac, Westmoreland Co. (45°56'N, 65°10'W), 1881, *J. Brittain, accession #23559* (UNB).

Closest reports in Québec N to Temiscouata Co. (Scoggan, 1979) & Maine N to Penobscot and Somerset Counties (Bean *et al.*, 1966).

+ *Geum urbanum* L.

Weed of pavement crevices, waste areas, downtown Woodstock, Carleton Co. (46°09'N, 67°37'W), 15 July 1977, *H. Hinds & S. Clayden 28878, 28879* (UNB).

Introduced from Europe. Introduced in E Massachusetts, E Pennsylvania (Fernald, 1950). Not previously reported from Canada.

Gratiola neglecta Torr.

Wet alluvial silt, mouth of Weavers Creek, Mitchells Island in Saint John River, York Co.

(45°59'W, 66°55'W), 17 July 1978, *H. Hinds* 561 (UNB).

Reported in the vicinity from Colchester Co., Nova Scotia (Scoggan, 1979), Maine N to Penobscot Co. (Bean *et al.*, 1966).

Impatiens parviflora DC

Introduced in vacant lots in semi-shade, downtown Fredericton, York Co. (45°58'N, 66°39'W), 30 August 1977, *H. Hinds*, 927 (UNB).

Adventive from Eurasia. Reported in the vicinity from Montréal (Québec), Charlottetown (Prince Edward Island), Wolfville (Nova Scotia) (Scoggan, 1979). Not reported from Maine.

Juncus greenei Oakes & Tuckerm.

Wet meadow near coast, Cape Jourimain, Westmoreland Co. (46°09'N, 63°48'W), 12 August 1979, *H. Hinds & sons* 2697 (UNB).

Often confused with *J. vaseyi*. Reported from Trois-Rivières, Sainte-Maurice Co. (Québec) Wellington, Prince Co., (Prince Edward Island) Shelburne, Halifax and Antigonish Counties (Nova Scotia) (Scoggan, 1979), Maine N to Washington Co. (Bean *et al.*, 1966).

+ *Myriophyllum heterophyllum* Michx.

Rooted in bottom of slow stream, Mill Brook, Big Cove, Queens Co. (45°46'N, 65°57'W), 20 August 1978, *H. Hinds & D. Breen* 1124 (UNB).

An inconspicuous aquatic reported in the vicinity only from SW Québec (Scoggan, 1979) and S New England (Seymour, 1979).

Panicum linearifolium Britt

Sandy softwoods 2 km S of Zealand Station off route 616, York Co. (46°03'N, 66°56'W), August 1979, *H. Hinds* 2690 (UNB); gravel edge of flood strand, in SW corner Northumberland Co. on SW Miramichi River (46°29'N, 66°28'W), 8 June 1980, *H. Hinds* 2994 (UNB).

Reported in the vicinity from Aroostook and Washington Counties, Maine (Bean *et al.*, 1966), Kings Co., Nova Scotia (Scoggan, 1979).

+ *Plagiobothrys scouleri* (H. & A.) Johnston var. *penicillatus* (Greene) Crong.

(*P. scopulorum* (Greene) I.M. Johnston, *Allo-carya cognata* Greene).

Sandy clearing near low coastal dunes, Val Comeau Provincial Park, Gloucester Co. (47°28'N, 64°35'W), 23 June 1978, *H. Hinds & D. Breen* 492 (UNB); in dry, compacted soil near walkway of University of New Brunswick campus near Beaverbrook Street, Fredericton, York Co. (45°58'N, 66°39'W), 25 June 1980, *H. Hinds* 3206 (UNB).

This is an extremely anomalous occurrence of a plant that is distributed widely on the west coast of North America E to SW Manitoba. It appears to be spreading in New Brunswick but is easily overlooked.

+ *Polygonella articulata* (L.) Meisn.

Near railway, at Westfield, Kings Co. (46°14'N, 67°31'W), 10 Sept. 1969, *Helen Brown* (NBM);

sandy roadsides, Bethel on route 1, Charlotte Co. (45°10'N, 66°55'W), 1 Oct. 1979, *H. Hinds & D. Breen* 2691 (UNB).

Closest reports from Washington Co., Maine (Bean *et al.*, 1966) and Québec N to Québec City District (Scoggan, 1979).

+ *Polygonum minus* Huds

Common on gravelly shore between Crock's Point and Shore Island N shore Saint John River, York Co. (45°58'N, 66°50'W), 25 August 1979, *H. Hinds* 2670 (UNB).

Naturalized from Europe. Reported from Massachusetts to Indiana and SE Pennsylvania (Fernald, 1950). Not previously reported from Canada.

Primula laurentiana Fern.

Rare on SE facing cliffs opposite Point Wolf at mouth of Wolf River, Fundy National Park, Albert Co. (45°33'N, 66°01'W), 1 June 1977 *H. Hinds et al.* 77-11 (UNB).

Reported in the vicinity from Aroostook & Washington Counties, Maine (Bean *et al.*, 1966) and Yarmouth, Digby, Kings & Annapolis Counties, Nova Scotia (Scoggan, 1979). Originally discovered by M. Burzynski in 1976.

Pterospora andromedea Nutt.

Hemlock stand, Keswick Ridge, York Co. (46°00'N, 66°53'W), 29 August 1963, *P. Roberts & D. Drury* 63-2125 (UNB); mature stand of *Pinus strobus*, base of Curry Mountain, Douglas, York Co. (45°59'N, 66°46'W), 10 Sept. 1978, *H. Hinds* 678 (UNB); under *Pinus strobus* near summit of bluff 1 km below Mactaquac Dam, N side of Saint John River, York Co. (45°57'N, 66°52'W), 10 August 1979, *H. Hinds* 2696 (UNB).

Reported in Prince Edward Island, 1888, but believed extinct (Scoggan, 1979). Closest recent reports from Québec City (Scoggan, 1979) and Chittenden Co., Vermont (Seymour, 1969).

+ *Pycnanthemum virginianum* (Michx.) Pers.

Rare in small area of rock ledge at waters edge, Jenkins Cove on Belleisle Bay, Kings Co. (45°36'N, 65°57'W), 24 May 1980, *H. Hinds* 2814 (UNB).

Reported in the vicinity from Québec N to shores of Ottawa River in Pontiac Co. and Saint Lawrence River near Montréal (Scoggan, 1979), in Maine N to Penobscot & Somerset Counties (Bean *et al.*, 1966).

+ *Scirpus smithii* Gray

Frequent on tidal mud flat, S shore of NW Miramichi River, 8 km E of Red Bank, Northumberland Co. (46°56'N, 65°49'W), 17 Sept. 1979, *H. Hinds & D. Breen* 2693 (UNB).

Reported in the vicinity from Québec N to Saint-Vallier, Bellechasse Co. (Scoggan, 1979), in Maine, southern counties only (Bean *et al.*, 1966).

Thelypteris simulata (Davenp.) Nieuwl.

Uncommon in swampy woods near the Keyhole, S shore, Princess Park, Queens Co. (45°57'N, 66°04'W), 5 August 1979, *H. Hinds* 2695 (UNB).

Reported from Prince Edward Island and Nova Scotia (Scoggan, 1979), and Maine N to Oxford Co. (Bean *et al.*, 1966).

References

BEAN, R.C., F. HYLAND & D. RICHARDS, 1966. Revised checklist of the vascular plants of Maine. — Bull. Josselyn bot. Soc. Me, Orono, Maine, no. 8, 71 p.

FERNALD, M.L., 1950. Gray's manual of botany, eighth edition. — D. Van Nostrand Co., New York, 1632 p.

SCOGGAN, H.J., 1979. The Flora of Canada. — Natn. Mus. Nat. Sci., Ottawa, Ontario, 1711 p.

SEYMOUR, F.C., 1969. The flora of New England. — Charles E. Tuttle Co. Publ., Rutland, Vermont.

LISTE ANNOTÉE DE NOMBRES CHROMOSOMIQUES DE LA FLORE VASCULAIRE DU NORD-EST DE L'AMÉRIQUE. II¹.

C. GERVAIS

Service de recherche en défense des cultures
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Complexe scientifique, Sainte-Foy, Québec G1P 3W8

Résumé

Cette liste rapporte les nombres chromosomiques de 56 individus de la flore du Québec et de Terre-Neuve appartenant à 20 taxons différents. Elle comprend, en particulier, quelques espèces arctiques-alpines et diverses adventices plus ou moins fréquentes. Des nombres nouveaux ont été trouvés pour *Chrysosplenium americanum* Schwein. ($2n = 18$), *Mimulus ringens* L. ($2n = 22$) tandis qu'un cytotype tétraploïde ($2n = 28$) a été observé chez *Ranunculus acris* L.

Abstract

This list reports the chromosome numbers of 56 individuals belonging to 20 different taxa from Quebec and Newfoundland. It includes, particularly, some arctic-alpine species and different more or less common weeds. New chromosome numbers have been found in *Chrysosplenium americanum* Schwein. ($2n = 18$), *Mimulus ringens* L. ($2n = 22$), whereas a tetraploid cytotype ($2n = 28$) was observed in *Ranunculus acris* L.

Introduction

Ce travail fait suite à une publication antérieure parue sous le même titre dans *Le Naturaliste canadien* (vol. 106, p. 451 à 461) en 1979. Le lecteur pourra s'y reporter pour des précisions sur les méthodes de travail et pour des considérations d'ordre général sur les comptages chromosomiques.

Résultats

21) *CHENOPODIUM STRICTUM* Roth
 $2n = 36$ (fig. 4 in Gervais, 1979)
Pré-traitement: in Gervais (1979)
Comté de Québec: Giffard, près de l'Aréna, dépotoir à neige, 22/08/79, Doyon s.n. (QUE).
Les Saules, au bas d'un dépotoir à neige, 28/08/79, Néron s.n. (QUE). Québec, Halles du Palais, terrain vague, 15/09/79, Gervais 79-241 (QUE). — Comté de Portneuf: Saint-Augustin, ferme de l'Univ. Laval, près d'un dépotoir, 23/08/79, Doyon et Denis s.n. (QUE). Portneuf-Station, près de la gare de chemin de fer, 23/08/79, Doyon et Denis s.n. (QUE). Portneuf-Station, près de la gare de chemin de fer, 23/08/79, Doyon et Denis s.n. (QUE). — Comté

de Sherbrooke: Sherbrooke, bord d'une rue, 21/09/79, Doyon, Bouchard et Denis s.n. (QUE). — Comté de Saint-Hyacinthe: Saint-Hyacinthe, pelouse devant l'I.T.A.A., 03/10/79, Doyon et Bouchard s.n. (QUE).

Les déterminations chromosomiques rapportées ici s'ajoutent aux données recueillies sur cette espèce au Québec (Gervais, 1979) et permettent d'agrandir son aire de distribution dans le N.-E. de l'Amérique, en complétant la carte de Bassett & Crompton (1978). Ces auteurs plaçaient la limite est de *C. strictum* au sud du Québec mais cette mauvaise herbe atteint en réalité la ville de Québec et ses environs où elle est assez fréquente. Des récoltes de Doyon, Bouchard et Denis pour Trois-Rivières, de Doyon et Vézina pour L'Assomption, Lanoraie, Maskinongé, Pointe-du-Lac et Saint-Sulpice (QUE) seraient à ajouter à la carte de répartition de l'espèce.

22) *CHRYSOSPENIUM AMERICANUM* Schwein

$n = 9$, $2n = 18$ (fig. 19)

Comté de Québec: Sainte-Foy, N.-E. du Complexe scientifique, ruisseau forestier, 17/05/78,

¹ Contribution n° 283 de la Direction de la recherche, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

Gervais 78-2 (QUE). *Idem*, fossé forestier, 24/05/78, *Gervais 78-3* (QUE). *Idem*, bois marécageux, 24/05/78, *Gervais 78-4* (QUE). — Comté de Lévis: Saint-Romuald, collines boisées entre l'autoroute et la Rivière Etchemin, mares, 11/05/71, *Gervais et R. Cayouette 71-029* (QUE). — Comté de Matane: mont Logan, versant est, ruisseau le long de la route du sommet, alt. 755 m, 24/08/78, *Gervais et Grandtner 78-204* (QUE). *Idem*, versant ouest, source et ruisseau à 950 m, 20/06/79, *Gervais et Grandtner 79-82* (QUE).

L'étude de six populations différentes de *C. americanum* (Sainte-Foy, Saint-Romuald, mont Logan) démontre qu'un nombre chromosomique nouveau, $2n = 18$, doit être ajouté aux données déjà publiées pour cette espèce; Löve (1954) avait compté en effet $2n = 24$ chromosomes pour des *C. americanum* du Québec (provenant de graines), ce nombre étant confirmé plus tard (Löve & Löve, 1966) par l'étude de matériel du mont Washington.

Des recherches plus poussées seraient nécessaires pour savoir si les *Chrysosplenium* du Québec comprennent deux taxons et si les plantes à 18 chromosomes ne se rapprocheraient pas du *C. glechomaefolium* Nutt. ouest-américain ou de l'espèce sibérienne *C. comosum* Komarov qui possèdent également $2n = 18$ chromosomes. On sait par ailleurs que le nombre $2n = 24$, ou ses multiples, est le plus fréquemment rencontré dans le genre *Chrysosplenium*.

Fait remarquable, des individus à graines lisses (fig. 37-38) et des individus à graines pubescentes (fig. 39-40) ont été observés au sein des différentes populations étudiées mais il n'a pas été possible de les cultiver séparément et de vérifier si leurs nombres chromosomiques étaient identiques.

23) *CLAYTONIA CAROLINIANA* Michx

$n = 8$ (fig. 6, 7, 9, 17 in Gervais et Grandtner, 1981) Comté de Rivière-du-Loup: Île aux Basques, prairie de la pointe ouest, à quelques pas du rivage, 03/06/80, *Gervais et Smith 80-8, 80-9* (QUE). — Terre-Neuve: le long de la rivière Robinson, nord-est de Carthyville (deux individus), 17/05/80, A.W.H. Damman s.n. (QEF).

C. caroliniana présente dans certaines colonies, au Québec, d'après Gervais & Grandtner (1981), des variations chromosomiques analogues à celles qui ont été mises en évidence chez *C. virginica* L. par les botanistes américains. Bien qu'on ne comprenne pas encore exactement la cause de ces variations, on aurait pu s'attendre à trouver, chez les plantes de l'île aux Basques, des nombres chromosomiques anormaux (différents de $n = 8$), étant donné la situation très inhabituelle de cette population.

Il s'agit d'une petite colonie située en terrain découvert, touchant presque la ligne des marées et composée d'individus apparemment âgés, à gros tubercules enfoncés à une dizaine de centimètres dans un sol sablonneux et émettant de nombreuses hampes florales (17-19). Malgré une abondante production de graines, la colonie ne semble pas pouvoir s'étendre et paraît étouffée par le tapis continu de laïches et de graminées de la prairie. Les plantes de Terre-Neuve, dont les nombres chromosomiques ($n = 8$) sont rapportés ici, étaient également à gros tubercules (2-2,5 cm) et à nombreuses hampes florales.

On trouvera dans Gervais & Grandtner (1981) un tableau complet des nombres chromosomiques relevés chez cette espèce dont une population de la Montagne de Stoneham (près de Québec), en particulier, présentait 50% de plantes anormales ayant $n = 9, 10, 11, 15, 19$ ou $2n = 17, 25$ chromosomes.

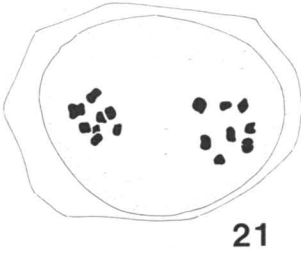
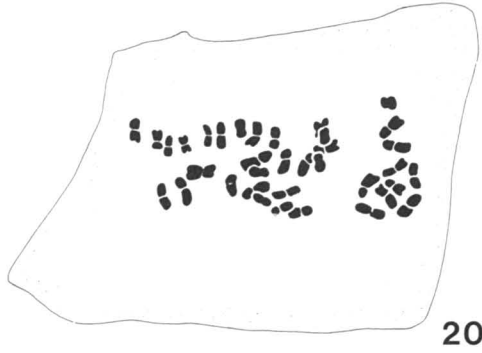
24) *DANTHONIA SPICATA* (L.) Beauv.

$2n = 36$ (fig. 20)

Comté de Québec: Sainte-Foy, champs près du Complexe scientifique, 27/08/71, *Gervais 71-262* (QUE).

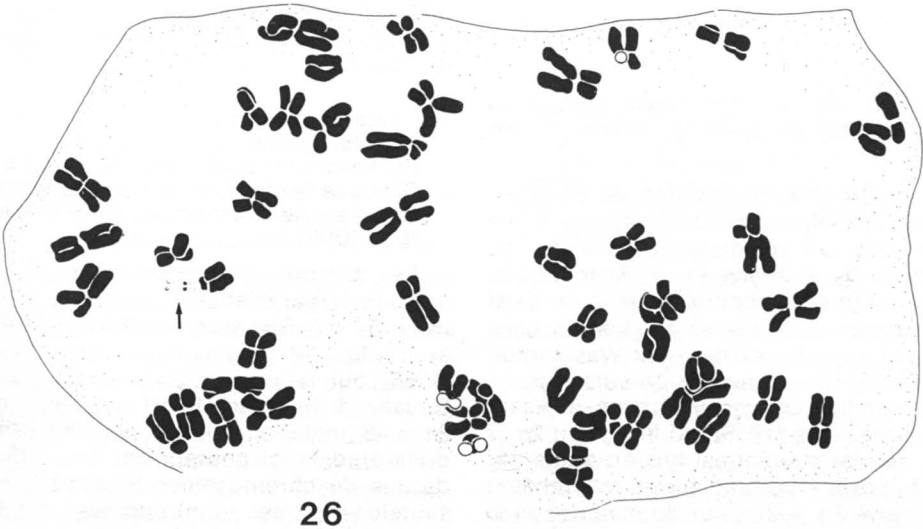
Le nombre chromosomique de cette espèce, $2n = 36$, a été déterminé déjà par Stebbins (in Myers, 1947), de Wet (1954) et par Bowden (1960). Les déterminations de Bowden ont été faites sur du matériel récolté en Ontario (10 localités) mais la provenance exacte des plantes de Stebbins et de de Wet n'est malheureusement pas indiquée. La

Figures 19-26. Fig. 19. *Chrysosplenium americanum* Schwein., diacinèse, $n = 9$, CMP. Fig. 20. *Danthonia spicata* (L.) Beauv., métaphase, $2n = 36$, méristème radiculaire. Fig. 21. *Erysimum cheiranthoides* L., métaphase II, $n = 8$, CMP. Fig. 22. *Hibiscus trionium* L., métaphase, $2n = 56$, méristème radiculaire. Fig. 23. *Juncus trifidus* L. métaphase, $2n = 30$, méristème radiculaire (coupe colorée au violet cristallin). Fig. 24. *Linaria dalmatica* (L.) Mill., métaphase, $2n = 12$, jeune cotylédon. Fig. 25. *Lonicera involucrata* (Richards) Banks ex Spreng., métaphase, $2n = 18$, méristème radiculaire. Fig. 26. *Lycopsis arvensis* L., métaphase, $2n = 48$, méristème radiculaire; la flèche indique des satellites doubles.



10 μ m

10 μ m
(pour fig. 23)



taille de certaines paires de chromosomes (fig. 20) varie plus que du simple au double, si on compare les extrêmes.

25) *Erysimum cheiranthoides* L.

$n = 8$ (fig. 21)

Comté de Québec: Sainte-Foy, terrains vagues près du Complexe scientifique, 05/10/71, *Gervais 71-341* (QUE).

E. cheiranthoides a fait l'objet de déterminations chromosomiques dans plusieurs pays d'Europe d'où il est originaire et a été étudié également en Islande, aux États-Unis (Wisconsin) et au Canada. Cette espèce a toujours été trouvée diploïde ($n = 8$, $2n = 16$); le comptage canadien (Mulligan, 1957) a été fait sur une plante récoltée à Ottawa.

26) *Hibiscus trionium* L.

$2n = 56$ (fig. 22)

Pré-traitement: froid 4°C, 7 h ou colchicine 0,15%, 1½ h Comté de Québec: Sainte-Foy, terrain vague, 02/11/75, *Gervais 75-82* (QUE).

H. trionium est introduit en Amérique du Nord où il se comporte comme une mauvaise herbe; il se rencontre occasionnellement au Québec. La population observée en 1975 n'est pas réapparue les années suivantes et les graines recueillies n'ont d'ailleurs germé, en laboratoire, qu'après avoir été décortiquées. Deux races chromosomiques, l'une à $2n = 28$ et l'autre à $2n = 56$, présentant des phénotypes apparemment identiques, sont reconnues chez cette espèce (Ford, 1938; Rao, 1941; Skovsted, 1941) mais seul le nombre $2n = 56$ a été retrouvé ici.

27) *Juncus trifidus* L.

$2n = 30$ (fig. 23)

Comté de Matane: Mont-Logan, schistes du sommet, 1100 m, 21/08/62, *Gervais 62-148* (QUE).

Le nombre chromosomique de cette espèce arctique-alpine amphi-atlantique a été compté déjà sur du matériel d'Islande, du Groenland, de Pologne et de Scandinavie. Le seul comptage rapporté pour le nord-est de l'Amérique a été réalisé par Löve & Löve (1966) sur des plantes du mont Washington (Great Gulf, N.H.). Tous les auteurs rapportent le nombre $2n = 30$, comme ici, sauf Hadac & Haskova (1956) qui indiquent $2n = 20$. Ce dernier résultat est mis en doute par Löve & Löve (1966), d'autres chercheurs ayant trouvé $2n = 30$ pour du matériel de la même région (Monts-Tatra, Pologne).

28) *Linaria dalmatica* (L.) Mill.

$2n = 12$ (fig. 24)

Pré-traitement: non nécessaire.

Comté de Pontiac: Ile-du-Grand-Calumet, bordure de la route près d'un bois feuillu, 22/07/78, *Masson et Lambert 21404* (QUE).

Cette espèce originaire des Balkans est introduite et peu fréquente au Québec. Son nombre chromosomique, $2n = 12$, a été compté déjà par quelques chercheurs sur du matériel européen ou asiatique. Valdés (1969) rapporte toutefois un comptage fait à partir de graines reçues d'Ottawa (Weed Nursery) dont la provenance exacte n'est pas connue.

29) *Lonicera involucreta* (Richards) Banks ex Spreng

$2n = 18$ (fig. 25)

Comté de Matane: Mont-Logan, bord de route forestière, à env. 4 km au N.-E. du sommet; alt. 755 m, 24/08/78, *Gervais et Grandtner 78-203* (QUE).

Pré-traitement: colchicine 0,15% ou 0,3%, 1 à 2 h

Le nombre chromosomique de cette espèce et de deux de ses formes (*f. humilis* et *f. serotina*, du Colorado), $2n = 18$, a été compté déjà par Janaki-Ammal & Saunders (1952) et par Rūdenberg & Green (1966), sans que ces auteurs nous indiquent dans leurs travaux, la provenance exacte de leur matériel. D'autre part, Taylor & Mulligan (1968) parviennent à un résultat identique sur un *L. involucreta* de Graham Island (Archipel de la Reine-Charlotte). Le comptage présenté ici est probablement le seul se rapportant à des individus nord-est américains. On remarquera (fig. 25) la présence de quatre longs chromosomes et d'une dizaine d'autres de petite taille dont deux possédant des satellites.

30) *Lycopsis arvensis* L.

$2n = 48$ (fig. 26)

Pré-traitement: colchicine 0,15%, 1 à 3 h

Comté de Québec: Sainte-Foy, jardins communautaires, rue d'Entremont, 27/09/76, *Gervais 76-59* (QUE).

Le nombre chromosomique de cette adventice eurasiatique, établi à environ $2n = 54$ par Swensson (1925), a été étudié avec plus de précision par Löve & Löve (1956) qui rapportent $2n = c.48$, puis par Gadella & Kliphuis (1970) qui l'estiment à $2n = 48$ (matériel italien). Les individus introduits étudiés ici possédaient $2n = 48$. Une dizaine de chromosomes télocentriques ou subtélocentriques (dont l'un avec des satellites doubles) sont visibles sur la figure 26.

31) *MIMULUS RINGENS* L. $2n = 22$ (fig. 27)

Comté de Québec: Sainte-Foy, bord d'un chemin près du Complexe scientifique, 21/09/72, *R. Cayouette 10344* (QUE).

Mukerjee & Vickery (1961) rapportent le nombre $2n = 24$ pour un individu de cette espèce provenant de Saint-Jean (comté de Saint-Jean), tandis que Bostick (1965) indique $n = 8$, pour une récolte de Caroline du Nord. Le nombre $2n = 22$ serait donc nouveau chez cette espèce. Notons cependant que Kondo (1972) rapporte $n = 11$ pour *M. alatus* Aiton, voisin de *M. ringens*. Il est possible qu'il existe des races chromosomiques chez *M. ringens* comme il en existe d'ailleurs chez plusieurs autres espèces du genre *Mimulus*.

32) *PHRAGMITES AUSTRALIS* (Cav.) Trin. ex Steud. $2n = 36$ (fig. 28)

Pré-traitement: colchicine 0,3%, 3 à 5 h
Comté de Québec: Sainte-Foy, terrains vagues à l'est du Complexe scientifique, dépression humide; 01/11/78, *Gervais 78-334* (QUE). — Comté de Lotbinière: talus le long de la route 20, côté sud, entre Manseau et Villeroy, 19/07/79, *Gervais, Doyon et Lefebvre 79-172* (QUE).

P. australis forme un complexe à distribution mondiale présentant des phénotypes extrêmement variés (plantes de 0,3 à plus de 5 m) où les études cytologiques ont révélé la présence d'une douzaine de races chromosomiques euploïdes ou aneuploïdes (Löve 1973, Gorenflot 1976, etc.). Les nombres chromosomiques des populations américaines ne sont pas connus sauf par un comptage de Löve (1954) qui donne $2n = 48$ pour des individus dont la provenance exacte n'est pas indiquée. Les deux plantes étudiées ici possédaient $2n = 36$ chromosomes.

33) *POLYGONATUM PUBESCENS* (Willd.) Pursh $n = 10$ (fig. 29)

Comté de Lévis: Saint-Romuald, bois rocheux entre l'autoroute et la rivière Etchemin, 10/05/71, *Gervais et Cayouette 71-028* (QUE).

P. pubescens a fait l'objet d'un certain nombre de travaux aux États-Unis et au Canada à cause de l'existence, chez cette espèce, de formes «gigas» possédant, en particulier, plus de deux fleurs par aisselle foliaire; on s'est demandé si ces formes ne correspondaient pas à des individus tétraploïdes à $2n = 40$. Therman (1950) avait rapporté en effet une détermination chromosomique tétraploïde pour un *Polygonatum*, identifié comme *P. pubescens*, reçu des

États-Unis (Kalamazoo Co., Michigan) sous forme de rhizome.

Les recherches cytologiques de Eigsti (1942), Hopkins (1942), Kawano & Iltis (1963), Cruise & Haber (1972), Utech (1974) et la détermination rapportée pour Saint-Romuald n'indiquent cependant que le nombre diploïde pour *P. pubescens*, même lorsque des individus «gigas» ont été étudiés (Cruise & Haber *l.c.*). Deux comptages de Eigsti se rapportent à des individus du N.-E. de l'Amérique (New-Hampshire, Connecticut), de même que ceux de Cruise & Haber (Ontario).

34) *RANUNCULUS ACRIS* L. $2n = 28$ (fig. 30)

Pré-traitement: colchicine 0,3% 2½ h

Comté de Québec: Sainte-Foy, près de la voie ferrée, au pied de la rue de l'Estrie, 10/09/75, *Gervais 75-49* (QUE).

Cette plante est probablement un cytotype tétraploïde occasionnel du *R. acris* diploïde (commentaires ci-dessous).

35) *RANUNCULUS ACRIS* L. $n = 7, 2n = 14$ (fig. 31)

Pré-traitement: colchicine 0,3%, 2½ h

Comté de Québec: Notre-Dame-des-Laurentides, rue Villeneuve, 15/07/77, *Lépine 77-68* (QUE). Tewkesbury, les Trois Lacs, 17/07/77, *Lépine 77-70* (QUE). Sainte-Foy, boul. Pie XII, terrain vague, 30/05/71, *Gervais 71-074* (QUE). *Idem*, rue Watt, terrain vague, 29/09/75, *Gervais 75-57* (QUE). *Idem*, près du Complexe scientifique, terrains vagues, 14/10/75, 22/10/75, 23/10/75, *Gervais 75-60, 75-76, 75-77, 75-80* (QUE). *Idem*, nord de la rue de la Suète, 13/10/75, *Gervais 75-66* (QUE). *Idem*, boul. Henri IV, sortie Einstein, terrain vague, 23/06/77, *Lépine 77-17, 77-18* (QUE). — Comté de Bellechasse: Saint-Vallier, bord du fleuve, 08/07/77, *Lépine 77-51*. — Comté de Témiscouata: bord de route, près de Cabano, 08/07/77, *Lépine 77-49* (QUE). — Comté de Labelle: lac Bruchési, 19/06/77, *Lépine 77-15* (QUE). — Comté de Deux-Montagnes: Saint-Placide, champ pierreux, 26/09/77, *Gervais 77-116* (QUE).

R. acris est considéré comme une espèce diploïde, à $2n = 14$, sur la foi de nombreux comptages chromosomiques effectués dans plusieurs pays différents. Quelques auteurs rapportent également les nombres $n = 8, 2n = 12, 16, 28, 42, 56$ (voir aussi la note 2, p. 26, Tischler, 1950). Il semble s'agir d'une part de plantes aneuploïdes, d'autre part de taxons polyploïdes considérés comme des sous-espèces ou des espèces distinctes: *R. granatensis* Boissier, *R. strigosus*



Schur, *R. grandis* Honda. Cependant, il existe vraisemblablement des cytotypes polyploïdes de *R. acris*, tel le cas rapporté ci-dessus (n° 34). Cette plante remarquable par ses feuilles de base épaisses, à pubescence forte, aux segments bien découpés mais larges et à pointes émoussées (fig. 41) est tétraploïde et semble posséder simplement quatre génomes «*acris*» (les chromosomes des fig. 30 et 31 ont été comparés entre eux et avec les caryogrammes établis par Goepfert, 1974). La méiose y est très irrégulière avec présence de multivalents difficiles à analyser, retards à l'anaphase, formation de micronoyaux et pollen anormal. Une race tétraploïde bien établie de *R. acris* montrerait probablement une méiose mieux stabilisée et on aurait pu s'attendre à retrouver ailleurs, ou dans les environs, d'autres individus polyploïdes, ce qui ne s'est pas produit. Il est possible toutefois que cette plante, croissant non loin d'une voie ferrée, soit introduite et provienne d'une population tétraploïde éloignée.

D'autre part, les comptages chromosomiques qui ont été réalisés dans le nord-est de l'Amérique sur *R. acris* en Ontario (Mulligan, 1959; Goepfert, 1974), en Nouvelle-Écosse (Kapoor, 1972), à Terre-Neuve (Scott, 1974) et dans l'État de New-York (Sorolcin, 1927 a, b), indiquent tous le nombre diploïde $2n = 14$.

36) *RANUNCULUS REPENS* L.

$n = 16$, $2n = 32$ (fig. 32)

Comté de Québec : Sainte-Foy, terrains vagues près d'un bois, lieux humides, 03/07/71, *Gervais 71-141* (QUE). *Idem*, terrains humides à l'est du Complexe scientifique, 04/11/75, *Gervais 75-86* (QUE).

Cette espèce a déjà fait l'objet de nombreux comptages chromosomiques, généralement tétraploïdes ($2n = 32$), dans plusieurs pays; quelques-uns de ces comptages se rapportent à du matériel nord-est américain: Halifax (Kapoor, 1972), Valcartier, Toronto (Goepfert, 1974), Colinet (Scott, 1974). Pervova *et al.* (1971), d'autre part, font état de variations chromosomiques ($2n = 16$,

18, 20, 24, 28) chez *R. repens* en Ukraine mais Goepfert (1974) a tort d'affirmer que Tomaszewski (1959) aurait également trouvé plusieurs populations diploïdes en Pologne. Les 18 populations examinées par Tomaszewski sont tétraploïdes (avec parfois des cellules polyploïdes à $2n = 64$ dans le périlème).

37) *RIBES HIRTELLUM* Michx.

$2n = 16$ (fig. 33)

Comté de Québec : Sainte-Foy, terrain vague, N.-E. de la rue Rougemont, bord d'un fossé, 23/05/71, *Gervais 71-066* (QUE).

Les individus examinés dans ce travail possédaient les caractères du *R. hirtellum* tout en ayant des ovaires munis de poils (généralement glanduleux) suggérant l'influence possible d'une autre espèce, peut-être *R. grossularia* L., qui aurait pu être cultivée à cet endroit autrefois (restes d'une ancienne maison à proximité). Le pollen cependant était normal et le nombre chromosomique, $2n = 16$, compté dans le tissu staminal, ne nous renseigne pas davantage, toutes les espèces de *Ribes* (une centaine ont été étudiées) possédant 16 chromosomes.

Aucun comptage chromosomique ne semble avoir été réalisé sur *R. hirtellum* dans l'est de l'Amérique mais Taylor & Brockman (1966) en rapportent pour des individus de Saskatchewan et du Manitoba.

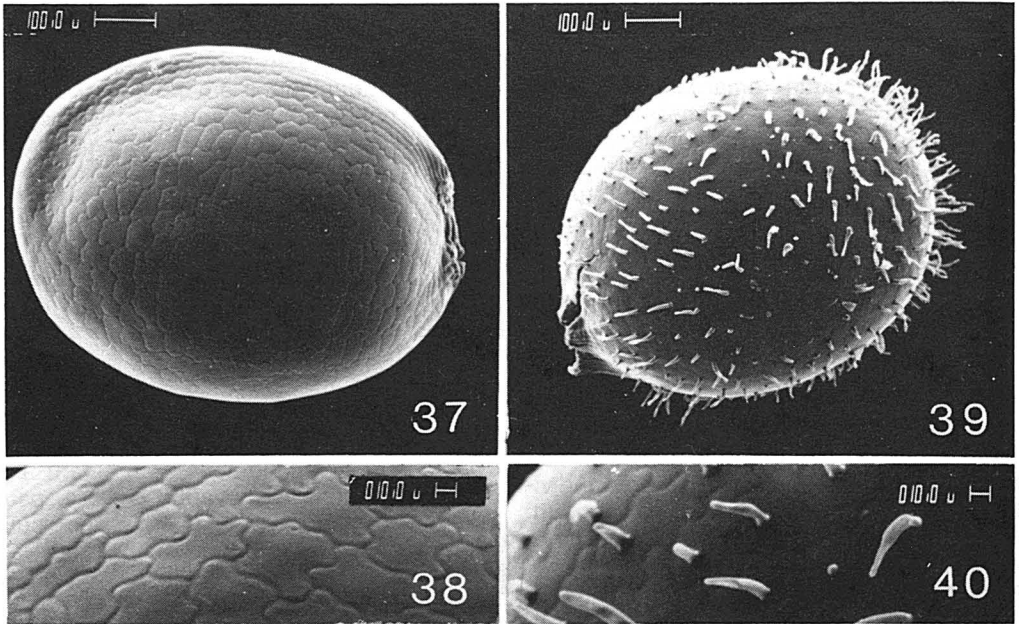
38) *SANGUISORBA CANADENSIS* L.

$n = 14$, $2n = 28$ (fig. 34)

Pré-traitement : froid 4°C, 7 h

Comté de Québec : Sainte-Foy, champ près du Complexe scientifique, 17/08/71, *Gervais 71-238* (QUE), Stoneham, champs et buissons au pied de la Montagne de Stoneham, 17/05/80, *Gervais 80-2* (QUE). — Comté de Saguenay : Baie-Sainte-Catherine, rochers maritimes, 12/07/80, *Gervais 80-79* (QUE). — Comté de Rivière-du-Loup : Île aux Basques, lisière de la forêt à l'extrémité ouest, 05/06/80, *Gervais et Smith 80-61* (QUE). *Idem*, rive nord de l'île, fissures de rochers, 05/06/80, *Gervais et Smith 80-49* (QUE).

Figures 27-36. Fig. 27. *Mimulus ringens* L. métaphase, $2n = 22$, jeune feuille. Fig. 28. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, métaphase, $2n = 36$, méristème radicaire. Fig. 29. *Polygonatum pubescens* (Wild.) Pursh., métaphase II, $n = 10$, CMP. Fig. 30. *Ranunculus acris* L., métaphase, $2n = 28$, méristème radicaire. Fig. 31. *Ranunculus acris* L., métaphase, $2n = 14$, méristème radicaire. Fig. 32. *Ranunculus repens* L., métaphase I, $n = 16$, CMP. Fig. 33. *Ribes hirtellum* Michx, métaphase, $2n = 16$, tissu staminal. Fig. 34. *Sanguisorba canadensis* L., fin d'anaphase II, $n = 14$, CMP. Fig. 35. *Sparganium hyperboreum* Laest., métaphase, $2n = 30$, méristème radicaire. Fig. 36. *Spergula arvensis* L., métaphase, $2n = 18$, tissu staminal.



Figures 37-40. Fig. 37, 38, graine de *Chrysosplenium americanum* Schwein., forme lisse et détail de la surface, Chute-aux-Galets, J. Cayouette 1311. Fig. 39, 40, graine de *C. americanum*, forme pubescente et détail de la surface, Granby, Victorin, Rolland-Germain et Jacques.

L'étude cytologique de *S. canadensis* présente un certain intérêt du fait qu'on a rapporté deux nombres chromosomiques pour cette espèce: $2n = 56$ et $2n = 28$. Larsen (1959), le premier, compta $2n = 56$ sur du matériel canadien d'origine non précisée, nombre retrouvé plus tard par Löve & Löve (1961) sur un individu gaspésien et par Nordborg (1966) sur des plantes de l'île d'Orléans, de Saint-Roch-des-Aulnaies et du Jardin botanique de Montréal. D'autres auteurs ayant rapporté $2n = 28$ pour le Nord-Ouest du Canada et l'Alaska, en particulier Taylor & Mulligan (1968), on a cru à l'existence de deux races chromosomiques ou de deux espèces distinctes (Löve, 1969). La situation ne semble pourtant pas encore claire parce que des recherches ultérieures (Mulligan & Cody, 1973) dans l'est du Canada (Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse et Labrador) sur une quarantaine d'individus n'ont pu permettre de retrouver d'individus hexaploïdes.

Les quatre comptages nouveaux rapportés dans ce travail ne donnent que le nombre tétraploïde ($2n = 28$), bien que des plantes à feuilles larges aient été parfois choisies au cas où ce caractère aurait permis de retracer des hexaploïdes.

39) *SPARGANIUM HYPERBOREUM* Laest.

$2n = 30$ (fig. 35)

Pré-traitement: froid 4°C, 6 h

Comté de Matane: Mont-Logan, versant est, étangs subalpins, alt. c. 1030 m, 25/08/79, Gervais et Grandtner 78-229 (QUE).

Cette espèce à distribution circumpolaire a fait l'objet de comptages chromosomiques en Islande, en Groenland, en URSS et dans l'archipel de la Reine-Charlotte. Le nombre rapporté pour les individus du mont Logan, $2n = 30$, correspond aux résultats trouvés dans ces régions et constitue un premier comptage pour l'est de l'Amérique. Les chromosomes sont très petits et au moins trois paires d'entre eux possèdent des satellites ou des constriction secondaires. Les graines de cette plante n'ont germé qu'après avoir été décortiquées.

40) *SPERGULA ARVENSIS* L.

$2n = 18$ (fig. 36)

Pré-traitement: non indispensable, mais le froid (0,4°C, 4 h) donne de bons résultats.

Comté de l'Islet: Sainte-Louise, champ sablonneux, 27/07/71, Gervais 71-211 (QUE). — Comté de Portneuf: Saint-Augustin, station de recherche du MAQ, 04/07/75, Brodeur 317 (QUE).

Le nombre chromosomique de cette mauvaise herbe, $2n = 18$, a fait l'objet déjà

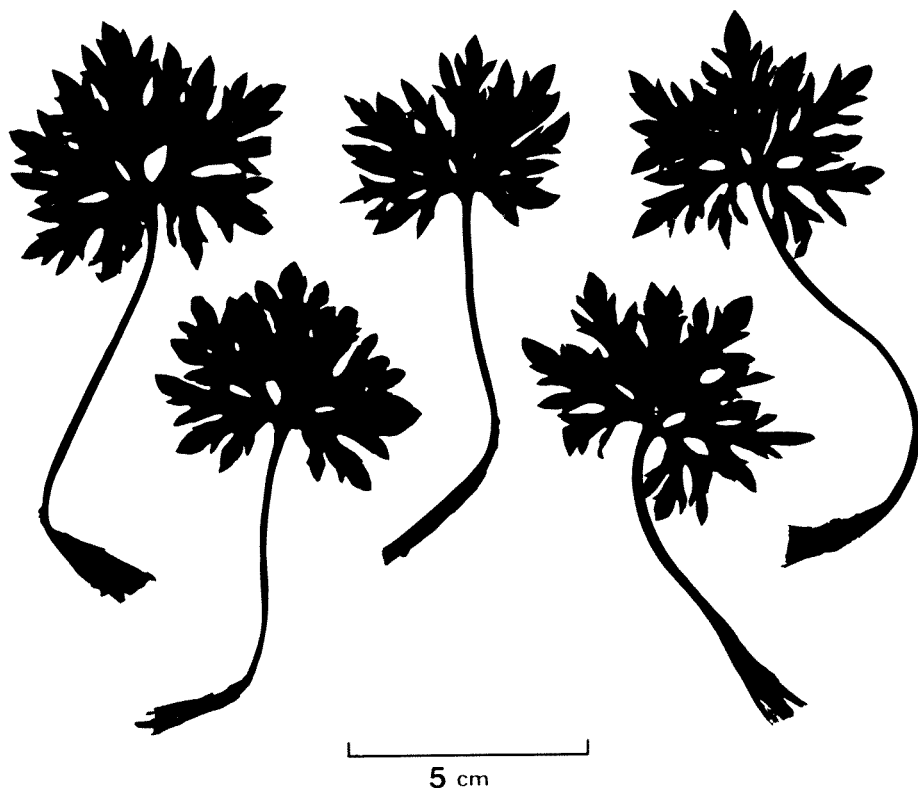


Figure 41. Silhouettes de feuilles basilaires de *Ranunculus acris* L., forme tétraploïde, Sainte-Foy.

de plusieurs comptages réalisés principalement sur du matériel européen. Findlay & McNeill (1973) le rapportent toutefois pour le Québec mais sans indication géographique plus précise. D'autre part, Gadella & Kliphuis (1971) ont trouvé en Hollande (Oosterend, île de Terschelling) des *S. arvensis* tétraploïdes avec $2n = 36$ chromosomes.

Remerciements

L'auteur désire remercier Monsieur J.-P. Ricbourg qui a réalisé les photographies de graines de *Chrysosplenium* au microscope à balayage et toutes les personnes qui ont récolté du matériel ayant servi à des comptages chromosomiques rapportés dans cette note. Des remerciements s'adressent également à M. R. Lépine et à Mme F. Lefebvre pour leur contribution à l'examen cytologique des renoncules et des phragmites.

Références

BASSETT, I.J. & C.W. CROMPTON, 1978. The biology of Canadian weeds. 32. *Chenopodium album* L. — Can. J. Pl. Sci., 58: 1061-1072.

- BOSTICK, P.E., 1965. Documented chromosome numbers of plants 65: 2. — Sida, 2: 165-168.
- BOWDEN, W.M., 1960. Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses. III. Twenty-five genera. — Can. J. Bot., 38: 541-557.
- CRUISE, J.E. & E. HABER, 1972. Distribution and chromatography of *Polygonatum* in Ontario. — Can. J. Bot., 50: 1157-1161.
- DE WET, J.M.J., 1954. The genus *Danthonia* in grass phylogeny. — Am. J. Bot., 41: 204-211.
- EIGSTI, O.J., 1942. A cytological investigation of *Polygonatum* using the colchicine-pollen tube technique. — Am. J. Bot., 29: 626-636.
- FINDLAY, J.N. & J. McNEILL, 1973. in A. Löve, IOPB Chromosome number reports, XL. — Taxon, 22: 285-291.
- FORD, C.E., 1938. A contribution to a cytogenetical survey of the *Malvaceae*. — Genetica, 20: 431-452.
- GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS, 1970. Cytotaxonomic investigations in some angiosperms collected in the Valley of Aosta and in the National Park «Gran Paradiso». — Caryologia, 23: 363-379.

- GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS, 1971. Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands V. — Proc. R. Neth. Acad. Sci. ser. C., 74: 335-343.
- GERVAIS, C., 1979. Le *Chenopodium strictum* Roth au Québec et ses caractères distinctifs. — Naturaliste can., 106: 331-336.
- GERVAIS, C. & M.M. GRANDTNER, 1981. Étude cyto-écologique de quatre populations de *Claytonia caroliniana* Michx var. *caroliniana* au Québec. — Can. J. Bot., (à l'impression).
- GOEPFERT, D., 1974. Karyotypes and DNA Content in Species of *Ranunculus* L. and Related Genera. — Bot. Notiser, 127: 464-489.
- GORENFLOT, R., 1976. Le complexe polyploïde du *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (= *P. communis* Trin.). — Bull. Soc. bot. Fr., 123: 261-271.
- HADAC, E. & V. HASKOVÁ, 1956. Taxonomické poznámky o tatranských roslinách ve vztahu k jejich cytologii. — Biológia, 11: 717-723.
- HOPSKINS, M., 1942. A taxonomic study of *Polygonatum* in eastern and central North America. — Am. J. Bot., 29 suppl. 10: 11.
- JANAKI-AMMAL, D.S. & B. SAUNDERS, 1952. Chromosome numbers in species of *Lonicera*. — Kew Bull., 4: 539-541.
- KAPOOR, B.M., 1972. in A. Löve, IOPB Chromosome number reports. XXXV. — Taxon, 21: 161-166.
- KAWANO, S. & H.H. ILLIS, 1963. Cytotaxonomy of the genus *Polygonatum* (Liliaceae). I. Karyotype analysis of some eastern North American species. — Cytologia, 28: 321-330.
- KONDO, K., 1972. Chromosome numbers of some Angiosperms in the United States. — Phytion (Buenos Aires), 30: 47-51.
- LARSEN, K., 1959. Cytology of the genus *Sanguisorba*. — Nature, 184: 743-744.
- LÖVE, A., 1954. Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. — Vegetatio, 5-6: 212-224.
- LÖVE, A., 1969. The plants of the Queen Charlotte Islands. — Taxon, 18: 225-229.
- LÖVE, A. & E. KJELLQUIST, 1973. Cytotaxonomy of Spanish plants II. Monocotyledons. — Lagascalia, 3: 147-182.
- LÖVE, A. & D. LÖVE, 1956. Cytotaxonomical Conspectus of the Icelandic Flora. — Acta Horti Gothoburg., 20: 65-291.
- LÖVE, A. & D. LÖVE, 1961. Chromosome numbers of central and northwest European plant species. — Opera Bot., 5: 1-581.
- LÖVE, A. & D. LÖVE, 1966. Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount Washington. — Univ. Colo. Stud. Ser. Biol., 24: 1-74.
- MUKERJEE, B. B. & R. K. VICKERY, 1961. Chromosome counts in the genus *Mimulus* (Scrophulariaceae). — Madroño, 16: 104-105.
- MULLIGAN, G.A., 1957. Chromosome numbers of Canadian weeds. I. — Can. J. Bot., 35: 779-789.
- MULLIGAN, G.A., 1959. Chromosome numbers of Canadian weeds. II. — Can. J. Bot., 37: 81-92.
- MULLIGAN, G.A. & W.J. CODY, 1973. A clarification of the chromosome number situation in *Sanguisorba canadensis*. — Can. J. Bot. 51: 2075-2077.
- NORDBORG, G., 1966. *Sanguisorba* L., *Sarcopoterium* Spach, and *Bencomia* Webb. et Berth. — Opera bot., 11: 1-103.
- PERVOVA, Y.A., I.V. VAINAGY & L.M. GERSHUNINA, 1971. On the polyploidy of *Ranunculus repens* L. — Ukr. bot. Zh., 28: 37-41.
- RAO, L.N., 1941. Cytology of *Hibiscus trionium* L. — New Phytol., 40: 326-335.
- RÜDENBERG, L. & P.S. GREEN, 1966. A cytological survey of *Lonicera*, I. — J. Arnold Arbor., 47: 222-247.
- SCOTT, P.J., 1974. In: A Löve, IOPB Chromosome number reports. XLIII. — Taxon, 23: 193-196.
- SKOVSTED, A., 1941. Chromosome numbers in the *Malvaceae*. II. — C.r. Trav. Lab. Carlsberg. Ser. Physiol., 23: 195-242.
- SOROLCIN, H., 1927a. A study of meiosis in *Ranunculus acris*. — Am. J. Bot., 14: 76-84.
- SOROLCIN, H., 1927b. Variation in homeotypic division in *Ranunculus acris*. — Am. J. Bot., 14: 565-581.
- STEBBINS, G.L., 1947. In W.M. Myers, Cytology and genetics of forage grasses. — Bot. Rev., 13: 322-421.
- SVENNENSON, H.G., 1925. Zur Embryologie der Hydrophyllaceen, Boraginaceen und Heliotropiaceen mit besonderer Berücksichtigung auf die Endospermibildung. — Uppsala Univ. Arsskr. Mat. Naturv., 2: 1-176.
- TAYLOR, R.L. & G.A. MULLIGAN, 1968. Flora of the Queen Charlotte Islands. Part 2. Cytological aspects of the vascular plants. — Res. Brch Can. Dep. Agric., Monogr., no. 4, Part 2, 148 p.
- TAYLOR, R.L. & R.P. BRUCKMAN, 1966. Chromosome numbers in some western Canadian plants. — Can. J. Bot., 44: 1093-1103.
- THERMAN, E., 1950. Chromosome numbers in American *Polygonatum* species. — Am. J. Bot., 37: 407-414.
- TISCHLER, G., 1950. Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Dr. W. Junk, 's-Gravenhage, 263 p.
- TOMASZEWSKI, A., 1959. Cytological studies in four species of the genus *Ranunculus* L. — Acta Soc. Bot. Pol., 28: 695-704.
- UTECH, F.H., 1974. In Chromosome numbers of phanerogams. 5. — Ann. Mo. bot. Gdn, 61: 901-904.
- VALDES, B., 1969. Taxonomia experimental del genero *Linaria* III. Cariologia de algunas especies de *Linaria*, *Cymbalaria* y *Chaenorhinum*. — Boln R. Soc. esp. Hist. nat. (Biol.), 67: 243-256.

HABITAT SELECTION BY WAPITI IN A BOREAL FOREST ENCLOSURE

C. C. GATES and R. J. HUDSON

Department of Animal Science, University of Alberta,
Edmonton, Alberta T6G 2E3

Résumé

Cette étude porte sur la sélection, par le wapiti d'un habitat au sein d'un enclos de 60 ha en forêt boréale. La réponse à plusieurs des facteurs biotiques et physiques du milieu est variable selon la saison et l'activité de l'animal. La sélection aux fins de l'alimentation est surtout influencée par les facteurs trophiques et peu par les conditions météorologiques. Celle des sites de repos est influencée par les conditions thermiques.

Abstract

Habitat selection by tame wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) in a 60 ha boreal forest enclosure was examined in relation to a number of biotic and physical factors. The response to these environmental factors varied seasonally and with different activities. Foraging habitat selection appeared most influenced by forage factors while weather had only a minor effect. In contrast, selection of bedding sites was influenced by thermal conditions.

Introduction

The distribution of animals is constrained by physiological or behavioral responses to physical and biotic features of their environment. The result is that different species exhibit distinctive spatial, temporal and functional variations in patterns of habitat use.

For many animals, habitat selection is an active process which requires them to make decisions on what is acceptable or preferable in terms of environmental attributes. Heredity plays a role in determining innate habitat preferences by fixing behavioral predispositions to environmental cues (Wecker, 1964). Learning plays a dominant role particularly in higher vertebrates and it can occur at a very early age. For example, neonatal pronghorn antelope fawns appear to seek seclusion in cover resembling that in which they were born (Autenrieth & Fichter, 1975). Socially-facilitated learning of habitat selection is expressed in traditional patterns of use, a phenomenon which is particularly evident in bighorn sheep (*Ovis canadensis*) (Geist, 1971a). Learning by association with proximate environmental stimuli is of major significance in the development of habitat preferences.

In northern environments, snow cover is a particularly influential factor for wild her-

bivores (Kelsall & Prescott, 1971). Species characteristics largely determine ability to handle snow cover. Chest height, foot loading and vertical feeding stratum are important anatomical and behavioral features. Tolerance to climatic factors is also a function of physical and physiological attributes such as body size, insulation and level of acclimitization.

Habitat selection is determined to a marked degree by the distribution, availability and quality of resources. Distances to water, salt, and cover are important and, for the grazing animal, forage factors exert a strong influence on occupational patterns (Arnold, 1964; Ferrar & Walker, 1974; Jarman, 1974).

The wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) is highly evolved Old World deer which arrived on the North American continent during the Pleistocene, probably more recently than the interglacial preceding the Wisconsin Glaciations (Gutherie, 1966). Similar to the European red deer, the wapiti is an ecotone species which is highly opportunistic. This is manifested in its catholic food habits (Kufeld, 1973), wide geographic range (Murie, 1951), and ability to migrate to more favorable areas within its home range (Knight, 1970). Wapiti exhibit a tendency to occupy more

open country than red deer (Geist, 1971b). Being a large animal, an opportunist and a generalist it is expected that the wapiti would exhibit flexibility in habitat use, versatility in foraging patterns, and be responsive to microenvironmental variations in snow conditions, forage quality and abundance, and would seek shelter more frequently when heat stress is potentially high.

The present study attempted to examine habitat use of tame wapiti in relation to a number of environmental factors in a boreal mixed-wood forest enclosure. The study was a component of a larger research project designed to investigate weight dynamics and behavioral responses to seasonal changes in physical and biotic elements of a largely unaltered natural area (Gates, 1980).

Study area

The study site was located in the Cooking Lake moraine of central Alberta. It was approximately 60 ha in size and was bounded by a 2-meter game fence. The topography was rolling hills and shallow basins, typical of dead ice moraine. The region is considered to be on the southern fringe of the boreal mixed-wood forest (Rowe, 1972) with some components resembling aspen parkland.

The area is subject to a continental climate with long cold winters, short warm summers and wide diversions from average conditions. The mean length of the frost free period is 100 days and the average degree-days above 5.6°C is 2 200 (Anonymous, 1976). The average number of days with maximum temperature of 4.4°C or higher in January and February is 10. Mean annual snowfall is 127 cm and total annual precipitation averages 45.7 cm. There are only approximately 50 hours per year with winds equal to or exceeding 51 km/h.

HABITAT TYPES

The vegetative cover was characterized grossly into a number of types for the purpose of this study. A map of the vegetative cover types is displayed in Figure 1. Poplar forest (*Populus* spp.) was the dominant type, occupying about 47% of the area. Depending on moisture conditions two species of poplar dominated the forest overstory; aspen poplar (*P. tremuloides*) in the drier locations and balsam poplar (*P. balsamifera*)

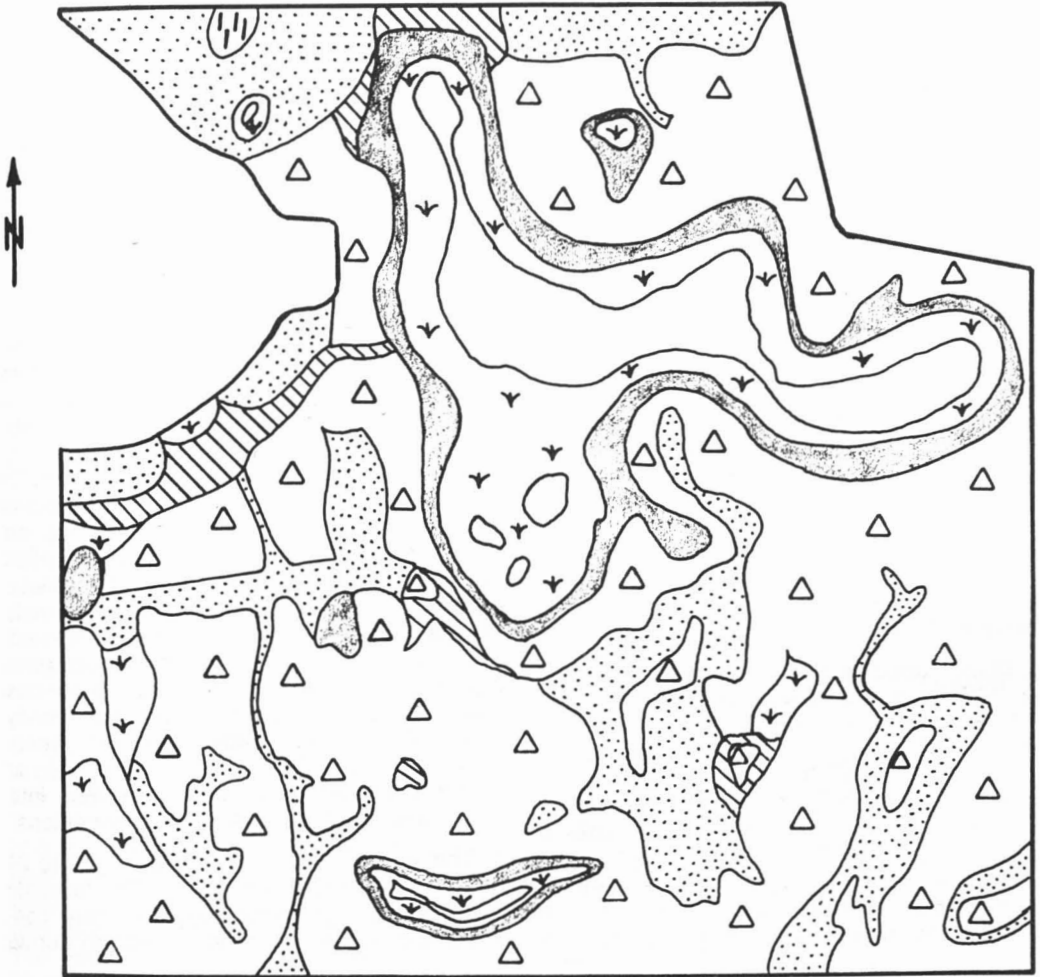
in the moister sites. The understory was well-developed. It was composed of a number of shrub species including in order of importance: beaked hazelnut (*Corylus cornuta*), sakatoon (*Amelanchier alnifolia*), cherry (*Prunus pensylvanica* and *P. virginiana*), raspberry (*Rubus melanolasius*), dogwood (*Cornus stolonifera*) and gooseberry (*Rubus hirtellum*).

Although white spruce (*Picea glauca*) is the dominant climax species in this forest zone, it was poorly represented in the study area and adjacent country. This is typical of poplar forests in the region which have been subject to frequent burning (Rowe, 1972). Dendrochronological measurements of aspen suggested the area had been last burned about 40 years earlier.

Meadows were the next most important vegetation type covering 23.5% of the area. Local differences in drainage and soil moisture gave rise to three readily identifiable communities in the meadow cover type. The driest sites were occupied by a shrub-grass community in which brome (*Bromus pumellianus*) was the dominant species and snowberry (*Symphoricarpos* spp.), saskatoon and rose (*Rosa* spp.) were the major shrubs in order of importance. There were relatively few sites where this community was present and since they were associated with upland meadows they were treated as part of that cover type.

Upland meadows developing under more mesic conditions occupied 19.1% of the study area. The two dominant plant species were brome and bluegrass (*Poa* spp.). Minor grasses were timothy (*Phleum* spp.) and wheatgrass (*Agropyron* spp.). In the lower lying meadow areas (lowland meadows) reedgrass (*Calamagrostis* spp.) was important in addition to brome and bluegrass. Lowland meadows occupied 4.4% of the area. In all meadow types forbs were seasonally important. The major species were dandelion (*Taraxacum officinale*), vetch (*Vicea americana*) and Canada thistle (*Cirsium arvense*). Poplar suckers were common at the edges of meadows adjacent to forest stands.

Wetlands were surrounded by willow fringes (*Salix* spp.) which occupied about 12% of the study area. In areas of shallow water or intermittently flooded sites, sedges dominated. The principal species was *Carex atheroides*. Around the edge of standing water there was usually a narrow fringe of




Scale: 1 cm = 58.7 m

LEGEND

 Water

 Upland meadow

 Sedge wetland

 Forest

 Willow fringe

 Posts

 Lowland meadow

Figure 1. Cover map of the study area.

bulrushes (*Scirpus* spp.). Sedge wetlands occupied 11.5% of the area.

One remaining physiographic feature which assumed unanticipated importance during the study was an area in upland meadow used for storing fencing supplies, creosote treated posts and rolls of wire. It occupied an insignificant area in the order of 100 square meters. The remainder of the study area was covered by shallow ponds.

Prior to being fenced, the study area was occupied by indigenous populations of moose (*Alces alces*), white-tailed deer and mule deer (*Odocoileus* spp.). Although the first two species were abundant, background utilization of the forage resource appeared to be light. During the study several moose and white-tailed deer frequented the enclosure.

Materials and methods

STUDY ANIMALS

Wapiti used in this study were obtained as 2-24 hour old calves in 1976 from the Sybille Wildlife Research Station in Wyoming and in 1977 from the University of Alberta Research Station. All were handraised on milk replacers. The yearlings were used previously for physiological studies (Gates & Hudson, 1978, 1979). All of the wapiti were habituated to the presence of the senior author and permitted close approach with little or no response. The group was re-

leased in the study area at the beginning of September, 1977. Throughout the study they were free to forage and were not supplemented with food. One month was allowed for accommodation to their new environment prior to the start of data collection. Initially, the herd consisted of 2 yearling bulls, 3 yearling cows, 1 male and 3 female calves. The three cows gave birth to calves during the summer of 1978.

HABITAT USE

Habitat use behavior was monitored throughout one annual cycle beginning in the fall of 1977. Data were collected in all seasons of the year. Ninety-six hours of observation were made in the fall, 159 hours in winter, 166 hours in spring and 183 hours in summer. Data from the four major seasons were further divided into sub-seasons on the basis of changes in snow cover, plant phenology and weather. In each season observations were made such that all periods of the 24 hour cycle were represented. Records were maintained on phenological development of the dominant grass species (blue grass and brome) and for woody plants. This served to identify seven phenological stages (Table I). The winter or dormant period was further divided into subseasons on the basis of snow conditions.

The wapiti were observed during 3 to 24 hour observation sessions. To facilitate observation night time sessions were centered around the full moon although during

TABLE I
Phenological stages during the annual cycle

Stage	Inclusive dates (1977-78)	Description
Mature — Leaves abscised	Sept 21-Nov 21	Grasses mature and curing, leaves on woody species largely abscised.
Dormancy	Nov 22-Feb 15	Grasses cured, snow on ground.
Weathered	Feb 16-Apr 21	Grasses exposed but leached by snow melt, rain and sun.
First growth	Apr 22-May 7	Initial period of grass growth; grasses very short, less than 5 cm.
Vegetative growth	May 8-June 15	Rapid growth of grasses, leaf development, and flush on woody plants.
Flower development	June 16-Jul 30	Reproductive phase of grass phenology; forbs abundant.
Mature — Leaves present	Aug 1-Sept 20	Post seed set in grasses; forbs declining in abundance, leaves still green on woody plants.

dark periods a flashlight was frequently used to locate and identify individual animals. Differential visibility between cover types was not a problem since the observer maintained close contact with the subjects, moving with them as they moved. An aerial photograph was used to plot movements of the herd; a grid (15 × 15 m) was used to record location of the herd every 10 minutes during an observation session. Each coordinate was subjectively described according to cover type. The central position of the largest group performing a common activity was the basic data unit. The positions of herd members not engaged in the dominant activity were ignored.

METEOROLOGICAL RECORDS

Measurements were taken every 10 minutes of ambient temperature, solar radiation and wind at the nearest exposed site to the group's location. If the animals were sheltered a measurement of solar radiation also was obtained by averaging individual values for each wapiti taken above their backs. Solar radiation (ly. min^{-1}) was measured with a handheld radiometer (Jochem, 1976). The reduction in wind velocity also was estimated. Wind velocity was subjectively rated on a scale of 0 to 5. These categories were later assigned values of 0, 0.9, 2.7, 5.4, 8.9, and 13.4 m/s, respectively. Snow depth was measured with a meter rule and notes were kept on crusting and melting throughout the study area. The intensity of harassment by biting and blood-sucking insects was recorded in five categories from nil to severe.

STATISTICAL METHODS

Use of vegetation types in relation to plant phenology, snow cover, rain and insect harassment was analysed by contingency table analysis using G-test (Sokal & Rohlf, 1969), Chi square test (Nie *et al.*, 1975) or by testing differences between two proportions (%) with a t-test (Sokal & Rohlf, 1969).

Seasonal shelter seeking behavior of wapiti in response to meteorological factors (wind, temperature, solar radiation) was analysed using stepwise multiple regression (Nie *et al.*, 1975).

Results

If habitat selection had been totally random the expected distribution of use would be proportional to the relative abundance of habitat. However habitat occupancy deviated significantly overall ($G = 77.416, X^2_{01.5} = 15.086$), and within each vegetation type ($p < .001$) from aerial coverage of the habitat types. A measure of this deviation, a habitat selection index, was calculated by determining the ratio between observed and expected frequencies of use, then assigning a positive or negative sign to denote whether use was greater or less than expected.

Although poplar forest covered 47.7% of the area its overall use for foraging was only 30.1% yielding a selection index of -0.64 . Similarly willow stands and sedge wetlands were used considerably less than expected from a random distribution of use; selection indices were -0.53 and -0.38 , respectively. The distinct preference of wapiti for feeding in meadows was indicated by high selection indices for upland (2.60) and lowland (1.95) meadow types.

INFLUENCE OF PHENOLOGICAL SUCCESSION ON FEEDING HABITAT SELECTION AND FORAGING HABITS

Occupational patterns and foraging tactics of wapiti responded to changes in the forage resource and were a function of the seasonal progression of plant phenology in each community (Table II, Fig. 2).

The initiation of the growing season for grasses and sedges occurred about April 22. During the 'first growth' period fresh herbage was evident though not dominant relative to weathered vegetation. Grass leaf lengths ranged up to 5 cm.

Another cover type which offered significant quantities of green vegetation during the first growth stage was sedge wetlands. Here sedge shoots and even submerged green aquatic vegetation were consumed by the wapiti.

The wapiti also foraged to a lesser extent in willow stands and poplar forests. Browse plants were in the leaf bud enlargement stage. However the wapiti fed very little on browse, preferring to graze in the woodland cover types. The proximity of willow stands to sedge meadows and indeed the considerable overlap of species composition in the field layer between these two cover types explains part of the use received by willow stands. Some new growth grasses were evident in the poplar forests and it was mostly this material which was consumed.

TABLE II
Habitat use (%) for foraging in relation to plant phenology

Phenological stage	Cover type					Sample size
	Sedge wetland	Upland meadow	Lowland meadow	Willow stands	Poplar forest	
First growth	26.7	57.3	0.0	10.7	5.3	75
Vegetative growth	6.7	41.0	9.3	4.5	38.5	268
Reproductive stage	2.3	55.0	10.1	8.5	24.0	258
Mature, leaves present	2.3	27.9	19.8	3.5	46.5	86
Mature, leaves fallen, no snow	6.1	49.7	9.5	9.6	25.1	342
Dormant, snow present	3.7	34.7	10.2	6.8	44.6	523
Weathered	3.9	66.9	7.9	0.0	21.3	127

By May 9, the diet consisted largely of grass shoots. During the ensuing month, grasses grew rapidly. This phenological stage was referred to as the 'vegetative growth' period. Foraging emphasized consumption of grasses in meadows and poplar forest. Browsing occurred to a limited extent in wooded areas, occupying 6.3% of the feeding time budget.

From mid June to the end of July grasses underwent the 'reproductive phase' of their

annual phenological cycle. Forbs achieved their maximum status in the various plant communities during this time period. Foraging sites were located primarily in meadows and use of woodlands declined slightly. Browsing in the latter types remained at a low level (8.2%). In both meadows and woodlands forbs were preferred over other forages.

By the latter part of August, grasses began to cure and forbs declined in abun-

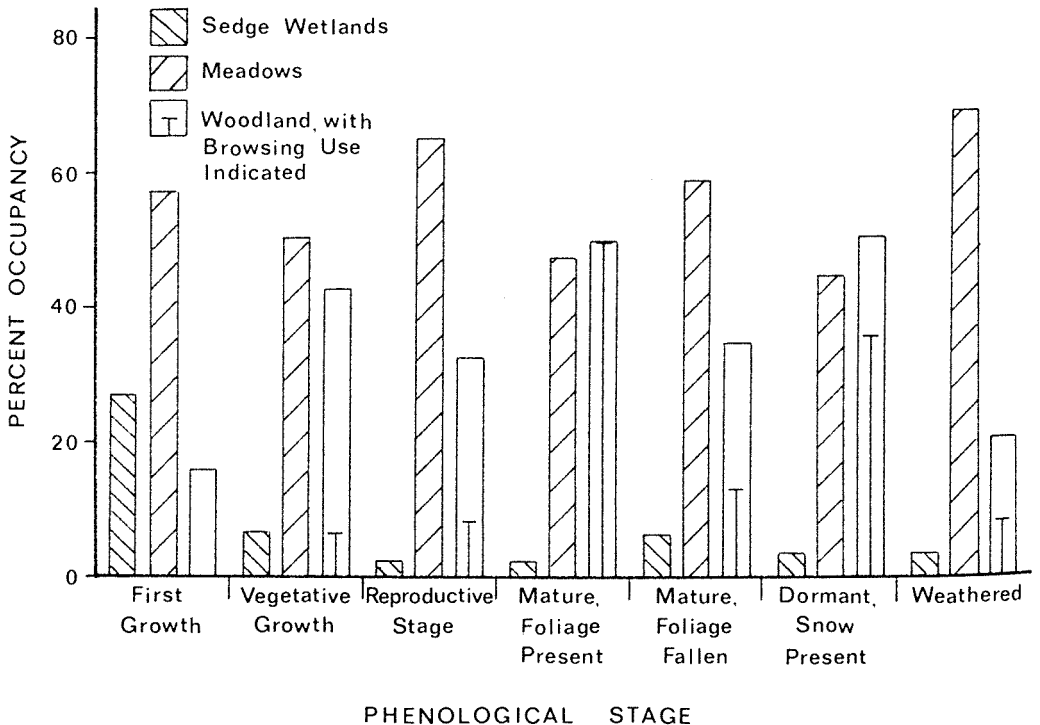


Figure 2. Habitat occupancy for foraging in relation to plant phenology.

dance. This phenological stage was termed 'mature, browse foliage present', referring to maturation of grasses and separating it from the period after leaf abscission. During late August, wapiti responded to the phenological changes in the field layer by shifting foraging emphasis towards foliage (hazelnut and aspen) as occupancy of woodland types increased. Both leaves and terminal portions of twigs were consumed.

Accompanying leaf abscission from deciduous woody plants in late September, grasses matured further and forbs declined in abundance with each successive frost. During the fall, foraging in the field layer of meadows regained some of its previous importance though wapiti still foraged to a considerable extent in woodland cover types. Browsing stressed foliage lingering on shrubs. Grazing in the woodlands was directed towards grasses or those forbs which were still green (e.g. *Cornus canadensis*) or which had withered yet remained standing (e.g. *Urtica* spp., nettle).

From December to late March, snow cover was a major determinant of occupational patterns for foraging.

INFLUENCE OF SNOW ON SELECTION OF FORAGING HABITAT

Permanent snow cover arrived at the end of November. It remained shallow (<20 cm) until the end of December when a number of successive heavy snow falls resulted in accumulation of 35-45 cm. The snow cover remained deep and light during January and the first half of February. There was no

apparent variation in snow characteristics among different vegetation types.

During the last third of February warm windy weather caused rapid changes in snow cover. Snow depths were reduced from greater than 35 cm to 10 cm or less in more exposed sites and in the forest depths were reduced to 20 to 25 cm within a few days. Patches of upland meadow were exposed on knolls and on a south-facing slopes. By mid March much of the grassland was free from snow cover although some remained in the forest.

Wapiti altered habitat selection patterns and foraging tactics in response to the changing snow regimes as shown in Table III. Under shallow snow conditions, use of wooded cover types for foraging increased from the fall. Although this was not significant statistically ($p > .05$) as determined by a t-test, it indicated a change in foraging habits. The marked increase ($p < .001$) in browsing frequency from fall (13.5%) to the shallow snow period (28.7%) supports this interpretation.

Shallow snow (< 20 cm) appeared to have little effect on forage selection during grazing. Pawing was used to initiate crater formation but more commonly snow was simply pushed aside with the muzzle. Green plant parts were preferred over cured material. In the forest, dried browse foliage which remained on branches was consumed whenever encountered.

With the arrival of deep snow in late December and early January, feeding occurred in woodland cover types. Cratering was

TABLE III

Habitat use (%) for foraging in relation to snow conditions

Snow conditions	Cover type						Sample size
	Sedge wetland	Upland meadow	Lowland meadow	Willow stands	Poplar forest	Percent browsing	
No snow (Fall)	6.1	49.7	9.4	9.6	25.1	13.5	342
Shallow (< 20 cm)	4.8	34.8	18.3	1.2	40.9	28.7	164
Deep (35-45 cm)	2.5	35.2	1.9	12.3	48.1	60.4	162
Snow-free patches in meadow	3.6	73.5	1.0	3.1	18.9	22.0	196
Meadows snow-free, reduced depth in trees	3.9	66.9	7.9	0.0	21.3	8.7	127

not observed in woodlands since all use of these types was for browsing. Willow stands received increased use in this period. In meadows, forage was exposed by cratering. This was accomplished by pawing with the front legs using long strokes to toss snow to the side and rear. Because the snow was light, the walls of the crater often collapsed. In deep snow, wapiti constructed linear craters, up to 5 m in length. The harvest of forage was non-selective and virtually all plant material was consumed.

At the end of February and beginning of March, wapiti responded to warmer conditions and exposure of patches of meadow by heavily shifting towards relatively non-selective grazing in these sites. Circadian fluctuations in ambient temperature and solar radiation resulted in changes in snow hardness which increased the effort required for feeding. The snow was dense and granular in texture. During the day when ambient temperature was above freezing and solar radiation warmed the snow it was soft and easily moved aside with the muzzle. When temperatures were below freezing, e.g. at night, the snow became extremely hard making excavation difficult. Depending on snow hardness, the wapiti employed two types of pawing strokes. For the soft granular shallow type they used a slow sweeping long stroke similar to that used for deep light snow conditions. For hard, den-

sely packed snow they used a rapid chopping motion.

By the end of March, snow cover had largely disappeared from both meadows and woodlands. Most foraging was concentrated in meadows with little in wooded areas. Again the wapiti exhibited some selectivity while grazing and were observed to select for green plant material.

INFLUENCE OF WEATHER

The influence of the three weather variables, ambient temperature, solar radiation and wind, on habitat selection by wapiti differed for resting and feeding in each season (Tables IV, V). In each case, the amount of variance explained by these models was higher for resting.

The strongest influence of weather variables was on selection of resting habitats in mid-winter ($R^2 = .779$). Wind exerted the greatest influence (individual $R^2 = .596$) but ambient temperature also was important ($R^2 = .178$). Wapiti sought cover for resting as the temperature declined and winds increased. Solar radiation did not have a significant effect on selection of resting habitats in mid-winter ($p > .05$) although wapiti occasionally were observed to select bedding sites in the meadows in the bright afternoon sun.

TABLE IV
Cover selection during feeding in relation to weather. Results of a multiple stepwise regression analysis.

Season	Statistic	Ambient temperature (°C)	Solar radiation (W/m ²)	Wind velocity (m/s)	Multiple R ²
Fall	B	0.005	0.032	0.055	
	R ² change	0.011*	0.052***	0.019**	0.082***
Early Winter	B	0.008	0.008	-0.012	
	R ² change	0.010	0.000	0.002	0.012
Mid Winter	B	-0.006	-0.002	-0.006	
	R ² change	0.006	0.003	0.001	0.010
Late Winter	B	0.016	-0.003	-0.021	
	R ² change	0.021*	0.014	0.064***	0.099***
Early Spring	B	-0.022	0.003	-0.002	
	R ² change	0.044**	0.022*	0.000	0.066**
Spring	B	-0.011	-0.003	0.026	
	R ² change	0.014*	0.017*	0.003	0.033*
Summer	B	0.014	-0.002	0.015	
	R ² change	0.019*	0.011***	0.000	0.031*
Late Summer	B	-0.002	0.008	0.000	
	R ² change	0.000	0.079*	0.000	0.079*

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

In late summer, fall and late winter, wapiti sought cover as solar radiation increased. During the summer this trend reversed. In each of these seasons, solar radiation accounted for the majority of explained variance. The unexpected trend to seek exposure to sun in the summer, may be explained by the increased activity of thermophilic biting insects (*vide infra*).

SHELTERING BY JUXTAPOSITION

Wapiti have the option of ameliorating uncomfortable thermal conditions not only by seeking different habitats but also by seeking a site in one habitat which is sheltered by an adjacent type. For example, wapiti may elect to rest in a meadow in the shade generated by an adjacent stand of trees. This behavior was investigated in the following manner. At each observation interval data were collected for solar radiation in the open and at the site of the predominant herd activity. This permitted an evaluation of shade selection in relation to weather. Multiple stepwise regressions were performed in which selection of shade (treated as a dichotomy) was the dependent variable and temperature, solar radiation and wind were the independent variables (Table VI). Seasons which were similar in weather conditions were grouped. Since weather influenced resting sites to a greater

degree than foraging sites, only cases in which the predominant herd activity was resting were included in this analysis. For illustration a cross tabulation of occurrence in the shade in relation to categories of solar radiation was generated (Fig. 3). The r value in each graph is the simple bivariate correlation coefficient generated from the MSR analysis.

Shade selection in the fall depended upon solar radiation. The other two factors exerted little influence. The strong bivariate correlation between shade seeking and solar radiation is visually apparent in Figure 2 for the fall. In both the early — mid-winter and late winter — early spring periods, ambient temperature was the major factor determining shade seeking while resting. During early and mid-winter, shaded sites were avoided more as temperature increased. This reflected the generally colder temperatures encountered during that time. In late winter to early spring, increasing temperatures again resulted in shade-seeking. Use of shade in spring and summer was moderately explained by increasing solar radiation ($R^2 = .185$) and was positively related to this variable contrary to what was indicated in Table VI. This difference can be explained on the basis of microhabitat selection for shade within open habitat types. Although temperatures ranged widely from 2 to 27°C and

TABLE V

Cover selection during bedding in relation to weather. Results of a multiple stepwise regression analysis.

Season	Statistic	Ambient temperature (°C)	Solar radiation (W/m ²)	Wind velocity (m/s)	Multiple R ²
Fall	B	0.011	0.008	0.062	
	R ² change	0.022**	0.280***	0.015*	0.317***
Early Winter	B	-0.016	0.004	-0.044	
	R ² change	0.253***	0.008	0.019	0.280***
Mid Winter	B	-0.025	-0.002	0.108	
	R ² change	0.178***	0.006	0.596***	0.779***
Late Winter	B	-0.014	0.010	-0.012	
	R ² change	0.013	0.164***	0.008	0.185***
Early Spring	B	-0.027	-0.001	-0.043	
	R ² change	0.086***	0.001	0.074***	0.161***
Spring	B	0.001	0.002	0.063	
	R ² change	0.001	0.009	0.042***	0.052***
Summer	B	-0.005	-0.006	-0.003	
	R ² change	0.002	0.128***	0.000	0.130***
Late	B	0.035	0.012	0.311	
	R ² change	0.011***	0.263***	0.014	0.387***

* $p < .05$

** $p < .01$

*** $p < .001$

averaged 11.5 and 15.2°C for spring and summer, respectively, this variable affected shade selection very little.

INFLUENCE OF INSECT HARASSMENT ON HABITAT SELECTION

Harassment by biting insects (Cuticidae and Tabanidae) began at the end of May. The degree of annoyance inflicted by these insects varied from negligible in early May to high at the end of June and beginning of July.

Habitat selection during foraging periods was little affected by the intensity of fly harassment (Table VII). However, during resting periods there were shifts in habitat occupancy. The most evident alteration was use of the area around the treated posts. In contrast to periods without fly harassment, areas near the treated posts were used heavily whenever biting flies were active.

The other shift in use of resting habitats occurred at high levels of biting fly activity in wetland areas. Wapiti frequently were observed standing in water up to their flanks in order to protect their legs.

Discussion

Although Leuthold (1977) cautioned against uncritical interpretation of results from studies of captive animals, the conditions of this research were close to ideal. The wapiti were tame, thereby permitting close observation, and were required without aid to perform as best they could in a seasonally stochastic, largely unaltered, natural environment. Their behavior and performance were studied during a complete annual cycle. The use of tame animals was justified by the detailed information it was possible to collect. Other researchers in Alberta had previously experienced difficulty in maintaining continuous visual contact with wild free ranging wapiti without disturbing them. Although the area available to the study animals was artificially restricted most habitat segments present in larger areas of the southern fringe of the boreal forest, except perhaps climax communities, were represented in a well interspersed mosaic. In order to maintain an apparently natural seasonal rhythm of maintenance, growth and reproduction, which they did, the wapiti had to effectively adjust to seasonal changes in

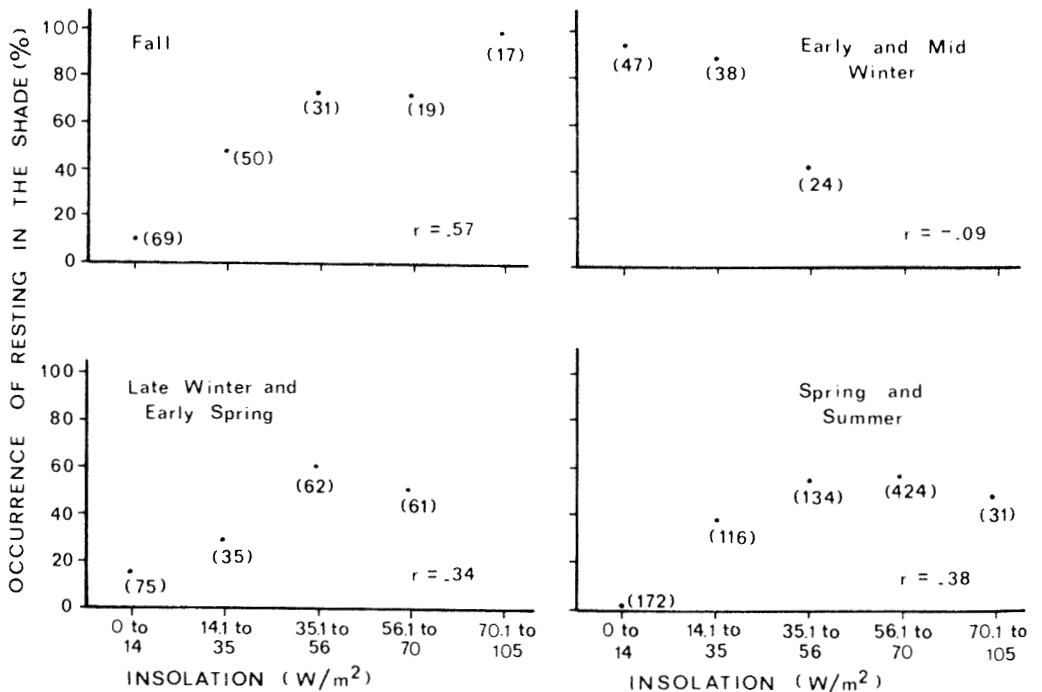


Figure 3. Occurrence of resting wapiti in shade in relation to solar radiation at different times of the year.

TABLE VI

Occurrence in the shade while resting in relation to weather. Results of a multiple stepwise regression analysis.

Season	Statistic	Ambient temperature (°C)	Solar radiation (W/m ²)	Wind velocity (m/s)	Multiple R ²
Fall	B	0.004	0.675	0.023	0.326***
	R ² change	0.003	0.322***	0.000	
Early & Mid Winter	B	-0.039	-0.336	0.018	0.549***
	R ² change	0.493***	0.055***	0.001	
Late Winter & Early Spring	B	0.044	0.123	-0.046	0.289***
	R ² change	0.263***	0.005	0.021***	
Spring & Summer	B	-0.015	0.659	-0.096	0.185***
	R ² change	0.021	0.146***	0.018	

***p < .001

forage availability and other habitat factors. Since the area offered an adequate supply of forage because of previously negligible foraging pressure by indigenous ungulates it is unlikely that the behavioral performance of the wapiti would have been substantially different in a larger area.

Selection of cover types by wapiti while resting or feeding was influenced by a number of biotic and physical environment factors. Factors which influence feeding habitat selection appeared to be largely related to forage. Weather influenced site selection only slightly. Acquisition of food energy and nutrients was probably the primary motivation for the foraging wapiti.

The lack of responsiveness of foraging wapiti and the closely related red deer to weather conditions has been noted by other workers (Murie, 1951; Staines, 1976). There are a number of factors which may permit the uncoupling of a grazing ungulate from its thermal environment. First, it may elect to forage only during more favorable periods of the day. The tolerance of an animal to climatic extremes also is a function of its nutritional status, size and thermal insulation. Nutritional status affects thermal tolerances by determining the animal's ability to increase heat production without serious depletion of tissue energy reserves. The heat increment of feeding (Webster, 1972) is an important source of heat production in cold environments. Body size influences thermal resistance in relation to the ratio of surface area to mass.

External insulation (pelage) of northern ungulates varies seasonally (Moote, 1955; Ryder, 1977). Internal insulation also varies seasonally with deposition and catabolism of subcutaneous fat depots. On the basis of these factors, it is expected that during the fall when wapiti are fat, on a good nutritional plane and in winter coat they should be most sensitive to heat stress. Accordingly, selection of shaded sites for feeding and bedding was most obvious in late summer and fall. In contrast, in late winter when wapiti are in poor condition and forage availability and quality are poor, wapiti should be most sensitive to cold stress. Unfortunately, due to mild weather encountered during this period of the year this hypothesis was not tested.

Wapiti were most responsive to the meteorological environment when selecting bedding sites. While solar radiation exerted a maximum effect in late summer and fall when ambient temperature was high, wind was the major factor determining shelter seeking during January and February, the coldest period of the study. Hence heat stress was avoided by shelter seeking in the fall and cold stress was avoided in the mid winter period by the same tactic. This indicates the complexity of the interactions between all components of the thermal environment and is further complicated by the ability of animals to respond thermogenically, a function of degree of acclimatization and nutritional status.

Beall (1976) demonstrated the role of solar radiation and temperature in selection

of bedding sites by wapiti during the winter. During the day, selection for exposure or shaded sites depended on temperature. When temperature ranged between -18 and -12°C , wapiti selected less shaded sites than when between -4 and 2°C . The important role of shelter in absence of solar radiation was demonstrated when wapiti bedded on open slopes during the day but in dense timber at night (Beall, *op. cit.*).

During spring and summer, the wapiti were only slightly responsive to meteorological conditions. They appeared to respond to increasing solar radiation by seeking exposed sites where thermal stress was assured. This apparent contradiction arose from increased activity of biting flies. The wapiti responded to insect annoyance by standing in ponds or open areas and by bedding among piles of creosote-treated posts which apparently repelled insects. Local ranchers in the area have noticed similar behavior in cattle.

In habitat mosaics in which forage components fluctuate spatially and temporally, the optimal foraging pattern is one in which all components are sampled continuously yet maximum allocation of effort is to the type offering the greatest abundance of high quality food items (Pyke *et al.*, 1977). Wapiti appeared to follow this strategy as predicted by changes in plant phenology and snow conditions. It was evident in the early spring when wapiti shifted rapidly to plant communities which offered the earliest available meristematic tissue, a pattern which other authors also have noted (Knight, 1970; Hunt, 1979). The strategy was seen in late summer when the wapiti responded to grass maturation and a decline in abundance of forbs by shifting to foliage. During the winter, wapiti readily shifted from grazing to browsing as

snow conditions dictated. However, during any season all cover types were sampled by the wapiti. This pattern is adaptive in fluctuating environments in which areas having high food abundance or quality at one time may have a low abundance at another time and vice versa. By continuously sampling all cover types the wapiti is able to track changes in its nutritional environment and adjust its occupational patterns accordingly (Mackie, 1970).

Snow cover affects distributions by mechanically impeding movement and by altering forage availability. Snow depths required to affect movement are in the range of 50 to 60 cm (Gaffney, 1941; Leege & Hickey, 1977). These levels were not reached but this study indicated that snow cover less than 20 cm affects foraging patterns only slightly while depths greater than 30 cm cause a major shift from grazing to browsing.

By simply recording habitat occupation for foraging there is a risk of misinterpreting the effect of snow on food habits. Although in early winter wapiti responded to the presence of snow cover by foraging in the forest, this cover type was not used primarily for browsing. It was not until snow depths exceeded 30 cm that wapiti used the forest for this purpose.

Wapiti exhibited an innate tendency to graze which was evident in an overall preference for meadows compared to forests. It was expressed in late winter when animals grazed heavily in limited patches of snow free meadow. Evidence of this preference also was observed in spring when they grazed almost exclusively on graminoids and forbs in meadows despite the availability of shrub and tree foliage.

TABLE VII
Frequency use (%) of habitat types for foraging and resting in relation to biting insect harrassment.

Level of insect harrassment	Foraging				Resting				
	Wetland	Meadows	Woodland	N	Wetland	Meadows	Woodland	Treated posts	N
None	6.7	48.4	44.9	314	4.5	66.6	29.0	0.0	311
Very low	0.0	70.5	29.2	119	0.0	43.7	16.0	40.3	288
Low	1.7	44.1	54.3	59	0.6	26.5	22.2	50.0	162
Moderate	0.0	72.5	27.5	69	0.0	39.1	14.1	46.8	156
High	7.4	58.0	34.5	81	16.1	17.7	20.8	45.1	193

In general, the wapiti is a versatile and opportunistic herbivore which is able to utilize a wide range of biomes (Murie, 1951). Geist (in press) postulated that the wapiti, a recent arrival to North America has had insufficient time to adapt to any particular niche or specialized life mode. Despite the fact that certain sub-species (*C.e. nannodes* and *C.e. rossevelti*) do exhibit morphologic tendencies towards specialized feeding styles as indicated by their dentition (McCullough, 1971), the North American wapiti is indeed little different from the old world wapiti types (Geist, 1971b). However, the very process of dispersal during periglacial times into country largely unoccupied by competitors and with a high abundance of forage has brought about changes in habitat preferences.

Acknowledgments

This study was supported by the Alberta Fish and Wildlife Division and The National Research Council of Canada. Some study animals were provided by the Wyoming State Fish and Game Commission.

References

- ANONYMOUS, 1976. Climate of Alberta, *in* Alberta Farmer Guide. Alberta Dep. Agric., p. 5-20.
- ARNOLD, G.W., 1964. Factors within plant associations affecting the behavior and performance of grazing animals. — Pages 133-154 *in* D.J. Crisp (ed.). *Grazing in terrestrial and marine environments*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- ARNOLD, G.W. & M. L. DUDZINSKI, 1978. *Ethology of free-ranging domestic animals*. — Elsevier Scientific Publishing Co., New York, 197 p.
- AUTENRIETH, R.E. & E. FICHTER, 1975. On the behavior and socialization of pronghorn fawns. — *Wildl. Monogr.*, no. 42, 111 p.
- BEALL, R.C., 1976. Elk habitat selection in relation to thermal radiation. — *Proc. Elk-Logging-Roads Symp.*, Univ. Idaho., p. 97-100.
- BELL, R.H.V., 1971. A grazing ecosystem in the Serengeti. — *Sci. Am.*, 225: 86-93.
- EDWARDS, J., 1976. Learning to eat by following the mother in moose calves. — *Am. Midl. Nat.*, 96: 229-232.
- FERRAR, A.A. & B.H. WALKER, 1974. An analysis of herbivore/habitat relationships in Kyle National Park, Rhodesia. — *J.S. Afr. Wildl. Mgmt Assoc.*, 4: 137-147.
- GAFFNEY, W.S., 1941. The effects of winter elk browsing, South Fork of the Flathead river, Montana. — *J. Wildl. Mgmt*, 5: 427-453.
- GATES, C.C., 1980. Patterns of behavior and performance of wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) in the boreal mixed wood forest. — Ph.D. thesis, Univ. Alberta, 240 p.
- GATES, C.C. & R.J. HUDSON, 1978. Energy costs of locomotion in wapiti. — *Acta theriol.*, 23: 365-570.
- GATES, C.C. & R.J. HUDSON, 1979. Effects of posture and activity on metabolic responses of wapiti to cold. — *J. Wildl. Mgmt*, 43: 564-567.
- GEIST, V., 1971a. Mountain Sheep: a study of behavior and evolution. — Univ. Chicago Press, Chicago, 383 p.
- GEIST, V., 1971b. The relation of social evolution and dispersal in ungulates during the Pleistocene, with emphasis on the old-world deer and the genus *Bison*. — *Quaternary Res.*, 1: 283-315.
- GEIST, V. (in press). Adaptive strategies in the behavior of elk. — *In* The ecology and management of North American elk. Wildl. Mgmt Inst., Washington, D.C.
- GUTHRIE, R.D., 1966. The extinct wapiti of Alaska and the Yukon Territory. — *Can. J. Zool.*, 44: 47-57.
- HUNT, H.M., 1979. Summer, autumn and winter diets of elk in Saskatchewan. — *Can. Fld Nat.*, 93: 282-287.
- JARMAN, P.J., 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. — *Behaviour*, 48: 215-267.
- JOCHEM, W., 1976. A solar radiometer. — *Pop. Electron. Dec.*, 1976: 45-47.
- KELSALL, J.P. & W. PRESCOTT, 1971. Moose and deer behavior in snow in Fundy National Park, New Brunswick. — *Can. Wildl. Serv. Rep. Ser.*, no. 15, 27 p.
- KNIGHT, R.R., 1970. The Sun River elk herd. — *Wildl. Monogr.*, 23: 66.
- KUFELD, R.C., 1973. Foods eaten by the rocky mountain elk. — *J. Range Mgmt*, 26: 106-113.
- LEEGE, T.A. & W.O. HICKEY, 1977. Elk-snow-habitat relationships in the Pete King-Drainage, Idaho. — *Wildl. Bull.* no. 6, Idaho Dep. Fish Game, 23 p.
- LEUTHOLD, W., 1977. *African ungulates*. — Springer-Verlag, N.Y., 295 p.
- MACKIE, R.J., 1970. Range ecology and relations of mule deer, elk and cattle in the Missouri River Breaks, Montana. — *Wildl. Monogr.*, no. 20, 79 p.
- MCCULLOUGH, D.R., 1971. The Tule Elk: its history, behavior and ecology. — Univ. Calif. Press, Berkeley, 209 p.
- MOOTE, I., 1955. The thermal insulation of caribou pelts. — *Textile Res. J.*, 25: 832-837.
- MURIE, O.J., 1951. The elk of North America. — The Stackpole Co., Harrisburg, Pa., 376 p.

- NIE, N.H., C.H. HULL, J.G. JENKINS, K. STEIN-BRENNER & D.H. BENT, 1975. Statistical package for the social sciences. 2nd ed. — McGraw-Hill Inc., 675 p.
- PYKE, G.H., H.R. PULLIAM & E.L. CHARNOV, 1977. Optimal foraging; a selective review of theory and tests. — Q. Rev. Biol., 52: 137-154.
- ROWE, J.S., 1972. Forest regions of Canada. — Dep. Envir. Can. For. Serv. Publ., no. 1300, 172 p.
- RYDER, M.L., 1977. Seasonal coat changes in grazing red deer (*Cervus elaphus*). — J. Zool. Lond., 181: 137-143.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF, 1969. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. — W.H. Freeman and Co., San Francisco, 776 p.
- STAINES, B.W., 1976. The use of natural shelter by red deer (*Cervus elaphus*) in relation to weather in north-east Scotland. — J. Zool. Lond., 180: 1-8.
- WEBSTER, A.J.E., 1972. Act of eating and its relation to the heat increment of feed in ruminants. — Proc. Int. Symp. Envir. Physiol., 42-48.
- WECKER, S. C., 1964. Habitat selection. — Sci. Am., 211: 109-116.

RÉGIME ALIMENTAIRE DU LOUP DANS LE SUD-OUEST DU QUÉBEC ENTRE LES MOIS DE MAI ET D'OCTOBRE

M. CRÊTE

*Direction de la recherche faunique, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche,
9530, rue de la faune, Orsainville, Québec G1G 5E5*

M. BÉLANGER

*Direction de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Ministère du Loisir,
de la Chasse et de la Pêche, 150, boul. Saint-Cyrille est, Québec G1R 4Y3*

et

J. TREMBLAY

*Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Ministère du Loisir, de la Chasse
et de la Pêche, 13, rue Buteau, Hull, Québec J8Z 1V4*

Résumé

Le régime alimentaire du loup a été déterminé par l'identification des poils des proies trouvés dans les fumées de ce prédateur ; la fraction comprise par chaque proie a été exprimée en termes de biomasse. La région d'étude a été divisée en trois strates, allant du nord au sud, soit l'aire de répartition de l'orignal, l'aire de répartition mixte de l'orignal et du cerf, et l'aire de répartition du cerf. Partout les cervidés constituaient la majeure partie de la nourriture du loup ; l'orignal était la proie principale dans les deux strates les plus nordiques, et le cerf dans la strate la plus au sud. L'importance des petites proies augmenta en passant de l'aire de répartition de l'orignal à l'aire de répartition du cerf. Le castor représentait plus de 30 pour cent de la nourriture du loup pendant les mois de juillet et d'août. Les petits orignaux étaient plus souvent la proie du loup dans les semaines suivant la mise bas alors que les faons gardaient une importance égale pendant au moins les trois mois suivant la parturition.

Abstract

Wolf food habits were determined by identifying prey hairs in scats collected on gravel roads and trails between May and October in southwestern Québec. Wolf diet was expressed in term of percent biomass per prey species. The study area was divided in three strata, from north to south : moose range, mixed moose and white-tailed deer range and deer range. Everywhere cervids comprised the bulk of wolf food ; moose represented the commonest prey item in the two most northern strata, and deer in the remaining one. The percentage of small preys increased from the moose range to the deer range. Beaver exceeded 30 percent of wolf food in July and August. Moose calves reached their highest level in prey consumed during the weeks following their birth while deer fawns remained at a stable level for at least three months after parturition.

Introduction

Jusque vers le milieu des années soixante-dix, la plupart des écologistes considéraient, sous l'influence d'Errington (1946a, 1946b), que la prédation jouait un rôle bénéfique dans la dynamique des populations des grands herbivores. Les observations selon

lesquelles les jeunes ongulés et les individus séniles constituaient la composante majeure du régime alimentaire de leurs prédateurs conduisirent au concept de « densité sécuritaire » (Dasmann, 1966, p. 185). Selon ce concept, les prédateurs épurent les populations de proies, en éliminant les individus moins vigoureux et préviennent la

détérioration de l'habitat. Dans l'est de l'Amérique du Nord, les études de Mech (1966) sur l'orignal (*Alces alces*) et de Pimlott *et al.* (1969) sur le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) mirent en évidence la sélection exercée par le loup (*Canis lupus*) leur prédateur naturel, vis-à-vis les jeunes et les vieux individus.

Keith (1973) fut l'un des premiers à mettre en doute cette conception du rôle de la prédation sur les populations d'ongulés, arguant que les prédateurs peuvent réduire sensiblement l'abondance de leurs proies. Des études de plus en plus nombreuses sur des espèces variées ont montré que les prédateurs peuvent affecter la dynamique des populations de proies en causant une mortalité des jeunes immédiatement après la naissance qui dépasse souvent 50 pour cent [v.g. Bergerud (1971) sur le caribou (*Rangifer tarandus*), Cook *et al.* (1971) et Beasom (1974) sur le cerf de Virginie, Du Plessis (1972) sur le damalisque au front blanc (*Damaliscus dorcas phillipsi*) et Franzmann *et al.* (1980) sur l'orignal]. Beasom (1974) et Gasaway *et al.* (1977) ont d'ailleurs montré — le premier pour le cerf de Virginie, le second pour l'orignal — qu'une réduction estivale du nombre des prédateurs augmentait la survie des petits. Au Québec, Huot *et al.* (1977) furent témoins de la disparition d'une aire d'hivernage du cerf, où la prédation du loup joua un rôle crucial; au sud de la ville de Québec, Messier & Barrette (1979) observèrent que même le coyote (*Canis latrans*) était un prédateur efficace du cerf. Par ailleurs, Crête *et al.* (1981a, b) en vinrent à la conclusion que l'abondance des orignaux du sud-ouest du Québec était vraisemblablement limitée par l'action des loups. Dans ce contexte, une connaissance du régime alimentaire du loup s'avère nécessaire.

Matériel et méthode

Le régime alimentaire du loup a été déterminé par l'identification des poils de garde contenus dans les fumées. Les fumées furent ramassées accessoirement sur des routes forestières par le personnel du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du Québec lors de travaux sur le terrain dans la région de l'Outaouais; l'effort de récolte a toutefois été plus grand dans les réserves fauniques de la Vérendrye et de Papineau-Labelle. Lorsque des fumées étaient découvertes, elles étaient déposées dans des sacs de papier à l'aide de bâton-

nets pour éviter toute contamination et amenées au laboratoire où elles étaient congelées jusqu'à l'analyse. L'apparence des fumées et l'analyse des signes laissés par les loups et/ou les éléments atmosphériques permettaient généralement de déterminer à quelques semaines près tout au plus la date de déposition des fumées. Les fumées déposées à une date inconnue étaient rejetées.

Au laboratoire, le plus grand diamètre des fumées fut mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (± 1 mm) afin de déterminer s'il s'agissait de fumées de loup ou de coyote (Weaver & Fritts, 1979); comme cette technique fut publiée pendant la réalisation du projet, seulement 53 pour cent des échantillons purent ainsi être mesurés. Les fumées étaient par la suite stérilisées à l'autoclave pendant une demi-heure, désagrégées et lavées sous le robinet dans un tamis domestique (mailles de 2,4 mm) pour enlever les particules fines. Les poils et les fragments divers (os, dents, plumes, végétation) retenus par le tamis étaient séchés au four à une température de 70°C pendant une nuit et conservés dans des sacs de plastique. Les poils étaient identifiés par leur taille, leur couleur et la forme de leurs écailles à l'aide du guide d'Adorjan & Kolenosky (1969) et d'une collection de référence. L'empreinte des écailles des poils était prise dans du vernis à ongle préalablement étalé uniformément sur une lame de microscope par un chauffage doux sur une plaque chauffante; les poils, lavés d'abord au tétrachlorure de carbone, étaient enfoncés dans le vernis à l'aide d'une seconde lame de microscope et retirés après environ 8-10 s (Adorjan & Kolenosky, 1969). Les empreintes étaient immédiatement examinées à un grossissement de 100 à 400x. Les dents et les fragments d'os suffisamment intacts étaient identifiés par comparaison avec une collection de crânes et les illustrations de Banfield (1975). Chaque spécimen était examiné par deux observateurs qui confrontaient leur identification: en cas de désaccord, l'examen était repris. Lorsqu'un échantillon contenait des poils et des fragments de plus d'une espèce (16 pour cent des cas), la fraction occupée par chacune était estimée visuellement par classe de 5 pour cent. Le régime alimentaire du loup a été exprimé en terme de biomasse représentée par chaque espèce ou catégorie de proies selon la méthode de Floyd *et al.* (1978). Les valeurs de poids moyen de proies utilisées pour convertir le nombre de fumées en biomasse sont celles de Floyd

et al. (1978) pour le lièvre (*Lepus americanus*), la marmotte (*Marmotta monax*), les orignaux et les cerfs adultes. Pour les petits orignaux et les faons, les valeurs de poids moyen furent tirées respectivement de Peterson (1974) et de Moen (1978). Les valeurs de poids moyen des autres espèces proviennent de Banfield (1975).

Pour la compilation des données, la région de l'Outaouais a été divisée en trois zones, selon l'abondance des cervidés (fig. 1): aire de répartition de l'orignal, aire de répartition du cerf et aire de répartition mixte. Dans l'aire de répartition de l'orignal, on comptait entre 0,1 et 0,3 orignal/km² (Crête & St-Hilaire, 1979) selon la pression de

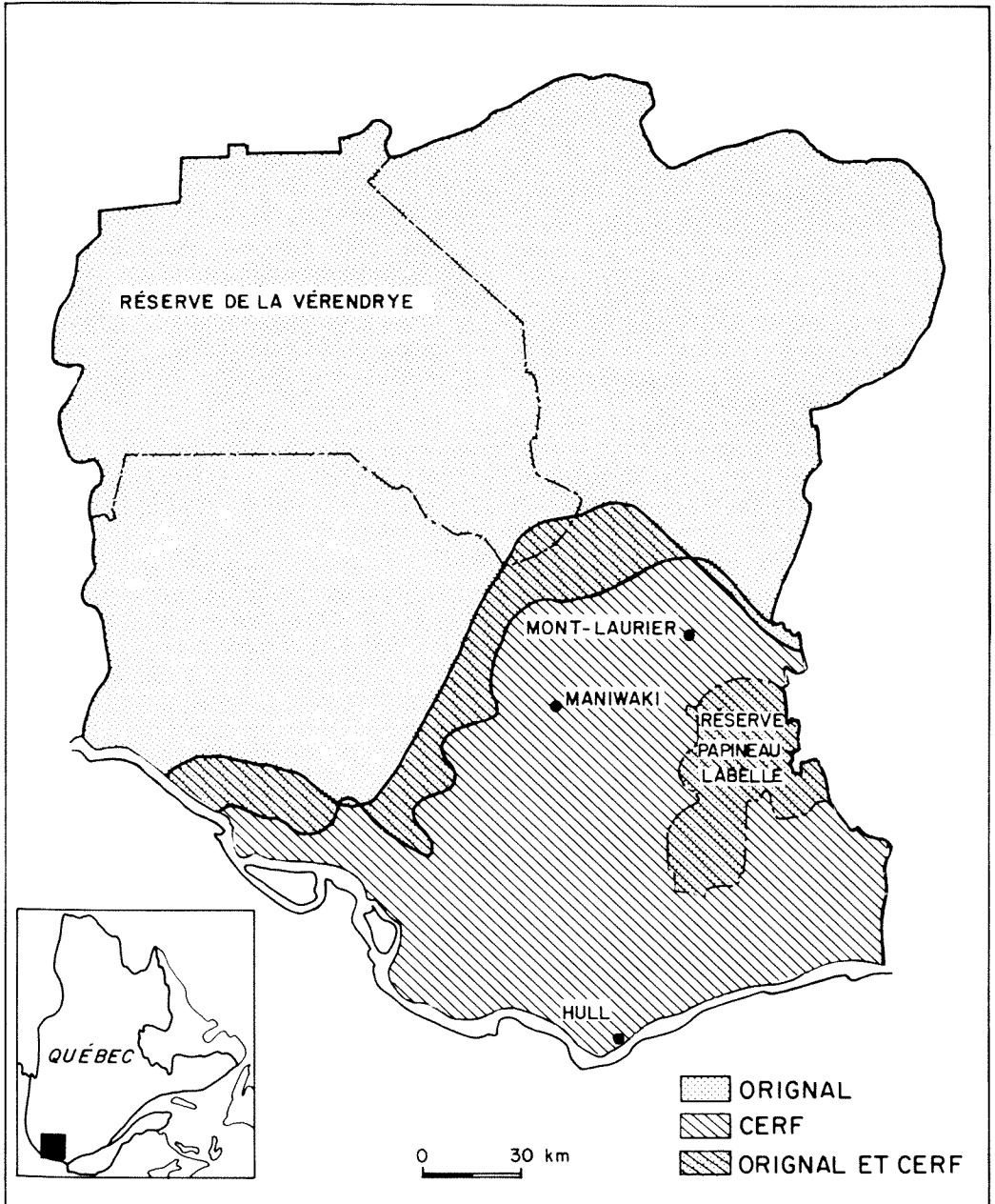


Figure 1. Stratification de l'aire d'étude en fonction de la répartition des cervidés au sud-ouest du Québec.

chasse (Crête *et al.*, 1981a), entre 0,05 et 0,10 animal/km² dans l'aire de répartition mixte, et des densités encore plus faibles dans l'aire de répartition du cerf. Les estimations de densité du cerf sont pratiquement impossibles car aucune technique d'inventaire couvrant l'ensemble du territoire n'a encore été mise au point. On peut simplement constater que les aires d'hivernage de cerfs sont nombreuses dans l'aire de répartition du cerf, occasionnelles dans l'aire de répartition mixte et inexistantes dans l'aire de répartition de l'orignal; en été, on observe toutefois occasionnellement des cerfs dans cette dernière strate. La variation temporelle du régime alimentaire a été considérée en regroupant les mois deux à deux à cause du nombre limité d'échantillons disponibles.

Résultats et discussion

Le diamètre moyen des fumées est le suivant: dans l'aire de répartition de l'orignal, 26 mm ($s\bar{x} = 0,9$; $n = 38$); dans l'aire de répartition mixte, 29 mm ($s\bar{x} = 0,7$; $n = 99$) et dans l'aire de répartition du cerf, 29 mm ($s\bar{x} = 5,7$; $n = 3$). Weaver & Fritts (1979) ont mesuré un diamètre moyen de 21 mm pour le coyote et de 27 mm pour le loup: tel que

ils suggèrent les intervalles de confiance, la grande majorité de nos échantillons de fumées proviendrait donc du loup.

Le tableau I montre que l'orignal constitue le quasi totalité du régime alimentaire des loups qui occupent l'aire de répartition de ce cervidé. Dans l'aire de répartition mixte, le cerf de Virginie, l'orignal, et à un moindre degré, le castor, dominent largement parmi les proies consommées. Enfin, dans l'aire de répartition du cerf, le cerf est la proie première, mais les petites proies sont plus abondantes. Cette présence relativement grande de petites proies telles la marmotte et le lièvre suggère qu'il y avait peut-être plus de fumées de coyote pour cette strate que pour les deux autres.

Tant pour l'orignal que pour le cerf, l'abondance de petits par rapport aux adultes dans le régime alimentaire du loup est au moins deux fois moindre; toutefois, en nombre d'individus et, compte tenu du poids de chacun, il y a au moins parité, sinon plus de petits parmi les proies. La dominance des cervidés adultes dans le régime alimentaire du loup en été surprend, car plusieurs études antérieures suggèrent que ce sont plutôt les petits qui forment la majorité des

TABLEAU I

Poids moyen d'une proie et composition du régime alimentaire du loup (% de la biomasse ingérée) pour les mois de mai à octobre dans l'aire de répartition de l'orignal et du cerf de Virginie au sud-ouest du Québec, 1977-1979; n indique le nombre de fumées examinées.

	Poids moyen (kg)	Aire de répartition		
		Orignal ($n = 89$)	Orignal et cerf ($n = 159$)	Cerf ($n = 16$)
Orignal				
Adulte	409,0	82	30	16
Petit	45,4	8	4	8
Cerf de Virginie				
Adulte	74,0	3	27	39
Petit	15,6	T ^a	11	4
Castor	12,5	4	22	10
Marmotte commune	2,9	1	T	8
Lièvre d'Amérique	1,2	T	T	8
Chien ou coyote	13,2	T	0	4
Rat musqué	1,1	T	T	0
Écureuil roux	0,2	T	2	0
Raton-laveur	8,0	T	0	0
Moufette rayée	1,3	0	T	0
Soricidés, talpidés	0,1	0	T	T
Autres mammifères ^b	< 0,1	T	1	2
Oiseaux	0,5	0	T	T

^a traces (< 1%)

^b muridés, suisse, cricétidés

victimes (Mech, 1966; Pimlott, 1967; Pimlott *et al.*, 1969; Frenzel, 1974; Voigt *et al.*, 1976; Peterson, 1977). Il s'agit cependant d'un artefact causé par la méthode d'analyse; Floyd *et al.*, (1978) ont montré que l'expression du régime alimentaire en terme de fréquence de proies par fumées exagère l'importance des petites proies. D'ailleurs, les études plus récentes, faisant appel à la technique de Floyd *et al.* (1978) ont produit des résultats souvent comparables aux nôtres (Jolicoeur, 1978; Fuller & Keith, 1980; Scott & Shackleton, 1980). Toutefois, il est possible que, dépendamment de la taille et de l'abondance des proies disponibles, les jeunes ongulés puissent représenter la majorité de la nourriture estivale du loup comme l'illustre d'ailleurs l'étude de Scott & Shackleton (1980).

Les études conduites en été dans des régions où l'orignal était le cervidé dominant (Peterson, 1977; Fuller & Keith, 1980) ont produit des résultats semblables aux nôtres; tout au plus le castor est-il un peu

moins utilisé dans notre étude. La comparaison des résultats provenant d'aires d'étude où le cerf domine ou cohabite avec l'orignal (Van Ballenberghe *et al.*, 1975; Voigt *et al.*, 1976; Jolicoeur, 1978) a conduit à la même conclusion: les proies sont à peu près les mêmes, plus variées que dans l'aire de répartition de l'orignal, mais le castor est en général moins abondant dans notre étude.

L'analyse des fumées a révélé des variations saisonnières assez importantes du régime alimentaire du loup (tableau II). Dans l'aire de répartition de l'orignal, les orignaux adultes forment toujours plus de la moitié de la viande consommée par le loup. Toutefois, en mai et juin, les petits orignaux représentent une fraction plus grande de la nourriture que pendant les deux périodes suivantes: compte tenu du poids des petits à la naissance (11-16 kg; Peterson, 1974), pour chaque orignal adulte servant de proie au loup, il y a au moins six petits qui sont consommés. En juillet et août, les loups semblent quelque peu se détourner des orignaux

TABLEAU II

Variation entre mai et octobre de la composition du régime alimentaire du loup (% de la biomasse ingérée) dans l'aire de répartition de l'orignal et du cerf de Virginie au sud-ouest du Québec, 1977-1979; n indique le nombre de fumées examinées.

	Aire de répartition					
	Orignal			Orignal et cerf		
	M-J ^a (n = 26)	J-A ^b (n = 27)	S-O ^c (n = 37)	M-J (n = 21)	J-A (n = 90)	S-O (n = 51)
Orignal						
Adulte	71	57	87	42	26	32
Petit	17	7	3	6	3	6
Cerf de Virginie						
Adulte	T ^d	2	3	18	16	41
Petit	0	T	T	10	16	6
Castor	6	31	4	15	33	14
Marmotte commune	2	T	1	0	1	0
Lièvre d'Amérique	1	0	T	0	0	0
Chien ou coyote	1	T	T	0	0	0
Rat musqué	0	T	0	4	2	0
Écureuil roux	T	0	0	0	0	0
Raton-laveur	0	T	T	0	0	T
Moufette rayée	0	0	0	0	0	0
Soricidés, talpidés	0	0	T	2	T	T
Autres mammifères ^e	T	0	0	2	2	T
Oiseaux	0	0	0	0	T	0

^a Mai-juin

^b Juillet-août

^c Septembre-octobre

^d trace (< 1%)

^e muridés, suisse, cricétidés

pour se nourrir plus fréquemment de castor ; ce même phénomène est aussi observé dans l'aire à répartition mixte.

Crête *et al.* (1981a, b) émirent l'hypothèse, pour leurs simulations sur ordinateur, que seuls les petits de l'original étaient capturés par les loups en été. Si les résultats de notre étude avaient été intégrés au programme de simulation, les conclusions de ces études auraient probablement été les mêmes, mais les niveaux de densités stables et les rapports loups-orignaux auraient sûrement différé.

Pour la strate de répartition mixte, le cerf semble prendre graduellement de l'importance au cours de l'été comme nourriture du loup alors que la fraction constituée de chair d'original varie inversement à celle du castor. Le rapport petit/adulte est plus grand pour le cerf que pour l'original suggérant qu'en terme de nombre d'individus, les pertes de petits sont encore plus considérables pour cette dernière espèce. L'importance des jeunes cervidés est probablement biaisée en faveur des adultes pour la dernière période du fait que la mue chez les jeunes débute à ce moment (Pimlott *et al.*, 1969 ; Banfield, 1975 ; Peterson, 1977).

Bien que notre étude soit purement descriptive, elle permet de mettre en évidence deux points d'intérêt. Les résultats montrent que le loup est une espèce opportuniste : à l'intérieur d'une région quand même restreinte, les loups ont adapté leur régime alimentaire à la disponibilité des proies. En second lieu, la consommation plus grande de castor au milieu de l'été est intrigante ; elle serait attribuable soit à une vulnérabilité plus grande des castors à cette période, soit à une recherche plus intensive de cette proie. Cette observation est à l'opposé des résultats obtenus à l'Isle Royale (Peterson, 1977). Toutefois, Theberge *et al.* (1978) ont observé que le castor était plus fréquent dans les fumées de loups provenant de lieux de rendez-vous que dans celles provenant de l'ensemble du territoire. Or les lieux de rendez-vous sont occupés pendant environ 20 semaines lorsque les meutes quittent les tanières au début de juillet (Mech, 1970). Notre échantillonnage aurait donc pu être biaisé en faveur des lieux de rendez-vous, mais cela n'explique pas l'importance plus grande prise par le castor en juillet et en août.

Notre étude des habitudes alimentaires du loup constitue un premier jalon. Les études

futures devront mettre l'accent sur la connaissance de la répartition et de l'abondance des loups et de leurs proies : ainsi nous pourrions mieux évaluer le rôle de ce prédateur dans nos écosystèmes terrestres nordiques.

Remerciements

Nous voulons d'abord exprimer notre gratitude à D. St-Hilaire, M. Monette et M. Bourgon pour l'analyse méticuleuse qui a été faite des fumées de loup. Merci aussi à tout le personnel du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du Québec à Hull pour la cueillette des échantillons. J. Bouchard a dessiné la figure ; F. Messier et H. Jolicoeur ont revu le manuscrit original.

Références

- ADORJAN, A.S. & G.B. KOLENOSKY, 1969. A manual for the identification of hairs of selected Ontario mammals. — Ont. Dep. Lands Forests Res. Rep. Wildl., no. 90, 47 p.
- BANFIELD, A.W.F., 1975. Les mammifères du Canada. — Presses Univ. Laval et Univ. Toronto Press, Québec, 406 p.
- BEASOM, S.L., 1974. Relationships between predator removal and white-tailed deer net productivity. — J. Wildl. Mgmt, 38 : 854-859.
- BERGERUD, A.T., 1971. The population dynamics of Newfoundland caribou. — Wildl. Monogr., no. 25, 55 p.
- COOK, R.S., M. WHITE, D.O. TRAINER & W.C. GLAZENER, 1971. Mortality of young white-tailed deer fawns in south Texas. — J. Wildl. Mgmt, 35 : 47-56.
- CRÊTE, M. & D. ST-HILAIRE., 1979. L'hélicoptère et l'avion pour dénombrer les orignaux dans le sud-ouest du Québec — Naturaliste can., 106 : 487-495.
- CRÊTE, M., R.J. TAYLOR & P.A. JORDAN, 1981a. Optimization of moose harvest in southwestern Québec. — J. Wildl. Mgmt, 45 : sous presse.
- CRÊTE, M., R.J. TAYLOR & P.A. JORDAN, 1981b. Simulating conditions for the regulation of a moose population by wolves. — Ecol. Modelling, 12 : 245-252.
- DASMANN, R.F., 1966. Wildlife biology. — John Wiley and Sons Inc., New-York, 231 p.
- DU PLESSIS, S.S., 1972. Ecology of blesbok with special reference to productivity. — Wildl. Monogr., no. 30, 70 p.
- ERRINGTON, P.L., 1946a. Predation and vertebrate populations. — Quant. Rév. Biol., 21 : 144-177.
- ERRINGTON, P.L., 1946b. Predation and vertebrate populations. — Quant. Rev. Biol., 21 : 221-245.

- FLOYD, T.H., L.D. MECH & P.A. JORDAN, 1978. Relating wolf scat content to prey consumed. — *J. Wildl. Mgmt*, 42: 528-532.
- FRANZMANN, A.W., C.C. SCHWARTZ & R.O. PETERSON, 1980. Moose calf mortality in summer on the Kenai Peninsula, Alaska. — *J. Wildl. Mgmt*, 44: 764-768.
- FRENZEL, L.D., 1974. Occurrence of moose in food of wolves as revealed by scat analysis: a review of north American studies. — *Naturaliste can.*, 101: 467-479.
- FULLER, T.K. & L.B. KEITH, 1980. Wolf population dynamics and prey relationships in north-eastern Alberta. — *J. Wildl. Mgmt*, 44: 583-602.
- GASAWAY, W.C., D. HAGGSTROM & O.E. BURRIS, 1977. Preliminary observations on the timing and causes of calf mortality in an Interior Alaskan moose population. — *Proc. N. Am. Moose Conf. Workshop*, 13: 54-71.
- HUOT, J., D. BANVILLE & H. JOLICOEUR, 1977. Étude de la prédation par le loup sur le cerf de Virginie dans la région de l'Outaouais. — *Min. Lois. Chasse et Pêche, DGF-11*, 77 p.
- JOLICOEUR, H., 1978. Étude de la prédation par le loup (*Canis lupus*) sur une population de cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) en déclin dans l'Outaouais — Thèse M.Sc., Univ. Laval, 147 p.
- KEITH, L.B., 1973. Some features of population dynamics in mammals. — *Proc. int. Congr. Game Biol.*, 11: 17-58.
- MECH, L.D., 1966. The wolves of Isle Royale. — *U.S. Natl. Park Serv., Fauna Ser. no. 7*, 210 p.
- MECH, L.D., 1970. The wolf: the ecology and behavior of an endangered species. Double day, New York, N.Y., 394 p.
- MESSIER, F. & C. BARRETTE, 1979. Étude de la prédation du cerf de Virginie par le coyote dans le ravage d'Armstrong, Beauce-sud. — *QC Min. Loisir, Chasse et Pêche, RRF-40*, 167 p.
- MOEN, A.N., 1978. Seasonal changes in heart rates, activity, metabolism, and forage intake of white-tailed deer. — *J. Wildl. Mgmt*, 42: 715-738.
- PETERSON, R.L., 1974. A review of the general life history of moose. — *Naturaliste can.*, 101: 9-21.
- PETERSON, R.O., 1977. Wolf ecology and prey relationships in Isle Royale. — *Natl. Park Serv., Sci. Monogr. Ser. no. 11*, 210 p.
- PIMLOTT, D.H., 1967. Wolf predation and ungulate populations. — *Am. Zool.*, 7: 267-278.
- PIMLOTT, D.H., J.A. SHANNON & G.B. KOLENOVSKY, 1969. The ecology of the timber wolf in Algonquin Provincial Park. — *Ont. Dep. Lands Forests, Res. Rep. (Wildl.)*, no. 87, 92 p.
- SCOTT, B.M.V. & D.M. SHACKLETON, 1980. Food habits of two Vancouver Island wolf packs: a preliminary study. — *Can. J. Zool.*, 58: 1203-1207.
- THEBERGE, J.B., S.M., OOSENBURG & D.H. PIMLOTT, 1978. Site and seasonal variations in food of wolves, Algonquin Park, Ontario. — *Can. Field Nat.*, 92: 91-94.
- VAN BALLENGERGHE, V., A.W. ERIKSON & D. BYMAN, 1975. Ecology of the timber wolf in Northeastern Minnesota. — *Wildl. Monogr.*, no. 43, 43 p.
- VOIGT, D.R., G.B. KOLENOSKY & D.H. PIMLOTT, 1976. Changes in summer foods of wolves in central Ontario. — *J. Wildl. Mgmt*, 40: 663-668.
- WEAVER, J.L. & S.H. FRITTS, 1979. Comparison of coyote and wolf scat diameters. — *J. Wildl. Mgmt*, 43: 786-788.

INCIDENCE DE LA FERTILISATION SUR LA CROISSANCE DE DEUX PEUPELEMENTS ADULTES DE SAPIN BAUMIER (*ABIES BALSAMEA*) DU SUD DES LAURENTIDES

C. CAMIRÉ, G. NOLET et B. BERNIER

*Département d'écologie et de pédologie, Faculté de
foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec G1K 7P4*

Résumé

La croissance en diamètre, en surface terrière et en volume marchand, ainsi que la distribution de croissance le long de la tige, ont été observées sur une période de 10 ans suite à l'application de N seul (112 ou 224 kg N-urée/ha) ou de N en combinaison avec K et P. L'application de 112 kg N/ha a provoqué des surplus d'accroissement en volume marchand de 1-9 m³/ha alors que l'addition de 224 kg N/ha a entraîné des augmentations de 2-11 m³/ha. Le meilleur traitement s'est avéré être N₂PK qui a provoqué des accroissements en volume marchand de 14-20 m³/ha. Pour ce traitement, l'augmentation maximale de la croissance le long de la tige a été observée à la demi-cime verte avec une augmentation en surface de 64% plus élevée que celle du témoin. L'accroissement en diamètre à hauteur de poitrine, dépassait de 0,4 cm celui du témoin. En général, l'effet de la fertilisation sur la croissance reste encore marqué après 10 ans.

Abstract

Growth in diameter, in basal area and in merchantable volume as well as growth distribution along the stem, were measured over a ten-year period following fertilizer application of N (112 or 224 kg urea-N/ha) or of N in combination with K and P. Volume growth increased by 1-9 m³/ha and 2-11 m³/ha following a 112 and 224 kg N/ha application, respectively. The highest response in volume growth (14-20 m³/ha) was measured in the N₂PK treatment. With this treatment, maximum growth response in surface along tree stem occurred at mid-crown level, amounting to a 64% increase over the control. At breast height, diameter increased by 0,4 cm over the control. In general, the effect of fertilizer application on tree growth remained significant 10 years after treatment.

Introduction

On considère généralement que la faible disponibilité de l'azote dans l'humus brut constitue un facteur limitatif de la croissance des peuplements résineux des forêts boréales. Depuis une trentaine d'années, la fertilisation forestière a fait l'objet de nombreuses études, tant en Europe qu'en Amérique. Les résultats de recherches effectuées au Canada ont été revus par Armson *et al.* (1975), par Krause (1973) et par Rennie (1972). Au Québec, deux essais de fertilisation aérienne ont été effectués, dont l'un en station de sapin baumier (Roberge & Gagnon, 1974). Mais surtout, de nombreux dispositifs expérimentaux ont été mis en place, en particulier dans le cadre du projet interprovincial de fertilisation des forêts

naturelles (Dillon, 1970). Les résultats publiés jusqu'ici s'avèrent prometteurs (Weetman *et al.*, 1976, 1978 et 1979). D'une façon particulière, des réponses positives à la fertilisation en forêt de sapin baumier ont été observées suite à l'application de N seul et de N avec P et/ou K (Armson *et al.*, 1975; Brazeau, 1979; Gagnon *et al.*, 1976, 1979 et 1981; Gagnon & Hunt, 1975; Gagnon & Swan, 1979; Hoyt, 1973; Krause *et al.*, 1977; L'Heureux & Pépin, 1979; Roberge *et al.*, 1980; Timmer, 1976; Weetman *et al.*, 1976, 1978 et 1979).

La présente étude a débuté à l'automne de 1967 avec l'établissement de deux dispositifs expérimentaux de fertilisation, en forêt de sapin baumier, dans le Parc des Laurentides, Québec. Les réponses de croissance

à la fertilisation avec N, NK et NPK sont ici comparées sur une période de dix ans. L'évaluation de la croissance a été faite, en plus du niveau normal à hauteur de poitrine (1,4 m), à trois autres niveaux de la tige. La forme de l'arbre a aussi été mesurée.

Matériel et méthodes

CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS

Les dispositifs de fertilisation ont été établis à l'automne de 1967 dans deux peuplements contigus de la sapinière à bouleau blanc, l'une à *Dryopteris* sur série Laurentide (podzol ferro-humique fragique, classe de drainage 2) et l'autre à *Hylocomium* sur série Piché (podzol ferro-humique orthique, classe de drainage 3). Ces peuplements sont situés à la Forêt Montmorency (47°19'N. et 71°07'O.) à une altitude moyenne de 780 m. La sapinière à *Dryopteris*, âgée de 60 ans, compte 1 900 tiges/ha d'un diamètre moyen de 14,8 cm, ce qui représente une surface terrière de 32,6 m²/ha et un volume marchand de 169 m³/ha. La sapinière à *Hylocomium*, âgée de 50 ans, compte 2 750 tiges/ha d'un diamètre moyen de 12,5 cm, ce qui représente une surface terrière de 33,9 m²/ha et un volume marchand de 142 m³/ha. Les stations sont de qualité I et II respectivement (Linteau, 1959).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET MESURES D'ARBRES

Des parcelles carrées (0,09 ha traité, 0,04 ha échantillonné) ont été délimitées dans les peuplements. La fertilisation fut effectuée après la fonte des neiges, au printemps de 1968, à l'aide d'un épandeur manuel Cyclone. Les dispositifs comprenaient les traitements suivants: T (témoin), N₁ (112 kg N-urée/ha), N₂ (224 kg N-urée/ha), N₂K (224 kg N-urée/ha et 112 kg K-K₂SO₄.MgSO₄/ha) et N₂PK (224 kg N-urée/ha, 112 kg P-superphosphate triple/ha et 112 kg K-K₂SO₄.MgSO₄/ha). Chacun des traitements (en duplicata) fut assigné de façon aléatoire à chacune des unités expérimentales. Le peuplement a été fortement attaqué en 1975 par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.), mais il a été protégé par des arrosages chimiques à partir de 1976.

À l'automne de 1967, tous les arbres ayant un diamètre de plus de 9 cm à hauteur de poitrine furent étiquetés, mesurés (galon circonférenciel) et classés par catégorie de

cime. À l'automne de 1977, après dix saisons de croissance, tous les arbres furent remesurés. De plus, dans le dispositif de la sapinière à *Dryopteris*, 19 arbres par parcelle (3 dominants, 12 codominants, 3 intermédiaires et 1 supprimé) furent abattus et sectionnés à hauteur de poitrine (1,4 m), au demi-tronc, au bas de la cime et à la demi-cime verte. Des disques minces (3 cm) furent prélevés pour analyse. Chacun des disques fut mesuré au millimètre près, sans écorce, suivant quatre rayons perpendiculaires l'un à l'autre. Les douze derniers cernes de croissance furent aussi mesurés avec précision (au micromètre près) à l'aide d'un dendrochronographe. Les surfaces de chacun de ces cernes furent ensuite calculées. Afin de vérifier les changements de forme de la tige suite à la fertilisation, nous avons jugé nécessaire d'utiliser un coefficient naturel de forme (Hohenadl, 1936). Ce coefficient s'obtient en mesurant le diamètre de la tige à des hauteurs relatives. Ces mesures (avec écorce) furent prises à 1/36, 1/6, 2/6, 3/6, 4/6 et 5/6 de la hauteur de l'arbre; le diamètre de référence utilisé fut celui à 1/6 de la hauteur de l'arbre.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Étant donné les variations assez marquées du diamètre moyen, de la surface terrière et du volume marchand entre les différentes parcelles expérimentales en début d'expérience, il nous est apparu que les pourcentages d'accroissement de ces différents paramètres présentent une base de comparaison plus valable que la croissance elle-même. Ce sont donc ces pourcentages d'accroissement que nous avons soumis à une analyse de variance complètement aléatoire (Boudoux & Bonenfant, 1979). Pour le calcul du volume marchand, nous avons utilisé un tarif de cubage local ($\text{Volume (m}^3) = -0,468086 + 1,974431/X + 0,028189X$, où X est le diamètre en cm à hauteur de poitrine), sans tenir compte des changements de forme possibles, l'intensité d'échantillonnage étant trop faible pour permettre d'entrer cette variable dans le modèle.

Pour chacun des arbres abattus et chacun des disques échantillonnés, la croissance en surface fut calculée. L'analyse statistique fut effectuée en utilisant un modèle mixte hiérarchisé d'analyse de covariance (programme BMD12V de Dixon, 1973). L'utilisation comme covariable, de la croissance des deux années précédant le traitement, plutôt

que la surface totale avant traitement, est motivée par une meilleure corrélation de la première avec la croissance décennale ($r = 0,89$ vs $0,78$).

Les coefficients de forme (diamètre à une hauteur relative donnée/diamètre à un sixième de la hauteur totale) ont également été soumis à l'analyse de variance (modèle mixte hiérarchisé, programme BMD12V de Dixon, 1973). Afin de vérifier si le coefficient de forme était influencé par le diamètre de l'arbre, sa hauteur et le ratio cime verte/tige, nous avons stratifié en 5 groupes de 38 arbres, sans tenir compte du traitement, les 190 arbres récoltés et avons soumis ces valeurs à une analyse de variance complètement aléatoire (programme BMDIV de Dixon, 1973).

Résultats

MORTALITÉ ET RECRUES

Dans la sapinière à *Dryopteris*, les pertes en volume marchand dues à la mortalité durant les dix années après traitement se chiffrent à 20-25 m³/ha, à l'exception du traitement N₂ où un chablis partiel est survenu en 1975. Les gains en volume marchand par les recrues sont inférieurs à 1 m³/ha. Dans la sapinière à *Hylocomium*, les pertes par mortalité s'élèvent à 12-20 m³/ha tandis que

TABLEAU I

Volume marchand des arbres morts et des recrues entre 1967 et 1977 dans les deux dispositifs expérimentaux

Traitement	Morts ¹ (m ³ /ha)	Recrues ² (m ³ /ha)
Sapinière à <i>Dryopteris</i>		
T	25,4	0,38
N ₁	20,2	0,41
N ₂	54,8 ³	0,67
N ₂ K	24,5	0,40
N ₂ PK	21,4	1,00
Sapinière à <i>Hylocomium</i>		
T	13,7	2,30
N ₁	12,9	2,28
N ₂	20,0	4,58
N ₂ PK	16,1	1,19

¹ Morts et/ou renversés : 9 cm et plus à hauteur de poitrine en 1967.

² Recrues : 9 cm et plus à hauteur de poitrine en 1977.

³ Chablis partiel en 1975.

les recrues présentent des gains de 1-5 m³/ha (tableau I).

ACCROISSEMENT DÉCENNAL EN DIAMÈTRE

De 1967 à 1977, le diamètre à hauteur de poitrine des parcelles témoins a augmenté de 8,4% (1,24 cm) dans la sapinière à *Dryopteris* et de 10,3% (1,29 cm) dans la sapinière à *Hylocomium*. L'addition de 112 kg N/ha a provoqué des augmentations respectives de 9,0% (1,33 cm) et de 11,4% (1,43 cm) dans ces deux installations, alors que les réponses à l'addition de 224 kg N/ha étaient de 9,7% (1,43 cm) et de 12,0% (1,50 cm) respectivement, ce qui correspond à une croissance de 15-17% plus élevée que celle des témoins. Les traitements qui ont provoqué les meilleures réponses sont N₂K (10,9% ou 1,61 cm) et N₂PK (10,8% ou 1,60 cm) dans la sapinière à *Dryopteris*, et N₂PK (13,4% ou 1,68 cm) dans la sapinière à *Hylocomium*, soit une augmentation de croissance en diamètre de quelque 30% par rapport à celle des témoins (tableau II).

ACCROISSEMENT DÉCENNAL EN SURFACE TERRIÈRE

De 1967 à 1977, la surface terrière des parcelles témoins a augmenté de 17,5% (5,7 m²/ha) dans la sapinière à *Dryopteris* et de 21,6% (7,3 m²/ha) dans la sapinière à *Hylocomium*. L'addition de 112 kg N/ha a provoqué des augmentations de 18,9% (6,2 m²/ha) et de 24,4% (8,3 m²/ha) dans ces deux installations, alors que l'addition de 224 kg N/ha s'est traduite par des augmentations de 20,5% (6,7 m²/ha) et de 25,4% (8,6 m²/ha) respectivement, ce qui correspond à une augmentation de 17-18% sur les témoins. Toutefois, les traitements qui présentent les meilleures réponses sont N₂K (22,9% ou 7,5 m²/ha) et N₂PK (22,8% ou 7,4 m²/ha) dans la sapinière à *Dryopteris*, et N₂PK (28,6% ou 9,7 m²/ha) dans la sapinière à *Hylocomium*, soit une augmentation de plus de 30% par rapport aux témoins (tableau II).

ACCROISSEMENT DÉCENNAL EN VOLUME MARCHAND

De 1967 à 1977, le volume marchand des parcelles témoins a augmenté de 26,4% (45 m³/ha) dans la sapinière à *Dryopteris* et de 39,2% (56 m³/ha) dans la sapinière à *Hylocomium*. L'addition de 112 kg N/ha a provoqué des augmentations de 27,3% (46 m³/ha) et de 45,2% (64 m³/ha) pour ces deux installations, tandis que l'addition de 224 kg N/ha s'est traduite par des augmentations de 27,6% (47 m³/ha) et de 46,9%

TABLEAU II

Volume marchand, surface terrière et diamètre moyen à l'automne de 1967 et à l'automne de 1977 dans les deux dispositifs expérimentaux

Traitement	Volume marchand (m ³ /ha)				Surface terrière (m ² /ha)				Diamètre moyen (cm)			
	1967	1977	% ¹	Δ ²	1967	1977	%	Δ	1967	1977	%	Δ
<i>Sapinière à Dryopteris</i>												
T	175	221	26,4	45	34,3	40,3	17,5	5,7	14,46	15,68	8,4	1,24
N ₁	207	263	27,3	46	39,0	46,4	18,9	6,2	15,07	16,43	9,0	1,33
N ₂	142	181	27,6	47	25,2	30,3	20,5	6,7	16,26	17,84	9,7	1,43
N ₂ K	138	187	35,5	60	27,6	34,0	22,9	7,5	14,23	15,78	10,9	1,61
N ₂ PK	186	251	35,1	59	36,9	45,3	22,8	7,4	14,37	15,92	10,8	1,60
	$\bar{X} = 169$		$F_{[4,5]} = 3,07$		$\bar{X} = 32,6$		$F_{[4,5]} = 1,56$		$\bar{X} = 14,78$		$F_{[4,5]} = 1,56$	
<i>Sapinière à Hylocomium</i>												
T	146	203	39,2	56	34,5	41,9	21,6	7,3	12,58	13,87	10,3	1,29
N ₁	141	204	45,2	64	33,8	42,1	24,4	8,3	12,49	13,92	11,4	1,43
N ₂	142	209	46,9	67	34,0	42,6	25,4	8,6	12,52	14,02	12,0	1,50
N ₂ PK	138	212	53,4	76	33,1	42,6	28,6	9,7	12,53	14,21	13,4	1,68
	$\bar{X} = 142$		$F_{[3,4]} = 2,95$		$\bar{X} = 33,9$		$F_{[3,4]} = 3,17$		$\bar{X} = 12,53$		$F_{[3,4]} = 3,17$	

¹ Pourcentage d'accroissement entre 1967 et 1977.² Pourcentage d'accroissement multiplié par la valeur moyenne du peuplement en 1967.

(67 m³/ha), respectivement. Ces accroissements correspondent à une augmentation en volume qui n'est que de 5% supérieure au témoin dans la sapinière à *Dryopteris* mais qui est de 20% supérieure au témoin dans la sapinière à *Hylocomium*. Les traitements présentant les meilleures réponses sont N₂K (35,5% ou 60 m³/ha) et N₂PK (35,1% ou 59 m³/ha) dans la sapinière à *Dryopteris* et N₂PK (53,4% ou 76 m³/ha) dans la sapinière à *Hylocomium*, soit une augmentation de volume marchand de 33-36% par rapport aux témoins (tableau II). L'analyse détaillée de la croissance pour le traitement N₂PK de la sapinière à *Hylocomium* révèle que ce sont les arbres des classes de diamètre les plus élevées, parmi les dominants, qui répondent le mieux au traitement (fig. 1).

ACCROISSEMENT ANNUEL ET ACCROISSEMENT CUMULATIF EN SURFACE SELON LA POSITION ÉCHANTILLONNÉE (SAPINIÈRE À *DRYOPTERIS*).

Une augmentation de l'accroissement annuel en surface par rapport à l'accroissement du témoin s'est produite les deux premières années après fertilisation, pour atteindre un palier constant vers la troisième ou la quatrième année. Le maximum d'effet de la fertilisation s'est produit, pour le traitement N₂PK, au niveau de la demi-cime de l'arbre, avec des accroissements annuels de l'ordre de 175% par rapport au témoin pour les troisième, quatrième et cinquième an-

nées après fertilisation (fig. 2). Le traitement N₂PK montre une croissance cumulative de 64% supérieure à celle du témoin au niveau de la demi-cime de l'arbre alors qu'on observe des valeurs de 19%, 21% et 31% plus élevées que celle du témoin au bas de la cime, au demi-tronc et à hauteur de poitrine respectivement (tableau III). Même si l'on observe des différences marquées de distribution de croissance en surface le long de la tige, particulièrement pour le traitement N₂PK, nous n'avons pu mettre en évidence des différences significatives de forme (tableau IV). Il semble toutefois que le coefficient naturel de forme dans ce peuplement soit grandement influencé par la classe de diamètre, par la classe de hauteur et, à un degré moindre, par la classe de ratio cime verte/tige (tableau V).

Discussion

Les présents résultats ajoutent aux indications voulant que la sapinière du sud des Laurentides réponde favorablement à une application d'azote sous forme d'urée, et encore mieux à une application conjointe d'azote, de potassium et de phosphore. Brazeau (1979) a réalisé une expérience factorielle avec N, P et K en sapinière et observé que la meilleure réponse de l'accroissement quinquennal en surface terrière était obtenue avec les traitements N₂P et N₂K (27%

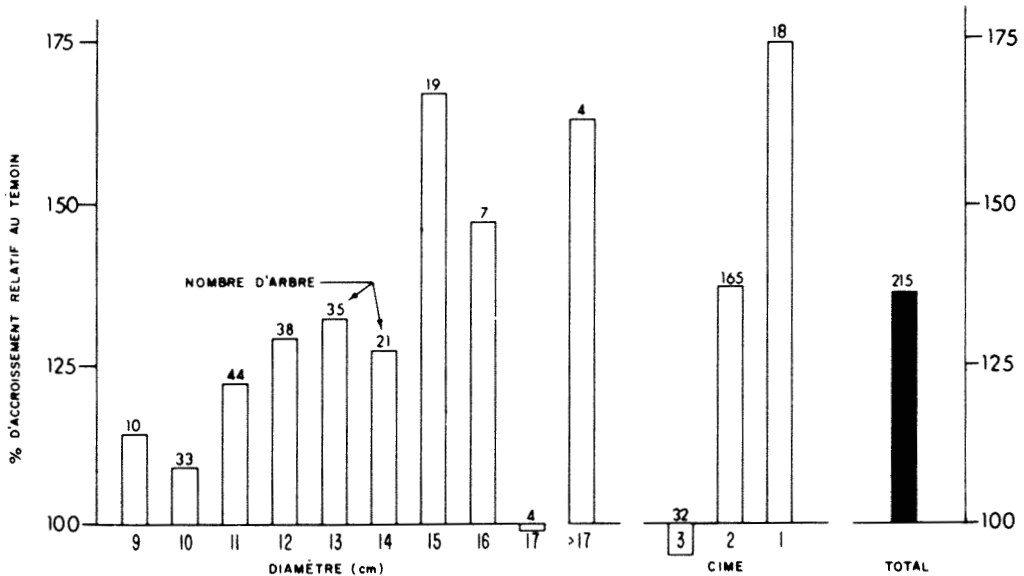


Figure 1. Pourcentage d'accroissement en volume relatif au témoin chez le traitement N₂PK dans la sapinière à *Hylocomium* selon la classe de diamètre et la catégorie de cime (1 = dominants, 2 = codominants, 3 = intermédiaires).

de plus que le témoin). Il a notamment observé que l'application de superphosphate triple, avec l'urée, se traduit par une meilleure utilisation de N. Il a aussi fait remarquer que la réponse plus forte obtenue pour le traitement N₂K, comparativement au traitement N₂, peut s'expliquer par le maintien d'un niveau de K foliaire suffisamment élevé, lequel niveau est diminué par l'application de N₂ seul. Dans notre dispositif, K a été apporté par le Sul-Po-Mag. Il est conséquemment possible que l'apport de magnésium ait eu un effet positif additionnel à celui de K, bien que des réponses négatives aient déjà été observées suite à l'application de Mg avec l'urée (Gagnon *et al.*, 1979).

L'application de 224 kg N-urée/ha provoque une plus forte réponse de croissance que l'application de 112 kg N-urée/ha. Cette observation semble généralisée pour les stations de sapin baumier (Brazeau, 1979; Roberge *et al.*, 1980; Weetman *et al.*, 1976, 1978 et 1979). Brazeau (1979) a de plus observé que l'accroissement quinquennal en surface terrière augmentait progressivement avec le taux d'application d'urée jusqu'à 336 kg N/ha. Par contre, Roberge *et al.* (1980) ont observé, qu'après 10 ans la réponse en volume à une application d'azote-urée de 336 kg/ha est égale ou inférieure à une application de 224 kg N/ha.

Les présentes observations indiquent que le rythme accru de croissance attribué à la fertilisation se maintient, même après dix ans. Gessel (1969) et Möller (1974) rapportent que, lorsque la fertilisation en forêt de résineux est adéquate, les réponses peuvent se poursuivre sur une période de huit à dix ans. Plusieurs facteurs peuvent intervenir pour expliquer la durée de réponse du peuplement à la fertilisation azotée. L'azote ajouté peut entraîner une minéralisation accrue de l'azote endogène, ce qui est susceptible

d'approvisionner l'arbre en azote de façon plus soutenue. À cet égard, Gagnon *et al.* (1979) et Roberge *et al.* (1980) ont mesuré, dix ans après fertilisation à l'urée, un taux d'azote minéral plus élevé dans les horizons organiques des parcelles fertilisées que dans ceux des parcelles témoins. On peut aussi penser que la litière annuelle, plus riche en azote, soit plus facilement minéralisée.

Il est connu que le taux maximal de croissance en diamètre se situe à la position où la masse foliaire est la plus grande (Farrar, 1961). Nos résultats mettent en évidence cette observation, la meilleure réponse de croissance, suite à la fertilisation se situant au niveau de la demi-cime verte. Des différences de réponse de croissance en diamètre le long de la tige, suite à la fertilisation ont déjà été mesurées dans le cas du sapin baumier (L'Heureux & Pépin, 1979), de *Pseudotsuga menziesii* (Mitchell & Kellogg, 1972), de *Pinus banksiana* (Camiré, 1979), de *Pinus taeda* (Pegg, 1966) et de *Pinus elliotii* (Broerman, 1970). La présente étude n'a pas mis en évidence un changement significatif de forme de la tige du sapin baumier attribuable à la fertilisation. Cela est peut-être dû à la grande variation de la dimension des arbres échantillonnés. Sans tenir compte des traitements, nous avons en effet observé des différences significatives de forme selon la classe de diamètre, la classe de hauteur et la classe de ratio cime verte/tige (tableau V). Pour obvier à ce problème, on pourrait faire un échantillonnage intensif des classes les plus représentatives du peuplement; nous croyons toutefois que la meilleure technique serait de réaliser des mesures de forme avant et après fertilisation et de traiter les données par l'analyse de covariance.

Dans la sapinière à *Dryopteris*, on observe un décalage entre l'accroissement en surface terrière mesuré par des moyens conven-

TABLEAU III

Croissance cumulative (cm²/arbre) de 1967 à 1977 selon les niveaux échantillonnés dans la sapinière à *Dryopteris*

Niveau	T	N ₁	N ₂	N ₂ K	N ₂ PK	F _[4,5]
Demi-cime	14,6 (100) ¹	20,0 (137)	21,1 (145)	20,3 (139)	23,9 (164)	5,14
Bas de la cime	23,0 (100)	26,1 (114)	28,9 (126)	28,8 (125)	27,3 (119)	2,69
Demi-tronc	21,7 (100)	24,6 (114)	26,5 (122)	27,6 (127)	26,2 (121)	1,47
Hauteur de poitrine	22,6 (100)	26,1 (115)	28,6 (126)	31,0 (137)	29,6 (131)	3,80

¹ Pourcentage relatif au témoin. La surface moyenne (cm²/arbre) avant traitement était de 6,6 à la demi-cime, de 35,7 au bas de la cime, de 90,9 au demi-tronc et de 128,8 à hauteur de poitrine.

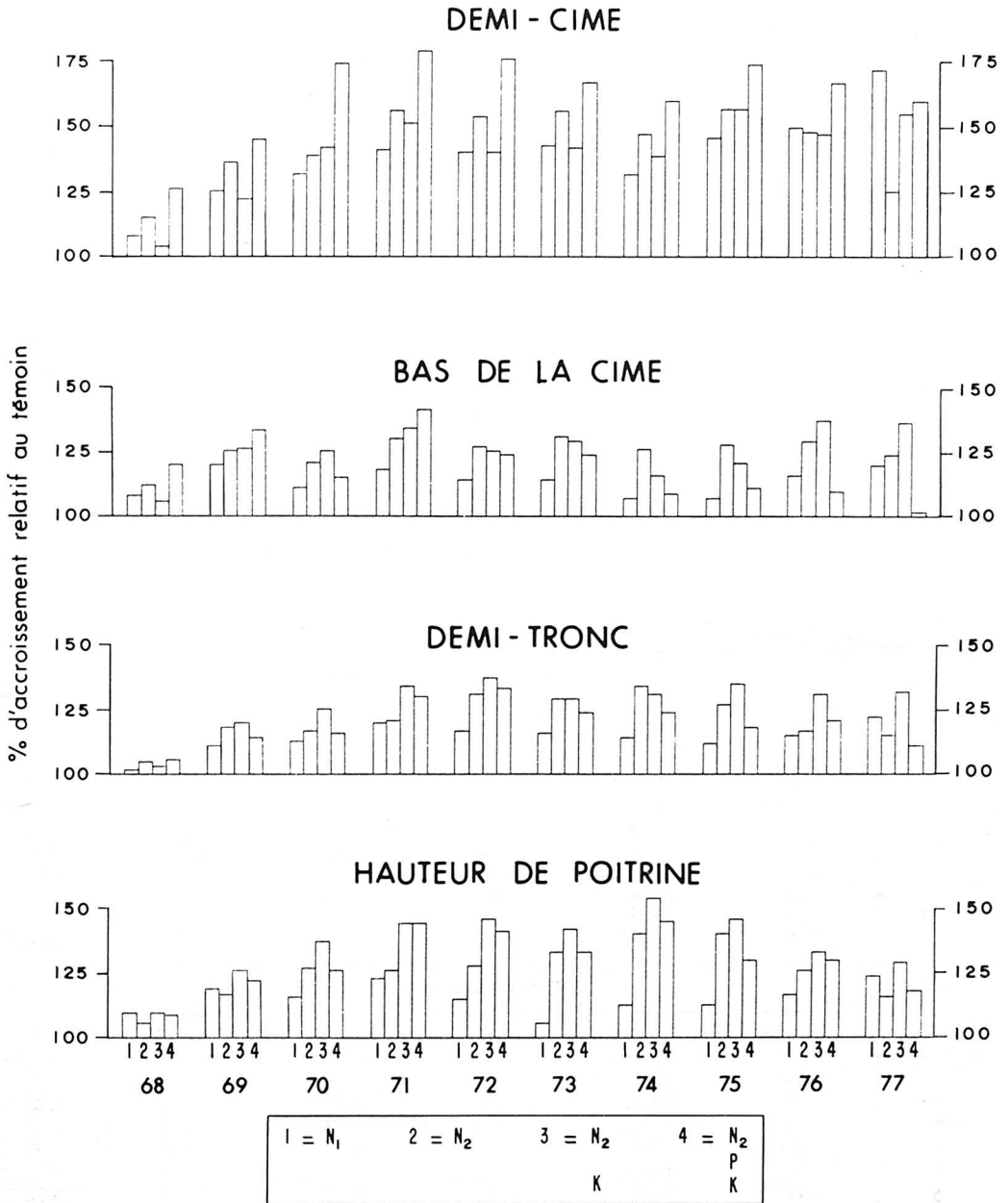


Figure 2. Pourcentage d'accroissement en surface relatif au témoin dans la sapinière à *Dryopteris* dix ans suivant la fertilisation selon la position échantillonnée dans l'arbre.

tionnels (tableau II) et l'accroissement mesuré au moyen du dendrochronographe (tableau III). Cet écart résulte d'une croissance plus forte avant fertilisation des arbres des parcelles témoins. Ce biais est corrigé par l'analyse de covariance dans les résultats de mesure par le dendrochronographe.

Malgré des différences allant jusqu'à plus de 30% entre les valeurs d'accroissement en surface terrière et en volume pour les différents traitements, l'analyse de variance ne révèle pas de différence significative ($\alpha = 0,05$), attribuable à la fertilisation. C'est que le nombre de répétitions de parcelles d'un

TABLEAU IV

Coefficient de forme¹ en 1977 dans la sapinière à *Dryopteris*

Hauteur	T	N ₁	N ₂	N ₂ K	N ₂ PK	F _[4,5]
5/6	0,410	0,406	0,382	0,386	0,416	1,78
4/6	0,610	0,618	0,601	0,604	0,626	1,56
3/6	0,761	0,768	0,761	0,760	0,774	0,33
2/6	0,884	0,892	0,892	0,888	0,900	0,73
1/6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—
1/36	1,153	1,139	1,157	1,132	1,144	1,43

¹ Avec écorce.

même traitement n'était pas suffisamment élevé; il aurait dû être de trois.

Les présentes observations, alliées à des études antérieures, montrent que l'addition d'urée, au taux de 224 kg N/ha, à des sapinières de 50-60 ans du sud des Laurentides est susceptible de provoquer des augmenta-

tions décennales en volume marchand de plus de 25 m³/ha; une augmentation de 5 à 15 m³/ha semble néanmoins plus commune. Ce résultat peut être augmenté par l'addition de P et/ou de K avec l'urée. Les plus fortes réponses ont été observées dans les stations de qualité II. Comme seuls les arbres bien

TABLEAU V

Coefficient de forme¹ selon la classe de diamètre à hauteur de poitrine, selon la classe de hauteur et selon la classe de ratio cime verte/tige

Hauteur	Diamètre à hauteur de poitrine (cm)					F _[4,185]
	4,9-10,9	11,0-13,6	13,6-15,9	15,9-18,2	18,3-27,7	
5/6	0,393	0,414	0,427	0,404	0,363	8,70
4/6	0,602	0,622	0,640	0,617	0,579	9,98
3/6	0,754	0,771	0,780	0,773	0,746	4,47
2/6	0,880	0,890	0,899	0,893	0,894	2,12
1/6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—
1/36	1,101	1,145	1,163	1,159	1,158	10,96
	Hauteur totale (m)					
	4,3-12,8	12,8-14,6	14,6-15,9	15,9-17,1	17,1-20,4	
5/6	0,386	0,418	0,421	0,400	0,376	5,36
4/6	0,599	0,623	0,634	0,615	0,589	5,83
3/6	0,754	0,767	0,776	0,774	0,752	2,52
2/6	0,880	0,890	0,895	0,894	0,898	1,98
1/6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—
1/36	1,104	1,147	1,155	1,165	1,153	8,92
	Ratio cime verte/tige					
	0,095-0,294	0,296-0,360	0,361-0,404	0,404-0,452	0,455-0,630	
5/6	0,409	0,413	0,403	0,404	0,373	3,32
4/6	0,607	0,625	0,617	0,620	0,592	2,84
3/6	0,756	0,769	0,771	0,774	0,754	1,74
2/6	0,880	0,896	0,895	0,889	0,898	2,26
1/6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—
1/36	1,121	1,144	1,154	1,148	1,157	2,90

¹ Avec écorce.

exposés à la lumière fournissent une bonne réponse, il n'est pas surprenant que les traitements combinés d'éclaircie et de fertilisation puissent donner des résultats encore meilleurs (Gagnon & Swan, 1979, Gagnon *et al.*, 1981). Aussi bien, il apparaît nettement que l'effet de la fertilisation peut se poursuivre sur plus de dix ans.

Nous croyons que des études supplémentaires devraient être réalisées pour connaître la dose optimale d'urée à appliquer dans les stations de qualité II de densité moyenne pour un rendement biologique ou économique maximum. La distribution de croissance le long de la tige suite à la fertilisation mérite des études plus poussées car les résultats d'accroissement en volume qui ne tiendraient pas compte de ce facteur pourraient être erronés. Cette particularité prend une importance spéciale dans le contexte d'une utilisation plus complète de la partie aérienne de l'arbre. De telles études devraient aussi prendre en considération les variations possibles de la densité du bois de sapin baumier induites par la fertilisation (Gagnon & Hunt, 1975; Hunt *et al.*, 1980).

Références

- ARMSON, K.A., H.H. KRAUSE & G.F. WEETMAN, 1975. Fertilization response in the northern coniferous forest. — Pages 449-466 in B. Bernier & C.H. Winget (eds), Forest soils and forest land management. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 675 p.
- BOUDOUX, M. & F. BONENFANT, 1979. Sacados. Système automatique et conversationnel d'analyse des données statistiques. — Rapp. Inf. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Québec, LAU-X-39, 22 p.
- BRAZEAU, M., 1979. Incidence de la fertilisation sur la nutrition et la croissance du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) en forêt naturelle. — Thèse de doctorat, Univ. Laval, Québec, 132 p.
- BROERMAN, F.S., 1970. Appraisal of results of a fertilizer trial in a twenty-year-old slash pine plantation. — Pages 9-18 in C.T. Youngberg & C.B. Davey (eds.), Tree growth and forest soils. Oregon State Univ. Press, Corvallis, Oregon, 527 p.
- CAMIRÉ, C., 1979. Fertilisation azotée en forêt de pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.). — Thèse de doctorat, Univ. Laval, Québec, 121 p.
- DILLON, J.C., 1970. Tree fertilizing experiment is tried in seven provinces. — Can. Pulp Pap. Ind., 23(7): 42-44.
- DIXON, W.J. (ed.), 1973. Biomedical computer program (3rd ed.). — Univ. Calif. Press, 773 p.
- FARRAR, J.L., 1961. Longitudinal variation in the thickness of the annual ring. — For. Chron., 32: 323-333 & 349.
- GAGNON, J.D. & K. HUNT, 1975. Kraft pulping and specific gravity in the uppermost stem of fertilized balsam fir. — Can. J. For., Res., 5: 399-402.
- GAGNON, J.D., P. LACHANCE, M. ROBERGE & T.D. PHU, 1976. Effet de la fertilisation sur le milieu d'une sapinière naturelle. — Rapp. Inf. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Québec, LAU-X-24, 24 p.
- GAGNON, J.D., M. ROBERGE, T.D. PHU & H.S.D. SWAN, 1979. Effets de la fertilisation, après 10 ans, sur la croissance et le milieu d'une sapinière naturelle de 60 ans au nord-est du Québec. — Rapp. Inf. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Québec, LAU-X-36, 17 p.
- GAGNON, J.D. & H.S.D. SWAN, 1979. Réaction à la fertilisation, à l'éclaircie et à la combinaison des deux dans un peuplement de sapin âgé de 10-20 ans. — Naturaliste can., 106: 341-343.
- GAGNON, J.D., M.R. ROBERGE, T.D. PHU & H.S.D. SWAN, 1981. Fertilizing thinned and unthinned 60-year-old balsam fir stands in Quebec: ten-year results. — Can. J. For. Res. (sous presse).
- GESSEL, S.P., 1969. The growth behavior of Douglas-fir with nitrogenous fertilizer in western Washington. — The Second Rep. Contrib. Inst. For. Prod. Univ. Wash. no. 7, 119 p.
- HOHENADL, W., 1936. Die Bestandesmessung. — Forstwiss Centralbl., 58: 51-61, 69-86 & 114-127.
- HOYT, J.S., 1973. Growth increases after fertilization in mature jack pine and balsam fir stands. — Dep. Nat. Resour. For. Brch, Fredericton, New Brunswick, TR3-73, 81 p.
- HUNT, K., V.R. TIMMER & W.G. WARREN, 1980. Volume, dry weight, and kraft pulping of fertilized balsam fir from Nova Scotia. — Can. J. For. Res., 10: 362-366.
- KRAUSE, H.H., 1973. Forest fertilization in eastern Canada, with emphasis on New Brunswick. — Pages 188-205 in A.L. Leaf & R.E. Leonard (eds.), Forest Fertilization, Symposium Proceedings. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-3, 246 p.
- KRAUSE, H.H., G.F. WEETMAN & E. KOLLER, 1977. Nitrogen improves growth for balsam fir, jack pine and black spruce-jack pine stands. — Pulp Pap. Can., 78(6): 65-68.
- L'HEUREUX, J. & G. PÉPIN, 1979. Fertilisation azotée dans une sapinière. Forêt Montmorency. Lac Bédard. Mémoire de fin d'études, Faculté de foresterie, Univ. Laval, Québec, 18 p.
- LINTEAU, A., 1959. Classification des stations forestières, de la section des conifères du nord-est, région forestière boréale du Québec. — Bull. Dir. Forêts, Min. Nord Can. Ressour. Nat., n° 118, 93 p.

- MITCHELL, K.J. & K.M. KELLOGG, 1972. Distribution of area increment over the bole of fertilized Douglas-fir. — *Can. J. For. Res.*, 2: 95-97.
- MÖLLER, G., 1974. Aspects pratiques et économiques de la fertilisation des forêts. — *Phosphore Agric.*, 62: 35-51.
- PEGG, R.E., 1966. Stem form of fertilized loblolly pine. — *J. For.*, 64: 19-20.
- RENNIE, P.J., 1972. Forest fertilization in Canada. — *Communic. VII Congress For. Mondial. Buenos Aires, oct. 1972*, 28 p.
- ROBERGE, M.R. & J.D. GAGNON, 1974. Étude d'un épandage aérien d'urée en forêt. — *Can. J. For. Res.*, 4: 482-490.
- ROBERGE, M.R., J.D. GAGNON & C.H. UNG, 1980. Essai d'un dosage d'azote dans trois sapinières de 60 ans au Québec: résultats de 10 ans. — *Can. J. For. Res.*, 10: 470-475.
- TIMMER, V.R., 1976. Five-year growth response of a white spruce and balsam fir fertilization field trial in Cape Breton. — *Inf. Rep. Marit. For. Res. Cent. Fredericton, New Brunswick, M-X-59*, 9 p.
- WEETMAN, G.F., H.H. KRAUSE & E. KOLLER, 1976. Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles — Résultats du premier mesurage quinquennal dans trente installations: fertilisés en 1969, remesurés en 1974. — *Rapp. Tech. For., Min. Env., Serv. Can. For.*, n° 16, 34 p.
- WEETMAN, G.F., H.H. KRAUSE & E. KOLLER, 1978. Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles — Résultats du remesurage quinquennal dans 23 installations fertilisées en 1971 et remesurées en 1975. — *Rapp. Tech. For., Min. Pêches Env., Serv. Can. For.*, n° 22, 28 p.
- WEETMAN, G.F., H.H. KRAUSE & E. KOLLER, 1979. Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles — Résultats du remesurage quinquennal dans 17 stations fertilisées en 1972 et remesurées en 1976. — *Rapp. Inf., Min. Env., Serv. Can. For., DPC-X-8*, 27 p.

ANALYSES ET COMMENTAIRES

POSITION TAXONOMIQUE DU DIPTÈRE

Aedes atropalpus (COQUILLET)

J.-P. BOURASSA

Groupe de recherche sur les insectes piqueurs,
Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières,
Trois-Rivières, Québec G9A 5H7

Résumé

Aedes atropalpus (Diptera: Culicidae) a toujours présenté un intérêt particulier pour les taxonomistes. Décrit au tout début du siècle, cet insecte a été intégré dans les genres *Culex* et *Aedes*, dans les sous-genres *Taeniorhynchus*, *Gualteria*, *Finlaya* et *Ochlerotatus*. D'origine asiatique, le groupe *atropalpus* s'est propagé en Amérique du Nord et en Amérique centrale; certains taxonomistes distinguent plusieurs sous-espèces résultant d'isollements biogéographiques, toutefois contestées par plusieurs auteurs. Un exposé des difficultés taxonomiques rencontrées et des éléments d'interprétation de la position taxonomique de l'espèce est présenté.

Abstract

Aedes atropalpus (Diptera: Culicidae) has always presented a particular interest for taxonomists. Described in early century, this mosquito was included within genera *Culex* and *Aedes*, in subgenera *Taeniorhynchus*, *Gualteria*, *Finlaya* and *Ochlerotatus*. Of asiatic origin, the *atropalpus* group colonized North and Central Americas. Today, some taxonomists identify many subspecies as a result of geographic isolation, but others contest this point of view. The difficulties and interpretation of taxonomic status of *Aedes atropalpus* group are presented.

Introduction

Aedes (*Ochlerotatus*) *atropalpus* (Coquillett) est un Diptère de la famille des Culicidae colonisant de façon fort spécifique des micromilieus formés par les creux de rocher libérés par les cours d'eau lors du retrait des crues printanières et d'une façon très occasionnelle, les dendrothelmes ou creux d'arbres. Même si l'aire de distribution de ce Diptère s'étend de l'Amérique centrale jusqu'au Nouveau-Québec, les milieux qu'il colonise restent semblables.

Cette espèce est décrite pour la première fois par Coquillett en 1902, sous le nom de *Culex atropalpus*. Les spécimens alors utilisés proviennent du Maryland, sur la côte est des États-Unis. Dyar (1902, 1903) et Dyar & Knab (1907) décrivent de façon détaillée la structure des œufs et complètent par une description des larves, notamment celles du

quatrième stade. L'espèce est alors transférée au genre *Aedes*.

Mentionnée en des régions très éloignées les unes des autres, l'espèce est considérée par certains auteurs comme un véritable complexe taxonomique englobant quelques espèces et sous-espèces.

C'est d'abord une rétrospective des tentatives de classification de l'espèce qui est présentée, puis certaines considérations découlant d'une étude sur les populations québécoises (Bourassa, 1980), en tentant de cerner le plus possible le statut évolutif actuel de l'espèce. Pour désigner les genres, les abréviations proposées par Reinert (1975) sont utilisées.

Histoire taxonomique de l'espèce

À la suite de la découverte d'*Ae. atropalpus* au début du siècle, deux nouvelles

mentions d'espèces sont signalées et vont être à l'origine d'une longue controverse: *Ae. epactius* trouvé à Cordoba au Mexique et signalé par Dyar & Knab (1908) et *Ae. perichares* provenant de Ciruelas au Costa Rica et mentionné par Dyar (1921a).

En 1918, Dyar rattache *Ae. atropalpus* au sous-genre *Taeniorhynchus* Lynch Arribalzaga. Dans sa liste des moustiques du Canada, Dyar (1921b) précise qu'aucun spécimen n'est signalé au pays, mais suppose quand même la présence de l'espèce dans la partie sud.

En 1932, Edwards mentionne l'espèce dans le sous-genre *Finlaya* Theobald. On accepte alors ce changement dans la classification: Matheson (1944), Darsie (1951) Knight & Marks (1952), Stone *et al.* (1959). Par ailleurs, Vargas (1950) et Vargas & Downs (1950) l'incluent dans le sous-genre *Gualteria*. Dans l'édition de 1977 de leur catalogue systématique des moustiques du monde, Knight & Stone, selon une proposition de Zavortink (1972), reconnaissent *Ae. atropalpus* comme appartenant au sous-genre *Ochlerotatus*. Enfin, Wood *et al.* (1979) ne se prononcent pas sur le sous-genre auquel appartient l'espèce; ils soulignent cependant la difficulté actuelle de proposer des critères appropriés à la reconnaissance de ce niveau taxonomique.

Les difficultés taxonomiques s'étendent aussi au niveau sous-spécifique. Déjà en 1928, Dyar distingue deux races pour l'espèce *Ae. atropalpus*: *Ae. atropalpus epactius* au Mexique et dans le sud des États-Unis et *Ae. atropalpus atropalpus* dans l'est de l'Amérique du Nord. Dans leur inventaire des Culicidés du Costa Rica, Kumm *et al.* (1940) délaissent le nom d'*Ae. atropalpus perichares* attribué à des spécimens récoltés dans ce pays d'Amérique centrale pour celui d'*Ae. a. atropalpus*.

Ce dernier nom est aussi utilisé par Aitken (1942) en remplacement de celui d'*Ae. a. epactius* d'origine mexicaine. Cette synonymie est reconnue par Matheson (1944).

Lane (1953) distingue deux espèces: *Ae. atropalpus* et *Ae. epactius*, cette dernière ayant comme synonyme *Ae. perichares*. Zavortink (1972) signale une récolte de spécimens d'*Ae. a. epactius* effectuée au Guatemala en 1955.

Tout en insistant sur la carence de connaissances concernant la biologie d'*Ae. atropalpus*, Shaw & Maisey (1961) recon-

naissent que l'espèce appartient probablement à un complexe taxonomique intéressant. Dans un travail précédent, Maisey (1959) ne fait que signaler l'imbroglie taxonomique dégagé des travaux de Dyar, Matheson et Lane.

O'Meara & Craig (1970) mentionnent la présence d'une nouvelle sous-espèce localisée dans le sud-ouest des États-Unis, plus particulièrement dans les régions désertiques de l'Utah et de l'Arizona: *Ae. atropalpus nielseni*. Pour ces auteurs, *Ae. atropalpus* englobe quatre sous-espèces, soit *Ae. a. perichares* en Amérique centrale, *Ae. a. epactius* au Mexique et dans le centre-sud des États-Unis, *Ae. a. nielseni* dans le sud-ouest des États-Unis et *Ae. a. atropalpus* dans l'est des États-Unis et du Canada.

Enfin, Darsie (1973) relatant les changements, révisions et synonymies taxonomiques survenus chez les Culicidés américains de 1955 à 1972, mentionne la synonymie suivante: *Ae. (Ochlerotatus) atropalpus nielseni* O'Meara et Craig = *Ae. (Ochlerotatus) epactius* Dyar et Knab.

Tentatives d'analyses

Depuis près de vingt ans, plusieurs études et analyses visant à préciser le statut taxonomique d'*Ae. atropalpus* ont été tentées. Ainsi, Ross (1964) essaie d'établir des liens phylogéniques entre les genres ou espèces de Culicidés présents en Amérique et situe le foyer originel de propagation de certains de ces taxons en Asie et en Europe. *Ae. atropalpus* serait issu du nord-est asiatique, mais il reste difficile d'en préciser la phylogénie; son apparition sur le continent américain remonterait cependant à une période fort éloignée, probablement à l'Éocène (50 millions d'années). L'auteur n'approfondit pas davantage son hypothèse pour cette espèce. Nous croyons cependant qu'au cours des grandes glaciations qu'a connues l'Amérique du Nord, l'espèce s'est vue confinée aux régions du sud des États-Unis et à l'Amérique centrale, ce qui permettrait de comprendre partiellement l'émergence de sous-espèces et même d'espèces nouvelles comme l'a notamment suggéré Zavortink (1972). Dans notre étude, nous avons occasionnellement trouvé *Ae. atropalpus* associé avec *Ae. triseriatus* (Say) dans des creux dendrothelmiques. Selon Ross (1964), cette dernière espèce aurait également une origine paléo-géographique asiatique et ses

tentatives pour coloniser des micromilieus sur le continent américain seraient semblables à celles déployées par *Ae. atropalpus*.

En 1965, Stone *et al.* proposent de réintégrer *Ae. atropalpus* au sous-genre *Finlaya*. Au Canada, ce sous-genre ne comprend d'ailleurs que quatre espèces: *Ae. atropalpus*, *Ae. hendersoni* Cockerell, *Ae. triseriatus* et *Ae. varipalpus* (Coquillett).

Steward (1968) recherche les affinités taxonomiques entre quarante-deux espèces de Culicidés du Canada en utilisant des caractéristiques biométriques structurales de larves et d'imagos dans une analyse programmée sur ordinateur. Par des comparaisons de différents paramètres, il apparaît que les espèces *Ae. triseriatus* et *Ae. varipalpus* se séparent d'*Ae. atropalpus*; cependant, comme le signale l'auteur, cette différence demeure très faible et ces trois espèces semblent rapprochées phylogéniquement.

Dans sa révision taxonomique du genre *Aedes* des Amériques, Zavortink (1972) reconnaît, dans une section nommée *atropalpus*, le groupe *atropalpus* avec ses deux espèces à distribution néarctique, *Ae. atropalpus* et *Ae. epactius*, et le groupe *fluviatilis*, monotypique, localisé dans la partie méridionale du Nouveau Monde. À l'exception des îles des Antilles, le groupe *atropalpus* est représenté du Canada jusqu'à Panama; même si le groupe *fluviatilis* est typiquement sud-américain, il est rejoint par le groupe *atropalpus* dans un chevauchement de répartition en Amérique centrale. L'auteur, tout en insistant sur la nécessité d'une révision du sous-genre *Ochlerotatus*, mentionne que ce sont des caractéristiques des stades immatures et une colonisation de micromilieus particuliers qui l'incitent à inclure *Ae. atropalpus* dans ce sous-genre. L'auteur justifie le rattachement d'*Ae. atropalpus* et d'*Ae. epactius* au sous-genre *Ochlerotatus*, au sein duquel ils constituent un groupe en soi: *atropalpus*. Récemment, Carpenter (1974) a admis ce regroupement. Aussi, l'expansion territoriale du groupe *atropalpus* vers le Canada devient significative, si on se réfère aux grandes glaciations qui ont marqué le continent, particulièrement dans le nord-est où l'expansion d'*Ae. atropalpus* atteint sa limite septentrionale.

Brust (1974) se référant au degré d'affinité génétique constate une incompatibilité significative entre les souches d'*Ae. atropalpus* et d'*Ae. epactius*. De plus, la description par la

microscopie électronique à balayage des œufs de plusieurs souches d'*Ae. atropalpus* l'amène à reconnaître, comme Zavortink deux espèces: *Ae. atropalpus* et *Ae. epactius*. *Ae. perichares*, *Ae. nielseni* et *Ae. epactius* proviendraient d'un même pool génique mais différent de celui d'*Ae. atropalpus*. Cette dernière espèce serait dans ce contexte plus primitive que *Ae. epactius* qui en dériverait; des caractéristiques d'ordre structural la relieraient au groupe néotropical *fluviatilis*.

Récemment, Lunt (1977) s'inspirant d'analyses à l'électrophorèse de protéines de larves des quatre sous-espèces déjà reconnues par O'Meara & Craig (1970), distingue trois sous-espèces: *Ae. a. atropalpus*, *Ae. a. nielseni*, *Ae. a. perichares*. Il retrouve alors une affinité biochimique étroite entre *Ae. a. atropalpus* et *Ae. a. epactius*. Cette affinité s'affaiblit entre *Ae. a. nielseni* et *Ae. a. perichares* ainsi qu'entre ces dernières sous-espèces et *Ae. a. atropalpus* et *Ae. a. epactius*. Bien que ces deux dernières soient apparentées, elles se différencient des deux autres, également très affines entre elles. Une telle étude met particulièrement en évidence les difficultés que rencontrent les taxonomistes à préciser le statut d'*Ae. atropalpus*. De plus, l'auteur souligne la complexité taxonomique toujours existante chez l'espèce et invite tant à une prudence d'interprétation qu'à des tentatives d'apporter des hypothèses voulant expliquer la colonisation des Amériques par le groupe *atropalpus*. C'est probablement dans la nature du biotope colonisé ainsi que dans les régimes microclimatiques de ces milieux qu'on peut déceler les causes de l'expansion du groupe sur un territoire aussi vaste que l'Amérique.

Éléments d'interprétation

Il est évident devant l'imbroglie toujours existant dans la recherche du statut taxonomique du groupe *atropalpus*, qu'il faille augmenter, diversifier et raffiner les types d'analyses. En particulier, il est nécessaire d'apporter des considérations sur l'écologie même des sous-espèces revendiquées par les auteurs et ce, dans une analyse précise des degrés d'isolement géographique et reproductif des populations du groupe à travers l'Amérique du Nord.

Il faut faire appel à un certain nombre de considérations liées à la biologie et l'écologie de ce groupe: 1) Le groupe *atropalpus*

possède une distribution continentale, mais les milieux rocheux qu'il affectionne sont le plus souvent isolés les uns des autres. Ne retrouvant pas de représentants immatures ou adultes de ce groupe en forêt ou en terrain herbacé ouvert, ces derniers milieux pourraient constituer des barrières géographiques qui provoquent l'isolement des populations particulièrement sur un territoire aussi vaste que celui de l'Amérique du Nord. 2) Le groupe *atropalpus* renferme des individus sténogames se limitant à un type de micromilieu constitué par des complexes rocheux renfermant de petites mares et marginalement par des dendrothelmes à proximité de ces complexes rocheux. 3) Les micromilieus fort spécifiques sont exposés à des conditions climatiques variées et parfois extrêmes sur l'ensemble du continent nord-américain : régions désertiques (Romney, 1971), régions sub-tropicales (O'Meara & Craig, 1970), régions tempérées (Bourassa, 1980) et même subarctiques (Maire & Aubin, 1976). 4) Le groupe *atropalpus* renferme des populations qui peuvent être exclusivement autogènes, d'autres autogènes avec une anautogénie partielle et complémentaire. 5) La morphologie des différentes entités taxonomiques du groupe telle qu'évoquée par des auteurs, marquée par des caractéristiques évidentes, pourrait permettre d'entrevoir plusieurs entités évolutives distinctes.

Conclusion

Il est difficile de cerner exactement le statut taxonomique des différents ensembles de populations de ce groupe sur le continent américain. Cependant, à la lumière de bon nombre de considérations écologiques, on doit admettre que l'isolement géographique imprime aux ensembles de populations de ce groupe, des caractères écologiques particuliers, même si le genre *Aedes* est bien marqué par une versatilité polymorphique (Hartberg & McClelland, 1973; Hartberg, 1975); s'agirait-il seulement d'une plasticité très poussée liée à l'espèce? Je ne le crois pas. Il s'agirait probablement d'entités dont la spéciation reste récente ou peut-être encore incomplète. Les travaux de Brust (1974) ont démontré une haute affinité génétique entre certaines souches (*Ae. nielseni*, *Ae. perichares*, *Ae. epactius*), mais confèrent à *Ae. atropalpus* un isolement reproductif établi ou possiblement en voie de s'implanter par rapport aux autres souches. Il rejoint

ainsi des résultats obtenus par Gwadz (1970).

Schilder (1962) regroupe sous la dénomination de quasi-espèces, des entités taxonomiques composées d'individus qui, sur le territoire de distribution d'une espèce, ont acquis une interstérilité partielle par rapport à d'autres individus de la même espèce. Ainsi, sur l'ensemble du territoire colonisé par une espèce, le flux génique global des populations concernées se trouve perturbé. Mayr (1974) et Générmont (1979) reconnaissent des espèces naissantes dans les quasi-espèces de Schilder. Il serait possible de déceler dans le groupe *atropalpus*, des entités taxonomiques de niveau intermédiaire entre l'espèce *Ae. atropalpus* et les sous-espèces déjà reconnues par des auteurs déjà signalés ou peut-être des espèces naissantes.

En évoquant cette distribution erratique des populations du groupe *atropalpus*, on est amené à considérer les travaux de Grjebine *et al.* (1976) sur *Ae. (Stegomyia) scutellaris* (Walker) de certaines îles du Pacifique sud. Ces auteurs perçoivent ainsi les spéciations récentes ou peut-être incomplètes à partir du groupe *scutellaris* qui par ses populations disséminées sur un grand territoire ont acquis un isolement géographique important. Chez ce groupe, les barrières géographiques sont formées par l'eau, alors que pour le groupe *atropalpus*, elles le seraient par des étendues forestières et herbacées.

D'ailleurs, Mayr (1974) souligne l'efficacité marquée de ceintures forestières ou herbacées comme barrières géographiques et écologiques pour bon nombre d'espèces animales.

L'étude du groupe *atropalpus* au Québec revêt une importance capitale étant donné qu'elle concerne des populations situées sur la limite nord de son territoire. Ces populations peuvent posséder des caractéristiques de spéciation en des milieux bien marqués par des conditions climatiques saisonnières sévères. D'ailleurs, les relevés quantitatifs des populations d'*Ae. atropalpus* révèlent des effectifs généralement faibles des formes immatures et de plus, ces dernières exposées à la lumière directe, vivent dans des mares de rocher dont l'eau accuse des fluctuations thermiques nyctémérales pouvant atteindre 15°C.

Dans l'étude de la position taxonomique d'un certain nombre de Culicidés apparen-

tés, on doit maintenant déborder la description d'espèces à partir de spécimens types et orienter les recherches vers une concertation des résultats d'analyses écologiques, morphologiques et génétiques des populations.

L'étude du groupe *atropalpus* suggère des hypothèses intéressantes évoquant le processus continu de la spéciation. Il est prévisible qu'on puisse être en présence de discontinuités dans certains ensembles de populations du groupe; une rupture des échanges génétiques entre ceux-ci est facile sur un grand territoire et constitue la base de la spéciation (Bocquet, 1953).

À l'instar de Grjebine *et al.* (1976) qui soulignent l'importance de l'isolement comme facteur de spéciation allopatrique chez les Culicidés, il nous paraît opportun d'évoquer pour des ensembles de populations du groupe *atropalpus*, un isolement territorial induit à la fois par la spécificité des sites de pontes que sont les mares de rochers et les dendrothelmes et par la présence erratique des complexes rocheux, le plus souvent très éloignés les uns des autres sur le continent. Ainsi, les recherches actuelles sur la position taxonomique d'*Ae. atropalpus* devraient reconnaître au moins deux espèces distinctes, *Ae. epactius* dans les régions du centre-ouest des États-Unis et *Ae. atropalpus* dans l'est des États-Unis, le sud de l'Ontario et dans la partie méridionale du Québec.

Références

- AITKEN, T.H.G., 1942. Contribution toward a knowledge of the insect fauna of Lower California. Diptera: Culicidae. — Proc. Calif. Acad. Sci., 24: 161-170.
- BOCQUET, C., 1953. Recherches sur le polymorphisme naturel de *Jaera marina* (Fabr.) (Isopodes Asellotes). Essai de systématique évolutive. — Archs Zool. exp. gén., 90: 187-450.
- BOURASSA, J.P., 1980. Contribution à la morphologie et à l'écologie des formes immatures d'*Aedes (Ochlerotatus) atropalpus* (Coquillett) de la région de la Mauricie, Québec. — Thèse D. Sc., Univ. Paris VI, 419 p.
- BRUST, R.A., 1974. Reproductive isolation within the *Aedes atropalpus* group, and description of eggs. — J. Med. Ent., 11: 459-466.
- CARPENTER, S.J., 1974. Review of recent literature on mosquitoes of North America. — Calif. Vector Views, 15: 71-98.
- CARPENTER, J.J. & W.J. LACASSE, 1974. Mosquitoes of North America (North of Mexico). — Univ. Calif. Press (sec. ed.), Los Angeles, 360 p.
- COQUILLET, D. W., 1902. Three new species of *Culex*. — Can. Ent., 34: 292-293.
- DARSIE, R.F., 1951. Pupae of the culicine mosquitoes of the Northeastern United States (Diptera, Culicidae, Culicini). — Mem. Agric. exp. Stn Cornell Univ., no. 304, 67 p.
- DARSIE, R.F., 1973. A record of changes in mosquito taxonomy in the United States of America, 1955-1972. — Mosq. Syst., 5: 187-193.
- DYAR, H.G., 1902. Notes on mosquitoes in New Hampshire. — Proc. ent. Soc. Wash., 5: 140-148.
- DYAR, H.G. 1903. *Culex atropalpus* Coquillett. — Ent. News, 14: 180-182.
- DYAR, H.G., 1918. The male genitalia of *Aedes* as indicative of natural affinities (Diptera, Culicidae). — Ins. Ins. Mens., 9: 71-86.
- DYAR, H. G. 1921a. Three new mosquitoes from Costa Rica (Diptera: Culicidae). — Ins. Ins. Mens., 9: 34-36.
- DYAR, H.G. 1921 b. The mosquitoes of Canada. — Trans. R. Can. Inst., 13: 71-120.
- DYAR, H.G., 1928. The mosquitoes of the Americas. — Publ. Carnegie Inst. Wash., no. 387, 616 p.
- DYAR, H.G. & F. KNAB, 1907. Descriptions of new mosquitoes from the Panama Canal Zone. — J. N.Y. ent. Soc., 15: 197-212.
- DYAR, H.G. & F. KNAB, 1908. Description of some new mosquitoes from Tropical America. — Proc. U.S. natn. Mus., 35: 53.
- EDWARDS, F.W., 1932. Diptera, Family Culicidae. — Genera Insect., Fasc. no. 194. P. Wytzman, Brussels, 258 p.
- GÉNERMONT, J., 1979. Les mécanismes de l'évolution. — Dunod Université, Paris, 232 p.
- GRJEBINE, A., J. COZ, J.M. ELOUARD, J. MOUCHET & J. RAGEAU, 1976. La notion d'espèce chez les moustiques: étude de quatre complexes, *in* Les problèmes de l'espèce dans le règne animal. — Mém. Soc. zool. Fr., n° 38, 407 p.
- GWADZ, R.W., 1970. Monofactorial inheritance of early sexual receptivity in the mosquito, *Aedes atropalpus*. — Anim. Behav., 18: 358-361.
- HARTBERG, W.K., 1975. Comments on reproductive isolation and phylogeny of mosquitoes of the genus *Aedes*. — Mosq. Syst., 7: 193-206.
- HARTBERG, W.K. & G.A.H. MCCLELLAND, 1973. *Aedes mascarensis* MacGregor on Mauritius. II. Genetic variability of field populations (Diptera: Culicidae). — J. Med. Entomol., 10: 577-582.
- KNIGHT, J.L. & E.N. MARKS, 1952. An annotated checklist of the mosquitoes of the subgenus *Finlaya*, genus *Aedes*. — Proc. U.S. natn. Mus., 101: 513-574.

- KNIGHT, K.L. & A. STONE, 1977. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). — Ent. Soc. Am. (Thomas Say Found.) Wash., no. 6 (sec. ed.) 611 p.
- KUMM, H.K., W.H. KOMP. & H. RUIZ, 1940. The mosquitoes of Costa Rica. — Am. J. trop. Med., 20 : 385-422.
- LANE, J., 1953. Neotropical Culicidae. — Univ. Sao Paulo, Brazil, Vol. 1-2, 1098 p.
- LUNT, S.R., 1977. Protein band studies of the subspecies in the *Aedes atropalpus* group. — Mosq. News, 37 : 470-473.
- MAIRE, A. & A. AUBIN, 1976. Inventaire et classification écologiques des biotopes à larves de moustiques (Culicidae) de la région de Radisson (territoire de la Baie de James, Québec). — J. can. Zool., 54 : 1979-1991.
- MAISEY, S.A., 1959. Studies on the biology and distribution of the rock pool mosquito, *Aedes atropalpus* (Coquillett). — M. Sc. thesis, Univ. Mass., 76 p.
- MATHESON, R., 1944. A handbook of the mosquitoes of North America. — Comstock Pub. Assoc., Ithaca, N.Y., 314 p.
- MAYR, E., 1974. Populations, espèces et évolution. — Hermann, Paris, 496 p.
- O'MEARA, G.F. & G.B. CRAIG, 1970. A new species of *Aedes atropalpus* (Coquillett) from Southwestern United States (Diptera: Culicidae). — Proc. ent. Soc. Wash., 72 : 475-479.
- REINERT, J.F., 1975. Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera: Culicidae). — Mosq. Syst., 7 : 105-110.
- ROMNEY, S., 1971. The bionomics of the rockpool mosquito *Aedes atropalpus*. — Ph. D. thesis, Univ. Michigan, Ann. Arbor, 168 p.
- ROSS, H.H., 1964. The colonization of temperate North America by mosquitoes and man. — Mosq. News, 24 : 103-118.
- SCHILDER, F.A., 1962. Das geographische Prinzip in der Taxonomie. — XI Intern. Kongress für Entomologie, 3 : 329-333.
- SHAW, F.R. & S.A. MAISEY, 1961. The biology and distribution of the rockpool mosquito, *Aedes atropalpus* (Coq.). — Mosq. News, 21 : 12-16.
- STEWART, C.C., 1968. Numerical classification of the canadian species of the genus *Aedes* (Diptera: Culicidae). — Syst. Zool., 17 : 426-437.
- STONE, A., K.L. KNIGHT & H. STARCKE, 1959. A Synoptic catalogue of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). — Ent. Soc. Am. (Thomas Say Found.), 6 : 1-358.
- STONE, A., C.W. SABROSKY, W.W. WIRTH, R.H. FOOTE, & J.R. COULSON, 1965. A catalog of Diptera of North America. — U.S. Dep. Agric., Agric. Handbk, no. 276.
- VARGAS, L., 1950. Los subgeneros de *Aedes*. *Downsiomyia* n. subgen. (Diptera: Culicidae). — Inst. Enferm. Trop., Rev., 11 : 61-69.
- VARGAS, L. & W.G. DOWNS, 1950. Tres especies nuevas de *Aedes* (Diptera: Culicidae). — Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 11 : 161-172.
- WOOD, D.M., P.T. DANG, & R.A. ELLIS, 1979. The mosquitoes of Canada (Diptera: Culicidae). Serie: The Insects and Arachnids of Canada. — Agric. Canada, Ottawa, 390 p.
- ZAVORTINK, T.J., 1972. Mosquito studies (Diptera: Culicidae). XXVIII. The new world species formerly placed in *Aedes* (*Finlaya*). — Contr. Am. Ent. Inst., 8 : 1-206.

COMMUNICATIONS BRÈVES

EXISTE-T-IL DES NIDS DE DÉBARRAS CHEZ LES GOÉLANDS ?

J.-L. DESGRANGES

Service canadien de la faune, 2700 boulevard Laurier,
C.P. 10100, Sainte-Foy, Québec G1V 4H5

Résumé

Un nid de Goéland à bec cerclé, *Larus delawarensis*, comprenant 23 œufs a été découvert à l'île à Durand, au Québec. Il s'agit possiblement d'un nid de débarras où plusieurs femelles ont pondu leurs œufs pour ensuite les abandonner. Ce comportement anormal résulte probablement d'une situation irrégulière qui entrave le déroulement normal de la nidification à l'intérieur de la colonie. Deux situations exceptionnelles impliquant une surpopulation et/ou un déséquilibre de la distribution des sexes sont invoquées comme causes possibles de ce comportement aberrant.

Abstract

A nest of ring-billed gull, *Larus delawarensis*, comprising 23 eggs was found at île à Durand, Québec. It was believed to be a dump nest where several females had laid their eggs and then abandoned them. This behaviour is probably the result of an abnormal situation which hampers normal nesting inside the colony. Two exceptional conditions implying overpopulation and/or an unbalanced sex ratio are proposed as possible causes for this aberrant behaviour.

Le 17 mai 1979, au cours d'une visite que j'effectuais avec mon équipe pour dénombrer les couvées de goélands sur l'île à Durand, comté de Montmagny, Québec (47°05'N.; 70°36'O.), mon attention a été attirée par une aggrégation de 23 œufs de Goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*). Ces œufs étaient groupés autour d'un nid construit par cette espèce et tous se trouvaient à moins de 25 cm de la bordure du nid (fig. 1). Nous ne savons pas si ce nid était défendu par un couple et ce qui est advenu des œufs par la suite.

L'éparpillement des œufs tout autour du nid sans qu'un seul ne se trouve à l'intérieur de ce dernier rend peu probable une intervention humaine. Un enfant ou un cueilleur d'œufs auraient certainement mieux groupé les œufs et ils auraient probablement fait plus d'un tas d'œufs dans l'île. Cet amas n'a pas pu non plus se former lors de hautes marées accompagnées de vent puisque ce type de « nid » n'a été observé nulle part ail-

leurs dans l'île et que de toute façon le nid était situé à l'intérieur de l'île, loin de la ligne de débris marins qui marque la zone de pénétration maximale de la marée. Il ne s'agit probablement pas non plus d'une provision de nourriture amassée là par un prédateur puisque le groupe d'œufs se trouvait à l'intérieur d'une sous-colonie de goélands, à un endroit où un prédateur n'aurait pu les consommer en toute tranquillité et que de toute façon aucune coquille vide n'a été trouvée sur les lieux pour témoigner de la présence d'un prédateur. S'agirait-il alors d'un nid de débarras où plusieurs femelles auraient pondu leurs œufs pour ensuite les abandonner (Chamberlain, 1977)? J'ai choisi d'introduire ce nouveau terme car il est douteux que les œufs d'un tel nid puissent être couvés, ce qui est généralement le cas dans les nids de dépôt (« dump nest »). Une femelle de Goéland à bec cerclé pond habituellement trois œufs; ce nid de débarras pourrait donc être le résultat de la ponte



Figure 1. Nid de débarras de Goéland à bec cerclé contenant 23 œufs.

d'au moins sept ou huit femelles. Le fait que tous les œufs se trouvent à l'extérieur de la coupe du nid est pour le moins intrigant.

Le recours facultatif à des nids de dépôt est un phénomène courant chez les canards. Plusieurs femelles de la même espèce pondent leurs œufs dans le même nid et une seule d'entre elles se charge de les incuber. Ces nids connaissent généralement moins de succès que les nids unifamiliaux. Lorsque des œufs éclosent, les jeunes doivent trouver leur nourriture eux-mêmes, ce qui de toute façon est la règle générale chez les canards (Payne, 1977).

Par ailleurs chez les goélands, les parents doivent nourrir leurs jeunes, ce qui rend peu avantageux le parasitisme des couvées. Toutefois, certains comportements apparentés ont déjà été observés. Parfois deux femelles qui ont perdu leur conjoint au tout début de la saison de reproduction vont s'associer pour le reste de la période de nidification. Elles pondent dans le même nid et prennent part toutes les deux à l'incubation et à l'élevage des jeunes. Le nid communautaire peut contenir jusqu'à huit œufs, mais rarement plus de deux œufs éclosent (Hunt &

Hunt, 1977; Ryder, 1978; Ryder & Somppi, 1979). À l'île à Durand, en 1979, sur les 686 nids actifs de Goéland à bec cerclé, seulement 16 (2,3%) contenaient des pontes supra-normales (5-6 œufs). L'unique nid de débarras de l'île correspond sûrement à autre chose puisque l'incubation des œufs y est physiquement impossible et que les embryons qu'ils contiennent (si seulement ils sont fertiles) sont condamnés à mourir rapidement, les œufs étant exposés à des conditions extrêmes de température. À l'instar de Chamberlain (1977) qui a découvert deux nids de ce type dans une colonie de Goélands argentés (*Larus argentatus*) au Michigan, je crois qu'il s'agit certainement d'un comportement anormal puisqu'il n'implique aucune valeur sélective, aucun jeune n'étant élevé dans ces nids. Il résulte probablement d'une situation irrégulière qui entrave le déroulement normal de la nidification à l'intérieur d'une colonie.

Je verrais deux situations exceptionnelles comme causes probables de ce comportement aberrant. Il se pourrait que les deux conditions se retrouvent en même temps, ce qui rendrait encore plus vraisemblable le

recours à des nids de débarras. La première explication invoque la grande attirance manifestée par les goélands envers la colonie où ils sont nés et surtout envers celle où ils ont déjà niché (Tinbergen, 1960; Southern, 1977). Lorsque la population croît (le nombre de nids a presque triplé à cet endroit depuis 1971 (Reed, 1975), il arrive un temps où le nombre de sites de nidification à l'intérieur de la colonie ne suffit plus à la demande. Les femelles qui sont alors physiologiquement prêtes à pondre, mais qui n'ont pu construire leur nid dans la colonie surpeuplée, pondraient possiblement leurs œufs dans un nid où elles peuvent se débarrasser de leurs œufs sans craindre de se faire harceler par les goélands territoriaux. Une autre situation pourrait aussi susciter ce type de comportement. Lorsque la distribution des sexes est débalancée en faveur des femelles, il est possible que certaines femelles ne se trouvent pas de partenaire mâle pour les féconder et qu'elles choisissent de se débarrasser de leurs œufs infertiles en les pondant dans un nid de débarras plutôt qu'en les déposant dans un nid qu'elles auraient à construire inutilement.

Malheureusement, les explications fournies dans cet article sont purement spéculatives. Le phénomène existe et mérite qu'on s'y intéresse. Pour l'expliquer, il faudrait connaître l'état physiologique des femelles qui recourent aux nids de débarras, la viabilité des œufs qu'elles pondent, la distribution des sexes à l'intérieur des colonies af-

fectées et le degré de surpopulation de ces dernières.

Remerciements

Je remercie Austin Reed du Service canadien de la faune, Jacques Prescott du Jardin zoologique de Québec et deux arbitres anonymes pour leur critique des idées énoncées dans cet article.

Références

- CHAMBERLAIN, M.L., 1977. Herring gull dump nests? — *The Jack-Pine Warbler*, 55: 97-99.
- HUNT, G.L. & M.W. HUNT, 1977. Female-female pairing in *Western gulls (Larus occidentalis)* in southern California. — *Science*, 196: 1466-1467.
- PAYNE, R.B., 1977. The ecology of brood parasitism in birds. — *Ann., Rev. Ecol. Syst.*, 8: 1-28.
- REED, A., 1975. Les colonies d'oiseaux aquatiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. — *Bull. Serv. Faune Québec*, n° 19, 76 p.
- RYDER, J.P., 1978. Possible origins and adaptive value of female-female pairing in gulls. — *Proc. Colonial Waterbird Group* 1978, p. 138-145.
- RYDER, J.P. & P. L. SOMPPI, 1979. Female-female pairing in ring-billed gulls. — *Auk*, 96: 1-5.
- SOUTHERN, W.E., 1977. Colony selection and colony site tenacity in ring-billed gulls at a stable colony. — *Auk*, 94: 469-478.
- TINGERGEN, N., 1960. *The herring gull's world*. — Basic Books, England, 255 p.

SNOWY OWL PREY ON PRINCE OF WALES ISLAND, NORTHWEST TERRITORIES

A. J. KENNEDY

Canadian Wildlife Service, #1000, 9942 — 108 Street,
Edmonton, Alberta T5K 2J5

Résumé

L'analyse de boulettes de régurgitation du Harfang des neiges (*Nyctea scandiaca*) révèle que le Lemming variable (*Dicrostonyx torquatus*) est la proie principale consommée par cet oiseau en été sur l'île Prince of Wales. L'Ermine (*Mustela erminea*) ainsi que certains oiseaux sont des proies beaucoup moins importantes. Il semble que les Harfang préfère le Lemming variable à cause de sa grande disponibilité. Quelques données sur les dimensions et la composition des boulettes sont également présentées.

Abstract

Analysis of snowy owl (*Nyctea scandiaca*) pellets from Prince of Wales Island, indicate that collared lemmings (*Dicrostonyx torquatus*) are the most important summer food item. Ermine (*Mustela erminea*) and birds are less important. Snowy owls may select collared lemmings as prey due to the availability of this species. Data on dimensions and percent composition of pellets are also presented.

Introduction

Previous snowy owl food habit studies have been done in the Canadian Arctic on Baffin Island (Watson, 1957), Southampton Island (Parker, 1974), and Bathurst Island (Taylor, 1974). No previous study has been carried out for Prince of Wales Island. This study was designed to determine the diet of snowy owls from Price of Wales and compare these food habits to other Islands in the Canadian Arctic.

Study area and methods

The prey of snowy owls (*Nyctea scandiaca*) was studied from 109 pellets collected between 7 June and 23 August 1977, on northwestern Prince of Wales Island, Northwest Territories (sites situated at 73°30'N, 98°40'W). Fifty-nine pellets were collected from 16 sites on productive, poorly drained, sedge-moss lowland meadows, and 50 from 12 sites on moderate to well drained mosslichen flatlands. The meadow habitat covered an area of 160.6 km² and the flatlands an area of 93.3 km². The sites were raised hummocks used by snowy owls for hunting

and feeding perches. Woo and Zoltai (1977) described the terrain and vegetation of the collection areas. Pellets were judged to be recent (i.e. from the summer of 1977) by their gray appearance, with only slight decomposition of hair and bone surface remains (Taylor, 1974).

Each pellet was weighed on an electronic balance, and its maximum diameter and maximum length were measured with calipers. The pellets were next washed individually in two sieves (mesh size 75 and 200 μ m), and the remaining hair, bone and debris were placed in separate heat-resistant plastic containers and oven-dried. Each dried sample was then separated into prey components and the weight of each recorded.

Mammalian prey species were identifiable by their dental pattern (Banfield, 1974), and feather remains were separated to taxonomic order by examination of the downy feather barbules (Day, 1966). Number of mammalian prey were estimated from jaws recovered in pellets (Pitelka *et al.*, 1955).

¹ Present address: Esso Minerals Canada, Environmental Studies Group, 237 Fourth Avenue, S.W., Calgary, Alberta T2P 0H6.

Results and discussion

The means \pm SE (ranges) for diameters and lengths of 108 pellets were 26.2 ± 4.0 mm, (18.0-35.0 mm); and 66.0 ± 6.2 mm (49.2-84.0 mm); respectively. The mean \pm SE (range) for the dry weights of 108 pellets were 17.8 ± 5.0 g (10.6-34.7 g). These pellet dimensions and weights are very similar to those reported by Watson (1957) for captive snowy owls. Hair (45.6%) and bone (30.4%) composed the majority of each pellet by weight, and insoluble materials (17.5%), feathers (4.3%), and vegetation (2.2%) were minor components.

The frequencies of food items are recorded in Table I. Mammals occurred most frequently in both habitats, and collared lemming (*Dicrostonyx torquatus*) remains were found in all pellets examined. The mean number of individual collared lemmings per pellet was 2.3 which is similar to the estimate made by Taylor (1974). Ermine (*Mustela erminea*) bones were recovered at very low frequencies and represented only seven individuals (minimum) for the entire pellet sample. Avian prey was a minor component of pellets from both habitats. Owl feathers were the most common type found and, because other owl species were never observed on the study area, these were most likely ingested accidentally by preening snowy owls. The number of individual birds represented by the feather remains in pellets could not be determined. The number of

pellets in which a representative order was found gave a minimum number, which was used in frequency and biomass calculations.

Previous studies on snowy owl diets from coastal and island locations where small mammals are less accessible or lacking (Campbell & Maccoll, 1978; Williams & Frank, 1979) showed that waterfowl may serve as alternate prey for snowy owls. As shown in this study, however, waterfowl, which make up a larger fraction of the biomass relative to their numbers, presumably cannot be secured regularly enough to sustain a breeding effort on Prince of Wales Island.

The distribution of lemming species on Prince of Wales Island is related to habitat type. Brown lemmings (*Lemmus sibiricus*) are found most often in meadow habitats and collared lemmings are associated with flatland areas (Manning & Macpherson, 1961). These differences were not reflected in the snowy owl pellets recovered in these habitats. Collared lemmings were obvious and abundant on both habitats within the study area during 1977. No sightings of brown lemmings were made during the summer of 1977 in either of the habitat sites. Snowy owls were therefore probably preying heavily on this species because of its high numbers.

The high proportion of lemmings in the diet of snowy owls is in agreement with other studies in the Canadian Arctic (Watson, 1957; Parker, 1974; Taylor, 1974). However,

TABLE I

Frequency and biomass of prey identified in snowy owl pellets from Prince of Wales Island, Northwest Territories

Prey taxon	% frequency of pellets containing taxon (n = 109)	% frequency of individuals consumed ¹	% biomass of individuals consumed ²
<i>Mammals</i>			
Collared lemming	100.0	94.8 (251)	78.3
Ermine	6.4	2.6 (7)	3.3
<i>Birds</i>			
Anseriformes	3.7	1.5 (4)	17.8
Charadriiformes ³	0.9	0.3 (1)	0.6
Strigiformes ⁴	8.3	—	—
Passeriformes	1.8	0.7 (2)	0.3

¹ Based on minimum numbers in parentheses.

² Mean weights for biomass calculations were: collared lemming, 70 g; ermine, 106 g; waterfowl, 1000 g; shorebirds, 125 g; passerines, 30 g. Values for bird groups are maximums determined from composite analysis of several species present in the area.

³ Includes only shorebirds.

⁴ Excluded as a non-prey item (see text).

the preponderance of collared lemmings over brown lemmings in the diet of snowy owls has not been previously reported. This observation indicates that snowy owls may select prey on breeding sites according to the abundance of the individual prey species.

Acknowledgments

I am grateful to S. Hall and B. Herbert for their help in collecting pellets. F. L. Miller, H. P. Samoil, and B. Turner provided comments that improved the manuscript.

References

- BANFIELD, A. W. F., 1974. The mammals of Canada. — Univ. Toronto Press, Toronto, 438 p.
- CAMPBELL, R. W. & M. D. MACCOLL, 1978. Winter foods of snowy owls in southwestern British Columbia. — *J. Wildl. Mgmt.*, 42: 190-191.
- DAY, M. G., 1966. Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. — *J. Zool. (London)*, 148: 201-217.
- MANNING, T. H. & A. H. MACPHERSON, 1961. A biological investigation of Prince of Wales Island, N.W.T. — *Trans. R. Can. Inst.*, 33: 116-239.
- PARKER, G. R., 1974. A population peak and crash of lemmings and snowy owls on Southampton Island, Northwest Territories. — *Can. Fid Nat.*, 88: 151-156.
- PITELKA, F. A., P. QUENTIN, L. TOMAC, & G. TREICHEL, 1955. Ecological relations of jaegers and owls as lemming predators near Barrow, Alaska. — *Ecol. Monogr.*, 25: 85-117.
- TAYLOR, P. S., 1974. Summer population and food ecology of jaegers and snowy owls on Bathurst Island, N.W.T. emphasizing the long-tailed jaeger. — M.Sc. Thesis, Univ. Alberta, Edmonton, Alberta, 168 p.
- WATSON, A. 1957. The behaviour, breeding and food ecology of the snowy owl (*Nyctea scandiaca*). — *Ibis*, 99: 419-462.
- WILLIAM, P. L. & L. G. FRANK, 1979. Diet of the snowy owl in absence of small mammals. — *Condor*, 81: 213-214.
- WOO, V. & S. C. ZOLTAI, 1977. Reconnaissance of the soils and vegetation of Somerset and Prince of Wales Islands, N.W.T. — *Envir. Canada Forest Serv., Northern Forest Res. Centre, Inf. Rep. Nor-x-186*, 127 p.

NOUVELLES ESPÈCES DE LACHNOCLADIACEAE DU CANADA (BASIDIOMYCÈTES)

J. BOIDIN

Laboratoire associé au C.N.R.S., 43 boulevard du 11 novembre 1918,
69622 Villeurbanne-Cedex, France

Résumé

L'auteur décrit deux espèces nouvelles de la flore mycologique canadienne : *Vararia thujae* et *Scytinostroma jacksonii*.

Abstract

Two Canadian species, *Vararia thujae* and *Scytinostroma jacksonii*, are described as new.

Bien que très reconnaissables à leurs dichophyses dextrinoïdes et cyanophiles, les genres *Vararia* Karst. et *Dichostereum* Pilat sont encore imparfaitement connus même en zone holarctique.

Si l'on s'en rapporte à la thèse inédite de Menzies (1952), sont représentées dans les herbiers de Toronto et d'Ottawa les espèces suivantes : genre *Dichostereum* : *D. effusatum* (Cooke & Ellis), *D. pallescens* (Schw.), et *D. granulatum* (Pers. ex Fr.); notre conception de *D. pallescens* est plus étroite que celle de Menzies qui, à la suite de Rogers & Jackson (1943), inclut comme synonymes *Corticium sordulentum* Cooke & Masee et *Asterostromella dura* Bourd. & Galz. que nous reconnaissons, à la suite de tests d'intercompatibilité, comme deux espèces distinctes (Lanquetin, 1973; Boidin & Lanquetin, 1981); genre *Vararia* Karst. *sensu stricto* : *V. investiens* (Schw.), *V. racemosa* (Burt), et *V. gallica* (Bourd. & Galz.). Menzies reconnaissait en outre, dans les récoltes canadiennes deux autres *Vararia* qu'elle nommait *V. jacksonii* et *V. isabellina*, mais restés à ce jour non publiés.

Notre étude confirme le bien-fondé de cette proposition; toutefois nous pensons préférable de ranger le *V. jacksonii* dans le genre *Scytinostroma*, et d'appeler *Vararia thujae* l'espèce récoltée à ce jour uniquement sur *Thuja*. En voici les descriptions :

Scytinostroma jacksonii Boidin sp. nov. (fig. 1)

Vararia jacksonii Menzies inédit.

Jacens, adhaerens, tenerum, sed haud friabile, cremeum, leve deinde tuberculatum. E fibris dextrinoideis, angustis constans, in cathymenio vergentibus ad articulos ramosos, in memoriam dichophyses membris lentis, filiformibus revocantibus. Hyphis generatricibus fibulatis. Gloeocystidiis gracilibus, 30-35 × 2,5-4,2 μm, cum emergunt sursum fusiformibus, interdum in schizopapillam desinentibus. Basidi, 22-35 × 3-4 μm, tetrasporis. Sporis breviter oblongis, 4-5-(6) × 2 μm, levibus, haud amyloideis. In coniferis, in Columbia britannica; Holotypus DAOM 16993.

En hercier : étalé, sublisse à la marge crème très pâle, étroite et appliquée, pouvant devenir très granuleux, tuberculeux, crème (2,5 Y 8/4) à alutacé (10 YR 8/5); adhérent, non membraneux, ni friable, il est aisé à couper.

En coupe, 100 à 300 μm hors des tubercules. Dans les fibres de bois sous-jacentes, des hyphes génératrices larges de 2 μm environ à paroi mince non dextrinoïde. Dans les interstices du support s'est formé un feutrage mycélien constitué d'hyphes génératrices mais surtout de longues fibres grêles dextrinoïdes, x 0,8-1,2 μm, non ou rarement ramifiées. On peut aussi distinguer des gloeocystides fusiformes, larges de 4-5 μm porteuses de 1 à 3 schizopapilles latérales.

Les coupes sont constituées d'une zone supérieure dense, très dextrinoïde et d'une partie profonde d'épaisseur variable appa-

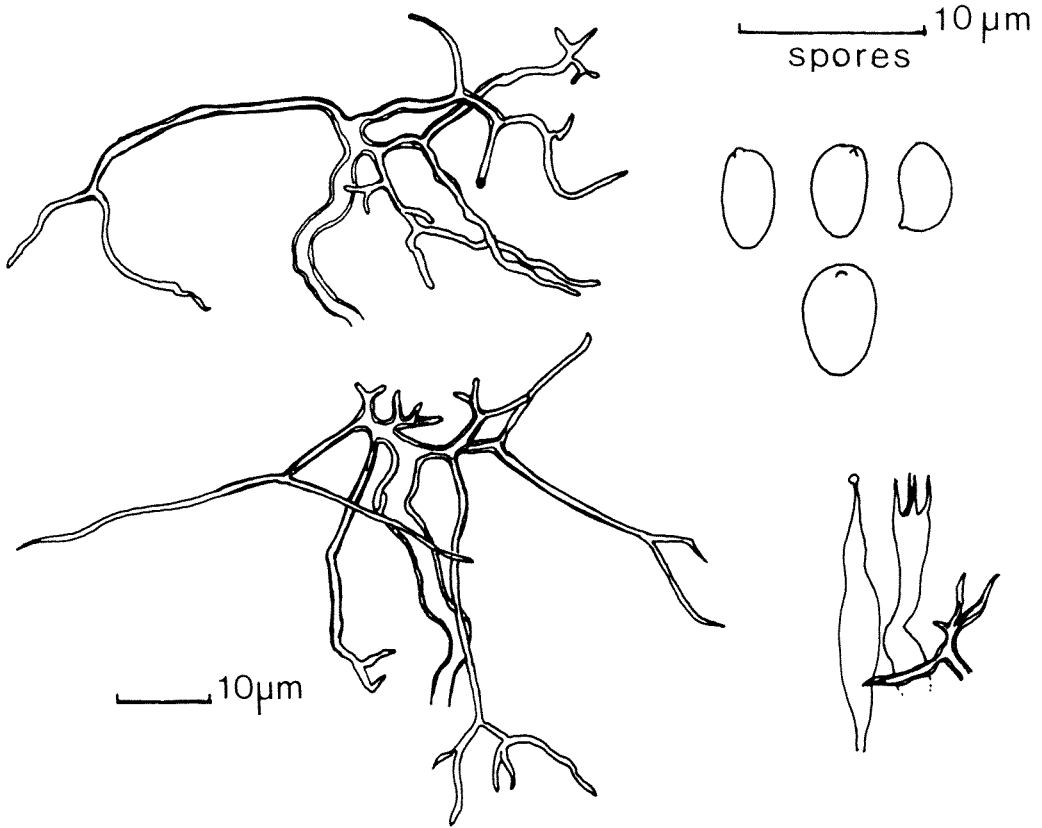


Figure 1. *Scytinostroma jacksonii* sp. nov. Boidin, DAOM 52804, paratype : deux fibres dichotomiques de l'hyménium, une gloeocystide et une baside incomplètes (in Melzer).

raissant beaucoup pâle dans le Melzer parce que lâche et formée, à côté d'hyphes génératrices bouclées, de fibres plus ou moins ramifiées, grêles $\times 0,8-1,5 - 2 \mu\text{m}$, moyennement dextrinoïdes. Les fibres très dextrinoïdes de la surface sont à ramification assez dichotome; elles peuvent avoir un tronc, $\times 2,5 - 3 \mu\text{m}$, à paroi épaissie, et des branches irrégulièrement disposées, longues ou courtes, très dextrinoïdes sauf parfois vers l'extrémité à paroi amincie. Gloeocystides grêles, $30-35 \times 2,5 - 4,2 \mu\text{m}$, à paroi mince, et contenu en partie réfringent, les émergentes effilées et souvent terminées par une petite papille caduque (schizopapille de $1,2 \mu\text{m}$ de diamètre). Basides étroites en leur milieu ($2 \mu\text{m}$ par ex.). $22-35 \times 3,3-5 - 4 \mu\text{m}$ au sommet, à 4 stérigmates; elles peuvent émerger de $4-8 \mu\text{m}$ à maturité. Spores courtes, oblongues de profil, parfois faiblement déprimées sous l'apicule, un peu ovoïdes de face parce que plus larges (jusqu'à $4 \mu\text{m}$) dans la moitié apicu-

laire, $4-5,25 - (6) \times 2,8 - 3,2 \mu\text{m}$, à paroi mince, lisse, non amyloïde.

Récoltes examinées: DAOM 16993, on *Abies lasiocarpa*, Prince George, Brit. Columbia (Canada), coll. P. J. Salisbury, Sept. 1946, (HOLOTYPE, isotypes in LY et Göteborg); DAOM 52804, on conifer, Kelowna, Brit. Columbia (Canada), coll. W.G. Ziller, 25 Aug. 1950, det. L.K. Weresub.

Un troisième spécimen existe dans l'herbier d'Uppsala: ex Herbarium James R. Weir 10945, det. *Corticium racemosum* par ce dernier, détermination contestée par Litschauer en 1936 et corrigée en *Vararia jacksonii* par N. Hallenberg en 1973 (in UPS). Ce spécimen, de même aspect extérieur, est plus épais ($450 \mu\text{m}$), distinctement stratifié, et possède également une couche plus lâche à la base. Les spores atteignent une taille un peu supérieure à celle donnée ci-dessus.

Dans la thèse de Menzies sont signalées 5 autres récoltes de Colombie-Britannique, 4 sur *Abies lasiocarpa*, une sur *Picea glauca*; nous ne les avons pas vues.

C'est avec plaisir que nous validons le nom de *Jacksonii*, en hommage au Professeur H.S. Jackson, trop tôt disparu.

Nous ne connaissons pas de *Scytinostroma* possédant des spores de la forme et la taille de cette espèce.

Comme pour d'autres *Scytinostroma* aux fibres hyméniales ramifiées rappelant plus ou moins des dichophyses, sa place pourrait être recherchée dans le genre *Vararia*. Pour nous, la richesse en fibres dextrinoïdes, orientées en tous sens dès la base du basidiome, en fait un membre du genre *Scytinostroma*.

Vararia thujae Boidin *sp. nov.* (fig. 2)

Vararia isabellina Menzies inédit.

Jacens, tenera, fragilis, sicca fissurata, pallide alutacea tenuiore pruinosa. Dichophysibus inferis pallide luteolis, ramis paucis parumque ramosis, ramis ultimis longis. Dichophysibus catahymenii contra coralloideis vel subracemosis. Hyphis genetricibus fibulatis. Gloeocystidiis parum insignibus, sed magnis, 30-50 (75) × 7-12 μm. Basidiis 42-52 × 6-7 μm tetrasporis. Sporis fusiformibus superne dilatatis et sub apiculo depressis, 14-16 × 4,5-6 μm, levibus, haud amyloideis. In Thuja sp., Québec. Holotypus DAOM F2135.

En herbier: étalé, mince, tendre, fragile, fendillé et subpulvérulent sous l'aiguille, uniformément alutacé pâle (10 YR 8/3, 8/3,5 à 8,5/4) à marge amincie plus pâle pruineuse à l'œil nu.

En coupe: épais 80-160 μm, subhyalin à faiblement jaunâtre, couleur due aux dichophyses à paroi légèrement teintée et aux éléments de l'hyménium (basidioles et gloeocystides) au contenu guttulé réfringent. Dans KOH-phloxine, les dichophyses et certaines gloeocystides montrent une paroi nettement jaune brunâtre, toutefois les ramifications denses des dichophyses de surface apparaissent hyalines et bientôt s'estompent; en effet dans les solutions alcalines (KOH 3% à froid, Congo-ammoniacal à 60°C) la paroi des dichophyses gonfle et ne reste visible que la pellicule pariétale externe jaune. Les dichophyses sont respectées dans le Bleu lactique et le Melzer mais se teintent très imparfaitement même avec le temps et

leurs digitations apparaissent fortement réfringentes. Sur des coupes très minces la base apparaît lâche, et constituée de dichophyses jaunâtre pâle à stipe hyphiforme à paroi mince sauf aux abords des branches, souvent étagées, peu nombreuses, à paroi très épaissie; les rameaux ultimes sont très longs (15 et même 35 ou 40 × 1,5-1,8 μm à la naissance); s'y associent des hyphes génératrices sans direction privilégiée, distinctes, larges de 2-4(5) μm à paroi mince, bouclées. Le champignon est ensuite plus dense, aux éléments verticaux dont de nombreuses basidioles mêlées à quelques gloeocystides formant un hyménium serré dépassé par les terminaisons des dichophyses supérieures. Ces dichophyses ont un stipe, 18-33 × 2-3 μm (jusqu'à 4 ou 5 μm dans NH₄OH), le plus souvent à paroi mince, celle-ci s'épaississant très brusquement avant la première ramification; branches de premier ordre distinctes à paroi très épaisse, écartées, portant des rameaux plus courts et de nombreux rameaux ultimes courts et obtus (dichophyses coralloïdes qui par leurs extrémités obtuses serrées prennent souvent une allure subracémeuse); l'envergure de ces dichophyses est de (10)-20-40 μm. Entre ces dichophyses superficielles subracémeuses et les dichophyses basales, des dichophyses intermédiaires aux branches longues mais aux rameaux ultimes en partie longs, en partie petits et serrés.

Gloeocystides jeunes difficiles à reconnaître, mais elles prennent avec l'âge un contenu réfringent formé d'amas graisseux et atteignent une grande largeur: 30-50-(75) × 8-10-12-(20) μm; elles sont plus ou moins fusiformes, souvent obtuses, parfois irrégulières, même bifides, et le sommet apparaît souvent flétri et collapsé; leur paroi peut être un peu épaissie et nettement jaunâtre. Nous n'avons pu apercevoir que de très rares schizopapilles.

Basidioles ovoïdes au contenu finement guttulé passant à des basides subcylindriques ou faiblement étranglées en leur milieu, 42-52 × 6-7 μm au sommet, 7-9 μm vers la base, 5 μm au col, avec 4 stérigmates.

Spores largement fusiformes déprimées sous l'apicule, lisses, non amyloïdes; nous en avons vu peu: 13-17 × 5-5,2 - (7) μm. Menzies dans sa thèse indique 14-16 × 4,5 - 6 μm.

Récoltes examinées: DAOM F2135, living and dead twigs of *Thuja occidentalis*, Eardley, Québec (Canada), leg. C.L. Connors, 20

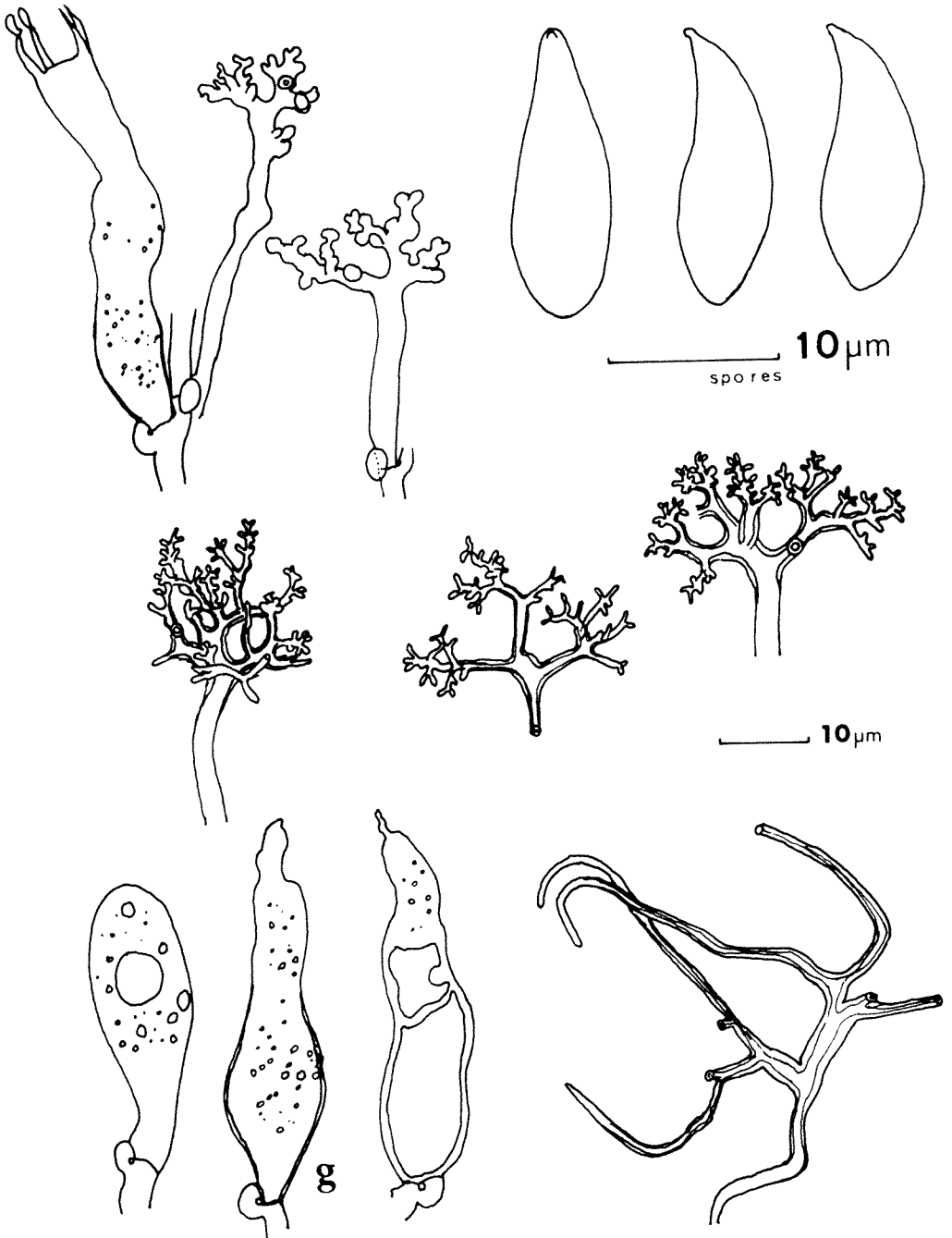


Figure 2. *Vararia thujae* sp. nov. Boidin, De haut en bas : baside, deux dichophyses aux digitations gonflées et 3 spores (in Congo ammoniacal à froid); dichophyses, à gauche in Melzer, les deux de droite in Bleu lactique; celle du milieu, incomplète, est vue par dessus. En bas à droite, une dichophyse profonde (in Melzer). g : trois gloeocystides in KOH-phloxine. Tous ces dessins représentent l'holotype, sauf g qui provient de DAOM 31331.

Oct. 1931, HOLOTYPE, isotype in LY; DAOM 31331, on bark of *Thuja sp.*, swamp north of Mt Albert, Ontario (Canada), leg. H.S. Jackson et R.E. Foster, 19 Oct. 1946.

Mary E. Menzies dans sa thèse inédite (1952) signale 5 autres récoltes toutes de l'Ontario sur *Thuja*.

Cette espèce est à comparer avec *Vararia gracilispora* et surtout avec *V. perplexa*, espèces africaines bouclées aux dichophyses coralloïdes à subracémeuses comme chez *V. thujae*.

V. thujae se distingue avant tout par son écologie, ses spores nettement plus larges, ses basides et ses gloeocystides plus grandes. Le gonflement puis la disparition de la paroi interne des dichophyses en milieu alcalin n'ont jamais été signalés jusqu'ici chez les *Vararia*.

Ce dernier caractère fait que, selon le milieu de montage, les dichophyses apparaîtront nombreuses ou au contraire prendront un aspect tout différent beaucoup moins remarquable et même échapperont à l'observation.

Remerciements

Nous remercions vivement notre collègue J. Ginns qui nous a confié l'étude de ce matériel canadien conservé à Ottawa, et H. Romagnesi pour la traduction latine des diagnostics.

Références

- BOIDIN, J. & P. LANQUETIN, 1981. Contribution à l'étude du genre *Dichostereum* Pilát (Basidiomycètes *Lachnocladiaceae*). — Bull. Soc. mycol. Fr., vol. 96, n° 4, sous presse.
- BOIDIN, J., P. LANQUETIN & G. GILLES, 1981. Application du concept biologique de l'espèce aux Basidiomycètes: le genre *Vararia* (sect. *Vararia*) au Gabon. — Cryptogamie (Mycol.) (Paris), vol. 2, n° 4, 265-384.
- LANQUETIN, P., 1973. Utilisation des cultures dans la systématique des *Vararia* Karst. subg. *Dichostereum* (Pilát) Boid. (Basidiomycètes *Lachnocladiaceae*). — Bull. Soc. Linn. Lyon, 42: 167-192.
- MENZIES, M.E., 1952. A taxonomic study of the Canadian species of the genus *Vararia*. — Thèse, Univ. Toronto, 40 p.
- ROGERS, D.P. & H.S. JACKSON, 1943. Notes of the synonymy of some North American *Thelephoraceae* and other resupinates. — Farlowia, 1: 263-328.

REVUE DES LIVRES

ALI, M.A. (éd.), 1980. **Environmental physiology of fishes**. NATO Advanced Study Institutes Series A Life Sciences. Plenum Press, New York, Vol. 35, 723 p., 17 × 25,5 cm. Relié, 69,50 \$ US.

Comme M. Ali l'indique dans l'introduction de ce volume, il y a au moins 18 000 espèces de poissons qui habitent une grande diversité de milieux aquatiques. Souvent les poissons changent de milieu durant certaines parties de leur cycle vital. Le but de ce volume est d'examiner la physiologie des poissons en relation avec les variations des facteurs environnementaux afin de pouvoir mieux comprendre comment ils s'adaptent à ces différents milieux. Cette approche permet de voir comment une seule espèce peut s'adapter à plusieurs milieux, comment différentes espèces, genres et familles s'adaptent au même milieu ou encore comment ils s'adaptent à un changement de milieu. Étant donné que l'approche écophysiological est de plus en plus utilisée, non seulement par des physiologistes mais aussi par des écologistes et des éthologistes afin de mieux comprendre l'influence du milieu sur le ou les organisme(s) étudié(s), un livre traitant de la physiologie environnementale des poissons de façon complète est le bienvenu.

Cet ouvrage est le résultat d'un *Advanced Studies Institute* de l'OTAN qui eut lieu à l'Université Bishop, de Lennoxville (Québec), en 1979. Il regroupe 25 articles écrits par divers auteurs venant de différents pays de l'OTAN. La plupart des articles sont des revues globales, mais quelques-uns présentent plutôt des données originales et sont ainsi plus spécialisés. En général, les articles sont bien présentés et bien écrits et il y a très peu de chevauchement entre eux.

Les sujets suivants y sont traités : la respiration, l'iono — et l'osmorégulation, la nutrition, la perception chimique, visuelle et auditive, l'effet des facteurs de température et pression, la migration, la reproduction et les rythmes biologiques. Parmi les chapitres traitant de la respiration et de l'iono — et l'osmorégulation, ceux de Holeton, Evans, Heisler et Lahlou s'avèrent très utiles comme revues de littérature. Le chapitre d'Evans réussit particulièrement bien à clarifier la diversité des mécanismes d'ions et d'osmorégulation employés par les poissons de milieux différents. L'analyse biomécanique de la ventilation et de la capture de la nourriture présentée par Liem, Osse et Müller fait ressortir les éléments communs de ces deux processus ainsi que les limitations mécaniques à leur évolution. Comme le domaine de la perception auditive, chimique et visuelle est moins étudié que celui de la respiration et de

l'osmorégulation, les chapitres de synthèse y sont moins élaborés. Cependant, les cinq chapitres traitant ces sujets sont très utiles parce qu'ils expliquent les phénomènes de base, la structure et l'organisation des récepteurs impliqués et de quelles façons la perception sensorielle peut-être optimisée. Les effets de la haute pression et de la température sont traités chacun dans deux chapitres. Le chapitre rédigé par Wardle sous le titre de «Effets of temperature on the maximum swimming speed of fishes» est excellent! Étant donné que cette question fascinante n'a pas été abordée ailleurs, il nous présente des données originales. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de changement dans la relation entre la vitesse maximale de natation et la température au cours d'acclimatations à des températures différentes. De plus, les courbes de cette relation sont les mêmes pour plusieurs espèces. Ces résultats suggèrent qu'il y a eu une forte conservation de la structure et de la fonction des molécules qui constituent l'élément contractile. Cet article est suivi par celui de Baggerman, intitulé «Photoperiodic and endogenous control of the annual reproductive cycle in teleost fishes», dans lequel elle discute surtout de ses travaux sur *Gasterosteus aculeatus*. Ses données démontrent clairement la présence d'un cycle annuel de photosensibilité qui empêche une mise en branle précoce ou tardive de la reproduction. Comme très peu d'espèces ont été étudiées de façon si détaillée, on ne peut pas établir une règle générale pour le contrôle de la reproduction chez les poissons. Toutefois, les travaux de Baggerman nous font voir jusqu'à quel point des conditions environnementales peuvent contrôler l'activité (reproductrice) des poissons. Le chapitre suivant («Fish Reproduction and Stress») présente des relations extrêmement intéressantes entre le stress subi par des adultes et la réussite des larves et des alevins, soulignant que les limites de tolérance au stress durant l'oogenèse sont beaucoup plus rapprochées qu'elles ne le sont lors du développement des œufs, de la croissance des individus ainsi qu'au cours de l'activité reproductrice normale. Cette identification de l'oogenèse comme une étape sensible au stress environnemental est une contribution importante à ce domaine de recherche. Le chapitre de Tesch sur la migration est très bien organisé et permet de mieux comprendre les stratégies utilisées au cours des différentes sortes de migration. Finalement, les deux chapitres traitant des rythmes biologiques, en particulier de leur origine et de leur importance pour les poissons, sont clairement présentés, mais soulignent qu'il y a encore beaucoup d'études à faire pour en arriver à une bonne compréhension de ces phénomènes.

En résumé, cet ouvrage traite une grande gamme de sujets de façon intéressante et complète. Il serait un bon ajout à la bibliothèque des biologistes s'intéressant aux poissons, étant à la fois spécialisé et relativement complet. Cependant, il ne peut pas remplacer les ouvrages comme par exemple *Fish Physiology*, édité par Hoar and Randall, qui présentent des revues plus détaillées et plus complètes.

Helga GUDERLEY

Département de biologie
Université Laval

GAUTHIER, R., 1980. **La végétation des tourbières et des sphaignes du parc des Laurentides, Québec.** Études écologiques, Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, vol. 3, XXVI — 634 p., 81 tabl., 107 fig., 1 photo-couleur; 17 × 25 cm. Broché; 10\$ (individus), 20\$ (institutions).

Bien que le Canada en général et le Québec en particulier abondent en tourbières, très peu d'études ont, toute proportion gardée, porté sur le sujet, surtout si l'on compare aux travaux entrepris dans d'autres régions également bien pourvues en milieux tourbeux, comme la Fennoscandinavie pour ne prendre que cet exemple.

On doit donc se réjouir de la parution dans la récente collection des « Études Écologiques » du laboratoire d'écologie forestière de l'Université Laval, d'un troisième volume intitulé « La végétation des tourbières et les sphaignes du parc des Laurentides, Québec », rédigé par Robert Gauthier.

Ce volumineux mémoire de 634 pages, bien que divisé en cinq chapitres comprend en fait, conformément d'ailleurs au titre, deux parties. L'une (chapitre deux) traite de façon très détaillée des sphaignes recensées dans le parc des Laurentides; l'autre (chapitres trois et quatre) de la végétation et des sols des tourbières.

Dans la première partie, l'auteur fait l'inventaire et décrit, en illustrant chaque fois par des cartes de localisation, la distribution, la fréquence et les habitats des 29 espèces de sphaignes qu'il a recensées dans 110 localités (dont 99 tourbières) réparties à travers les 9 582 km² du parc des Laurentides, massif montagneux situé au nord de la ville de Québec.

Pour chacune de ces espèces qui, incidemment, ont toutes une distribution holarctique, un profil écologique est établi à partir d'analyses chimiques des éléments nutritifs présents dans la tourbe et l'eau libre du sol. Ces profils écologiques fournissent des renseignements fort intéressants.

À la fin de cette première partie, l'auteur compare les résultats de son inventaire régional

à ceux disponibles dans la littérature pour la péninsule du Québec-Labrador. Ces dernières montrent s'il en était besoin combien notre connaissance de la véritable distribution des sphaignes est encore très fragmentaire. C'est sans doute ce qui explique la réticence qu'a du avoir l'auteur à tenter une comparaison plus large et plus synthétique. Malgré tout, et dans la mesure justement où les espèces étudiées ont une distribution circumpolaire, on peut regretter que cet effort de synthèse n'ait pas été entrepris afin d'élargir la comparaison au reste de l'Amérique du Nord, à la Fennoscandinavie et à l'URSS. Signalons à ce propos que pas une seule publication soviétique n'est citée en bibliographie, ce qui nous paraît une lacune. Cette première partie, fourmillant de renseignements, se lit avec un intérêt soutenu.

Dans la deuxième partie, 29 communautés végétales sont minutieusement décrites. 12 constituent des associations au sens classique de l'école phytosociologique de Zurich-Montpellier, 17 n'étant malheureusement décrites qu'à partir d'un ou deux relevés seulement ne sont identifiées que comme groupement végétal.

Ces communautés végétales sont, à partir de critères purement floristiques, réparties en deux catégories: celle des communautés ombrotrophes et celle des communautés minérotrophes. Dans l'ensemble, les tourbières du parc des Laurentides appartiennent à la seconde, plus précisément aux fens extrêmement pauvres.

Tout au long de cette partie, l'auteur prend beaucoup de précautions lorsqu'il tente de distinguer la végétation ombrotrophe de celle qui est minérotrophe; il donne l'impression de ne pas être très satisfait de ce mode de classement, impression que partage rapidement le lecteur. D'autant plus que dans la conclusion générale, l'auteur constate que « les propriétés chimiques mesurées dans la tourbe des communautés ombrotrophes ne se distinguent pas d'une façon très évidente de celles des communautés minérotrophes » (p. 503), constatations qu'il reprend dans les mêmes termes en ce qui concerne les résultats d'analyses de l'eau libre du sol (p. 529). Sans doute que la classification des zones tourbeuses, au niveau mondial, serait entièrement à revoir et avec un regard neuf.

Dans la mesure où ce volume est un compte-rendu intégral d'un mémoire de thèse, il présente les avantages mais aussi les inconvénients du genre. Ainsi, c'est une monographie dense, très descriptive, qui ne nous épargne aucun détail, et c'est au lecteur à digérer un excès de cellulose d'environ 150 à 200 pages qui, surtout dans la deuxième partie, freinent la lecture, malgré un style très agréable. Il faut reconnaître que ce type de publication a l'avantage de contenir un grand nombre de renseignements et de détails intéressants, généralement omis dans la plupart des articles présentés dans les revues scientifiques traditionnelles.

Bien que l'on y trouve de nombreux tableaux et figures, on peut toutefois regretter qu'il n'y ait pas davantage d'illustrations des communautés végétales décrites. La seule photographie, en couleur, présentée au début de l'ouvrage rend ce regret encore plus vif.

Malgré ces restrictions, dont certaines tout à fait mineures, ce volume présente un intérêt manifeste, surtout en ce qui concerne la partie sur les sphaignes, groupe, il faut l'admettre, trop négligé des écologistes. Ce travail est une contribution certaine à une meilleure connaissance de milieux peu et imparfaitement étudiés, non seulement au Québec mais dans l'ensemble du Canada. Nous en recommandons ainsi la lecture, surtout à ceux qui s'intéressent, bien entendu, à l'étude des milieux tourbeux.

À une époque où, pour de multiples raisons, l'on commence à s'intéresser sérieusement à l'exploitation intensive, sinon systématique, des immenses réserves de tourbe présentes au Québec, mais aussi dans plusieurs régions des zones boréotempérées de l'hémisphère nord, il devient urgent que les biologistes intensifient et approfondissent les études tant locales que continentales sur des écosystèmes mal connus, se développant sur un matériau, la tourbe, pas si renouvelable que ce que certains utilisateurs potentiels le laissent entendre.

Alain MAIRE

*Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières*

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

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

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à *double interligne* sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en *trois* exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

TEXTE

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

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

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

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

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

GENERAL PRACTICES

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

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

MANUSCRIPT DETAILS

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

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

REFERENCES

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

alphabetically by first author, according to the following examples:

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

LE NATURALISTE CANADIEN
Revue d'écologie et de systématique

Volume 108

1981

Numéro 2

LAGRENADE, M.-C. & P. MOUSSEAU. Reproduction des Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée, Québec	119-130
LAGRENADE, M.-C. & P. MOUSSEAU. Alimentation des poussins de Goélands à bec cerclé de l'île de la Couvée, Québec	131-138
HINDS, H.R. Vascular plants new to the flora of New Brunswick	139-142
GERVAIS, C. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique. II	143-152
GATES, C.C. & R.J. HUDSON. Habitat selection by wapiti in a boreal forest enclosure	153-166
CRÊTE, M., M. BÉLANGER & J. TREMBLAY. Régime alimentaire du loup dans le sud-ouest du Québec entre les mois de mai et d'octobre	167-173
CAMIRÉ, C., G. NOLET & B. BERNIER. Incidence de la fertilisation sur la croissance de deux peuplements adultes de sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>) du sud des Laurentides	175-184
ANALYSES ET COMMENTAIRES	
BOURASSA, J.-P. Position taxonomique du Diptère <i>Aedes atropalpus</i> (Coquillett)	185-190
COMMUNICATIONS BRÈVES	
DESGRANGES, J.-L. Existe-t-il des nids de débarras chez les Goélands?	191-193
KENNEDY, A.J. Snowy owl prey on Prince of Wales Island, Northwest Territories	195-197
BOIDIN, J. Nouvelles espèces de Lachnocladiaceae du Canada (Basidiomycètes)	199-203
REVUE DES LIVRES	205-207

LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

VOLUME 108

NUMÉRO 3

1981



LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR

GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

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

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

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

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*

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

JEREMY McNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

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

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

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

**DISTRIBUTION, ABUNDANCE AND SPECIES DIVERSITY
OF SMALL MAMMALS IN QUETICO PROVINCIAL PARK, ONTARIO**

D. W. NAGORSEN and R. L. PETERSON

*Department of Mammalogy, Royal Ontario Museum,
100 Queen's Park Cresc., Toronto, Ontario and
Department of Zoology, University of Toronto,
Toronto, Ontario*

Résumé

Au cours des années 1977-1979, nous avons échantillonné des hautes terres conifériennes, des hautes terres mixtes, des basses terres conifériennes, des basses terres mixtes et des prés inondés dans le Parc provincial de Quetico en parcourant 22 lignes d'études. Un total de 1 980 petits mammifères représentant 5 espèces de musaraignes et 8 espèces de petits rongeurs furent capturés. Ces 13 espèces ont montré des choix d'habitats particuliers. Bien que la composition et l'abondance des espèces aient différé entre les habitats, la structure des communautés de mammifères était similaire, avec quelques espèces dominantes comprenant plus de 90% des captures totales. La plus grande abondance se trouvait dans les basses terres mixtes. Le nombre et la diversité les plus pauvres étaient ceux des basses terres conifériennes. Dans les habitats boisés, les omnivores constituaient de 63% à 89% des captures totales. Des proportions égales d'insectivores, d'herbivores et d'omnivores ont été collectionnées dans les prés inondés. Nous avons attribué ces différences d'abondance, de diversité des espèces et de groupes trophiques à la végétation et aux ressources alimentaires des habitats.

Abstract

During 1977-79 we sampled mammals in upland conifer, upland mixed, lowland conifer, lowland mixed and wet meadow habitats in Quetico Provincial Park using 22 transects of snap traps. A total of 1 980 small mammals representing five species of shrews and eight species of small rodents were captured. The 13 species demonstrated marked habitat segregation. Although species composition and species abundance differed among habitats, the structure of these mammalian communities was similar and a few dominant mammals accounted for more than 90% of the total captures. Greatest abundance was in the lowland mixed habitat; fewest captures and lowest species diversity occurred in the lowland conifer habitat. Omnivores accounted for 63% to 89% of the total captures in forest habitats; an equal proportion of insectivores, herbivores and omnivores occurred in the wet meadow habitat. These differences in abundance, species diversity and trophic groups of mammals were attributed to vegetation and available food resources.

Introduction

Quetico Provincial Park is about 160 km west of Lake Superior adjacent to the Canada-United States boundary. The Park is a significant wilderness area in Ontario and encompasses some 4 655 km². Although fires and logging operations in the early

1900s have shaped the present forests in Quetico, the Park is now protected by an effective fire suppression programme and by a ban on commercial logging. Few plant communities in Quetico represent climax successional stages, but much of the forest is mature as compared with the heavily logged areas found outside the Park.

Although situated in the Great Lakes-St. Lawrence Forest Region of Canada (Rowe, 1972), an area characterized by extensive mixed forest, boreal tree species predominate in Quetico, with *Picea mariana* and *Pinus banksiana* dominant in about 56% of the Park (Woods & Day, 1976). About 70% of the underlying bedrock in Quetico is granite and most of the boreal forest occurs on nutrient poor, acid soils that are associated with this bedrock (Walshe, 1973). Mixed forests are restricted to sites with warmer microclimate and less acidic soils: south facing slopes, rocky ridge-tops, lakeshores, and islands (Walshe, 1973).

There have been few studies of small mammals in Quetico. Cahn (1937) collected small mammals in Quetico Provincial Park and adjacent areas from 1919-1933, but this work was cursory as no attempt was made to sample different plant communities. Moreover, as few voucher specimens were made, such unusual records as *Cryptotis parva* reported by Cahn (1937) cannot be verified. During the summers of 1977-1979, staff of the Department of Mammalogy, Royal Ontario Museum (ROM), studied small mammals in Quetico Provincial Park. One objective was to determine species composition and relative abundance of small mammals in representative plant communities.

Materials and methods

Results are based on captures in 22 transect lines (8 783 trap nights) set in mature undisturbed habitats during 1977-1979. We did not study the effects of ecological succession on small mammals, as early successional stages for many plant communities were not present in Quetico. Each transect was placed in a single homogeneous habitat and transects were at least 1 km apart. We classified transects into five general habitats: upland conifer, upland mixed, lowland conifer, lowland mixed and wet meadow. Trapping periods were July 12 to September 11 in 1977, June 25 to August 27 in 1978 and June 21 to July 30 in 1979. The five habitats were sampled by at least one transect each year of the study. Study areas were at Cache Lake (48°33' N, 91°03' W) and Beaverhouse Lake (48°33' N, 92°06' W) in 1977; Kawa Bay (48°24' N, 91°08' W) and Wolseley Lake (48°26' N, 92°04' W) in 1978; Emerald Lake (48°07' N, 91°14' W) and Reid Lake (48°18' N, 91°21' W) in 1979.

Transects contained 40-75 trapping stations placed at 8 m intervals. One snap trap

(Museum Special type) was set at each station. Bait was rolled oats and peanut butter. Traps were set for seven consecutive nights and checked daily.

Two assumptions with this experimental design are: 1) all individuals have an equal chance of being trapped; and 2) traps in a transect are not saturated with captures during the trapping period. The Museum Special snap trap is an efficient trap for most small rodents, but it is not as effective for shrews. Consequently, abundance of shrews may be underestimated in this study. Nevertheless, as the experimental design is identical for each transect, relative differences in shrew abundance among habitats are valid. In most transects a regular decrease in the nightly catch occurred during the seven nights, suggesting a steady removal of animals. However, in trap lines set in lowland mixed habitat the nightly catch decreased minimally during trapping periods. This suggests either immigration of individuals into study areas or that the number of traps in transects was insufficient. We suggest that there were too few traps in lowland mixed transects to remove effectively large populations of the two most abundant mammals (*Peromyscus maniculatus*, *Clethrionomys gapperi*). Consequently, abundance of these two rodents in lowland mixed habitat may have been underestimated.

We compared relative abundance of species in each transect using captures per 100 trap nights (100 TN). To compare relative abundance of species in the five habitats, we calculated mean captures per 100 trap nights among transects of a habitat. Niche breadth and niche overlap were determined for each species from the number of catches per 100 TN.

Niche breadth was calculated from the formula of Pianka (1973): $B = \frac{1}{\sum P_i^2}$ where

B = niche breadth and P_i is the proportion of a species total catch in transect i . $P_i = \frac{d_i}{\sum d_i}$ where d_i is the number of individuals per 100 TN in transect i and $\sum d_i$ is the total catch per 100 TN in all transects.

Standardized niche breadth, which has a value from 0 to 1, was calculated by dividing B by the number of transects. In this study a mammal with a wide niche breadth had an equal catch per 100 TN in each transect, whereas a species with a narrow niche breadth was concentrated in only a few transects. Niche breadth for a habitat was

based on captures in all transects of that habitat; overall niche breadths were based on the total 22 transects.

Niche overlap was calculated from the formula of Pianka (1973):

$$O_{ij} = \frac{\sum (P_{ik} \cdot P_{jk})}{(\sum P_{ik}^2 \cdot \sum P_{jk}^2)}$$

where O_{ij} = niche overlap between species i and j . This value has a range from 0 to 1. If species i and j do not overlap in transects $O_{ij} = 0$; if they demonstrate complete overlap in transects then $O_{ij} = 1$. P_{ik} = proportion of species i captured per 100 TN in transect k and P_{jk} = proportion of species j captured in transect k . Niche overlap was based on captures in the total 22 transects.

Transects of each habitat were treated as replicates (see Hayne, 1978), in the statistical analyses of total abundance, species diversity, and community dominance. Total abundance in a transect was based on captures per 100 TN for all species. Species diversity was assessed with the Shannon-Weaver Index which is a measure of heterogeneity. Heterogeneity is a concept that combines richness and evenness of importance between species, i.e. equitability (see Peet, 1974). We calculated heterogeneity with a modified Shannon-Weaver formula (Lloyd & Ghelardi, 1964):

$$H' = C \left[\log_{10} N - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^s n_i \log_{10} n_i \right) \right]$$

where N = total number of individuals in a habitat, s = the number of species in a habitat, n_i = the number of individuals in the i -th species, and C is a conversion factor to change \log_2 to \log_{10} ($C = 3.3219$). The community dominance index (Krebs & Wingate, 1976) measures the percentage of total captures represented by the two most abundant species in a transect.

For importance value curves of habitats (Whitaker, 1975), we calculated the percentage of total captures represented by each species. To compare the trophic composition of each habitat species were classified as herbivores, omnivores, or insectivores. *Sorex cinereus*, *Sorex arcticus*, *Sorex palustris*, *Microsorex hoyi*, and *Blarina brevicauda* were classified as insectivores. *Clethrionomys gapperi*, *Peromyscus maniculatus*, *Napaeozapus insignis*, and *Zapus hudsonius* were classified as omnivores. Mammals considered to be herbivores included *Microtus*

pennsylvanicus, *Microtus chrotorrhinus*, *Synaptomys cooperi*, and *Phenacomys intermedius*. For these calculations we pooled captures from all transects of a habitat. Although minor differences existed among transects in a habitat, importance value curves and trophic composition of transects were sufficiently similar to justify pooling.

Mammals were identified to species using the keys of Peterson (1966) and museum voucher specimens of each species were deposited in the collections of the Department of Mammalogy, ROM.

Results

VEGETATION IN THE HABITATS

Upland conifer habitat

Transects classified as upland conifer (Fig. 1A) were well drained sites on ridges near lakeshores. This habitat included forests of *Abies balsamea*-*Picea glauca*-*Pinus banksiana*; *Pinus banksiana*; *Pinus banksiana*-*Pinus resinosa*; *Pinus resinosa*-*Thuja occidentalis*; and *Picea mariana*-*Populus tremuloides*. Dominant shrubs were *Acer spicatum*, *Amelanchier arborea*, *Alnus crispa*, *Corylus cornuta*, *Viburnum rafinesquianum*. Numerous fallen trees and decaying stumps covered the forest floor.

Upland mixed habitat

These transects (Fig. 1B) were in well drained sites near lakeshores. This habitat contained deciduous and coniferous tree species with such deciduous species as *Populus tremuloides* and *Betula papyrifera* dominant. Transects were in forests of *Betula papyrifera*-*Abies balsamea*; *Populus tremuloides*-*Acer rubrum*-*Abies balsamea*; *Populus tremuloides*-*Betula papyrifera* and *Populus tremuloides*-*Pinus banksiana*. *Acer spicatum*, *Corylus cornuta*, *Sorbus americana*, *Amelanchier sanguinea*, *Prunus* sp., *Cornus rugosa*, *Alnus crispa*, *Rubus* sp., and *Viburnum rafinesquianum* were common shrubs. The ground was covered with numerous fallen trees and decaying stumps.

Lowland conifer habitat

Transects in bogs and conifer swamps were classified as lowland conifer habitat (Fig. 1C). *Picea mariana* was the dominant tree in this habitat. The sparse understory was characterized by *Alnus rugosa*, *Myrica gale*, *Salix* sp., *Ledum groenlandicum*, *Andro-*



Figure 1. Typical vegetation in transects representing the five habitats: A, upland conifer; B, upland mixed; C, lowland conifer; D, lowland mixed; E, wet meadow.

meda glaucophylla, *Kalmia polifolia*, and *Chamaedaphne calyculata*. A dense mat of moist sphagnum moss was present.

Lowland mixed habitat

Transects (Fig. 1D) in poorly drained forests of *Populus tremuloides*-*Fraxinus nigra*-*Abies balsamea*; *Populus tremuloides*, and *Fraxina nigra*-*Populus tremuloides*-*Ulmus americana* were classified as lowland mixed. These forests were localized in rich soils near lakeshores. Characteristic shrubs were *Acer spicatum*, *Alnus rugosa*, *Cornus cornuta*, *Cornus alternifolia*, *Cornus stolonifera*, and *Salix* sp.

Wet meadow habitat

Transects in beaver meadows and willow-alder thickets (Fig. 1E) were classified as wet meadow. No trees were present in these transects; *Spirea alba*, *Alnus rugosa*, and *Salix* sp. were common shrubs. Other common plants included *Typha latifolia*, *Rumex orbiculatus*, and various graminoids.

DISTRIBUTION OF MAMMALS AMONG COMMUNITIES

A total of 1 980 captures representing five species of shrews and eight species of rodents were taken in the 22 transects. Relative abundance of the 13 species is summarized in Table I.

Standardized niche breadths for species within a habitat are given in Table II. Abundant species in a habitat (e.g. *Peromyscus maniculatus* and *Clethrionomys gapperi* in the upland conifer) generally had wide niche breadths as these species were evenly distributed among transects. Rare species in a habitat (e.g. *Synaptomys cooperi* and *Microsorex hoyi* in the upland conifer) were not present in all transects and had narrow niche breadths. Except for *Napaeozapus insignis*, *Synaptomys cooperi*, *Blarina brevicauda*, and *Sorex palustris*, each mammal had a wide niche breadth ($B > 0.50$) in at least one habitat.

Overall niche breadths are given in Table II. Mean niche breadth for the 13 species is 0.23, and only two species, *Sorex cinereus* and *Clethrionomys gapperi*, had niche breadths of 0.50 or greater. These two mammals were trapped in every transect.

The five species of shrews demonstrated little niche overlap. No species had an overlap value greater than 0.50 and one species pair, *Blarina brevicauda*-*Microsorex hoyi*, had zero overlap. Mean niche overlap for the 28 pairs of rodent species was 0.25, and 19 (68%) of the species pairs had a value between 0 and 0.30. Only four pairs (Table III) had overlap values greater than 0.50.

TABLE I

Relative abundance of 13 species of small mammals. Abundance for a habitat is based on mean captures per 100 trap nights among transects of that habitat; overall abundance is based on total captures per 100 trap nights in all 22 transects.

	Habitats					Overall
	Upland conifer	Upland mixed	Lowland conifer	Lowland mixed	Wet meadow	
<i>Sorex arcticus</i>	—	—	—	—	1.83	0.28
<i>Sorex cinereus</i>	0.57	1.79	3.65	4.30	3.76	2.63
<i>Sorex palustris</i>	—	—	—	—	0.01	0.01
<i>Microsorex hoyi</i>	0.11	0.05	0.03	0.69	0.09	0.14
<i>Blarina brevicauda</i>	—	—	0.07	0.12	0.12	0.06
<i>Peromyscus maniculatus</i>	6.87	6.29	0.07	21.52	0.89	5.29
<i>Clethrionomys gapperi</i>	6.12	15.67	5.94	34.29	2.50	11.43
<i>Microtus chrotorrhinus</i>	4.64	1.41	0.14	—	—	1.06
<i>Microtus pennsylvanicus</i>	—	—	—	1.33	4.36	0.93
<i>Phenacomys intermedius</i>	0.50	0.33	0.03	—	0.05	0.19
<i>Synaptomys cooperi</i>	0.12	—	0.40	—	0.21	0.20
<i>Napaeozapus insignis</i>	0.23	0.08	—	0.31	—	0.09
<i>Zapus hudsonius</i>	—	0.11	0.03	0.10	0.56	0.14
Number of transects	5	5	5	3	4	22
Total trap nights	1 771	2 255	2 163	945	1 649	8 783

TABLE II
Standardized niche breadths for 13 species of small mammals

	Habitats					Overall
	Upland conifer	Upland mixed	Lowland conifer	Lowland mixed	Wet meadow	
<i>Sorex cinereus</i>	.62	.48	.76	.91	.88	.62
<i>Sorex arcticus</i>	—	—	—	—	.54	.10
<i>Sorex palustris</i>	—	—	—	—	.25	.05
<i>Microsorex hoyi</i>	.20	.20	.20	.58	.25	.18
<i>Blarina brevicauda</i>	—	—	.20	.33	.25	.13
<i>Peromyscus maniculatus</i>	.72	.77	.20	.90	.25	.39
<i>Clethrionomys gapperi</i>	.79	.74	.78	.99	.49	.50
<i>Microtus chrotorrhinus</i>	.65	.32	.20	—	—	.23
<i>Microtus pennsylvanicus</i>	—	—	—	.49	.69	.14
<i>Phenacomys intermedius</i>	.61	.26	.20	—	.25	.22
<i>Synaptomys cooperi</i>	.40	—	.28	—	.25	.14
<i>Napaeozapus insignis</i>	.32	.36	—	.33	—	.17
<i>Zapus hudsonius</i>	—	.20	.20	.33	.49	.16

TOTAL ABUNDANCE AND SPECIES DIVERSITY IN HABITATS

Total captures among transects of each habitat varied greatly (Table IV) and extreme values for several habitats overlapped. Much of this variation within a habitat may reflect seasonal and year to year variation in abundance. Year to year variation could not be measured. Although the five habitats were sampled annually, habitats were not sampled

at identical dates each year. Nevertheless, the data suggest that abundance was greatest in the lowland mixed habitat and the least number of captures occurred in the lowland conifer habitat. Number of species in upland conifer, upland mixed, lowland mixed, and wet meadow habitats were similar (Table IV). However, transects set in lowland conifer habitats produced fewer species. Shannon-Weaver indices (H')

TABLE III
Niche overlap values for eight species of rodents.
Based on captures/100 TN in 22 transects in five habitats.

	<i>Peromyscus maniculatus</i>	<i>Clethrionomys gapperi</i>	<i>Microtus pennsylvanicus</i>	<i>Microtus chrotorrhinus</i>	<i>Phenacomys intermedius</i>	<i>Synaptomys cooperi</i>	<i>Napaeozapus insignis</i>	<i>Zapus hudsonius</i>
<i>Peromyscus maniculatus</i>	1.0							
<i>Clethrionomys gapperi</i>	0.82*	1.0						
<i>Microtus pennsylvanicus</i>	0.22	0.26	1.0					
<i>Microtus chrotorrhinus</i>	0.43	0.24	0.0	1.0				
<i>Phenacomys intermedius</i>	0.34	0.12	0.0	0.68*	1.0			
<i>Synaptomys cooperi</i>	0.04	0.11	0.34	0.13	0.06	1.0		
<i>Napaeozapus insignis</i>	0.63*	0.41	0.0	0.67*	0.48	0.11	1.0	
<i>Zapus hudsonius</i>	0.10	0.18	0.10	0.06	0.21	0.11	0.07	1.0

* indicates high niche overlap

varied widely among transects of most habitats and H' values overlapped among the five habitats. Mean H' values were greatest for the upland conifer and wet meadow and smallest for the lowland conifer habitat. The Shannon-Weaver index is influenced by the number of species and the evenness of distribution of individuals among species i.e., equitability (Peet, 1974). The larger H' values for wet meadow and upland conifer transects resulted from the greater evenness in these transects. Dominance was not as concentrated in these habitats (Table IV). The smaller H' values for lowland conifer transects resulted from fewer species and a high concentration of abundance in the two dominant species.

TROPHIC GROUPS IN HABITATS

Omnivores were the dominant trophic group in the four forest habitats and represented 63-89% (Fig. 2) of the small mammals taken in these habitats. Insectivores were a dominant trophic group only in the wet meadow. In upland forest and lowland mixed habitats, insectivores comprised less than 10% of total captures. Herbivores accounted for 24-32% of total captures in wet meadow and upland conifer habitats; less than 10%

of the small mammals in upland mixed, lowland mixed, and lowland conifer forests were herbivores.

SPECIES COMPOSITION OF HABITATS

Importance value curves (Fig. 3) for the upland mixed, lowland mixed, and lowland conifer habitats are similar and resemble the geometric series described by Whitaker (1975) for some plant communities. Dominance was strongly developed in these mammalian communities (Table IV, Fig. 3) and a large percentage of total captures were contained in the two dominant species. The upland and lowland mixed habitats were similar, with *Clethrionomys gapperi* and *Peromyscus maniculatus* the dominant species. *Sorex cinereus* and *Clethrionomys gapperi* were dominant in the lowland conifer habitat. The upland conifer habitat was characterized by three dominant mammals: *Peromyscus maniculatus*, *Clethrionomys gapperi*, and *Microtus chrotorrhinus*. Dominance was not as strongly developed in the wet meadow and its importance value curve was sigmoid in shape (Fig. 3). The four dominant mammals included two species of shrews (*Sorex cinereus* and *Sorex arcticus*) and two species of microtine rodents (*Microtus pennsylvani-*

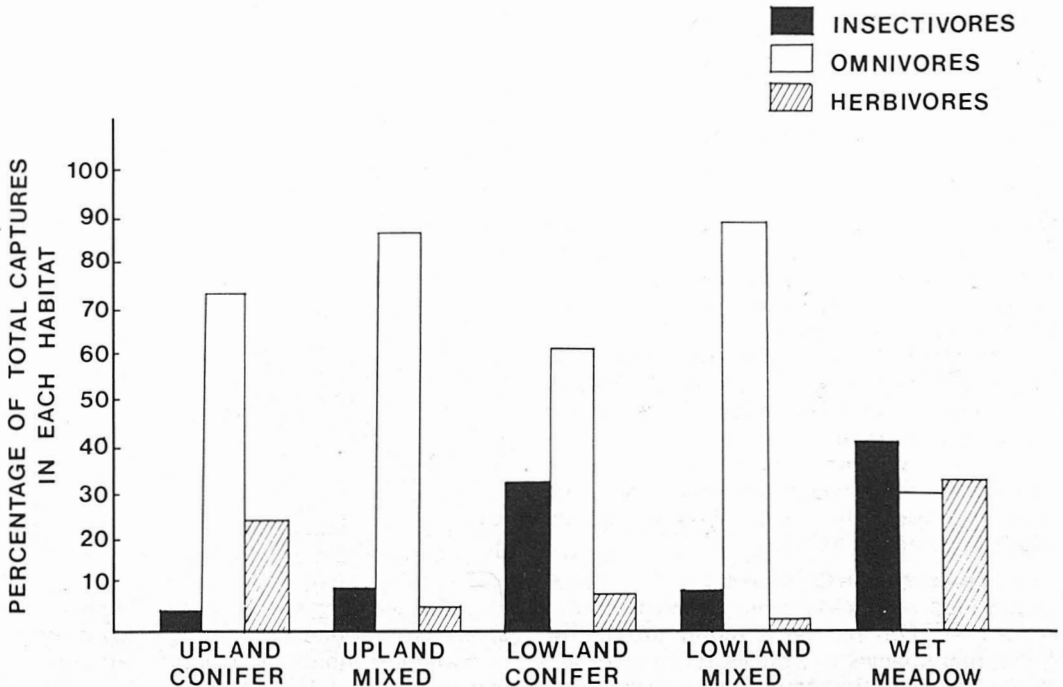


Figure 2. Composition of three trophic groups in five habitats. Species classified as insectivores, omnivores, and herbivores are listed in Materials and methods.

TABLE IV

Abundance, species diversity, and community dominance indices of small mammals in five habitats. Values are means with extremes given in parentheses.

	Number of transects	Abundance (catch/100 TN)	Number of species	Shannon-Weaver index (H')	Community dominance index
Upland conifer	5	(9.2-34.6) 18.2	(4-7) 5.6	(1.5-2.0) 1.8	(67.5-81.6) 71.8
Upland mixed	5	(14.5-37.3) 25.8	(3-7) 4.8	(1.1-2.2) 1.5	(45.1-95.0) 81.9
Lowland conifer	5	(6.1-13.6) 9.4	(2-5) 3.6	(0.8-1.7) 1.1	(76.5-100.0) 92.1
Lowland mixed	3	(57.7-67.0) 62.3	(5-6) 5.3	(1.4-1.5) 1.5	(84.7-91.0) 88.7
Wet meadow	4	(3.9-25.3) 13.2	(4-7) 5.8	(1.6-2.3) 2.0	(53.1-88.2) 69.0

cus and *Clethrionomys gapperi*). The dominant species in a habitat also exhibited wide niche breadths in that habitat (Table II).

Discussion

Small mammal communities in Quetico Provincial Park contain a few dominant species that account for more than 90% of the total captures. A high degree of numerical dominance is characteristic of small mammal communities in most biomes (French, 1978). However, trophic structures of mammalian communities from different biomes generally show marked differences that are related to available food resources. Seed-eating rodents are dominant in North American deserts (Brown, 1975). These deserts produce diverse and abundant seed resources throughout the year. Grazing herbivorous rodents are the major trophic group in grassland communities with abundant herbaceous cover (Grant & Birney, 1979; French, 1978).

Forests in Quetico Provincial Park are dominated by one or two species (*Peromyscus maniculatus*, *Clethrionomys gapperi*) of omnivorous rodents. These two mammals have broad diets (Hamilton, 1941; Merritt & Merritt, 1978; Perrin, 1979) and should be able to exploit the wide range of invertebrates, seeds, and other plant resources that are available at different seasons in these habitats. The predominance of *Clethrionomys gapperi* and *Peromyscus maniculatus* has been reported in other boreal forests (Krebs & Wingate, 1976).

Wet meadows in Quetico support an equal proportion of insectivores, herbivores and omnivores. This habitat is highly productive for boreal species of shrews (Wrigley *et al.*, 1979). The large herbivore trophic group consisting mostly of *Microtus pennsylvanicus* may be attributed to the rich supply of grami-

noid plants. *Microtus pennsylvanicus* feeds extensively on graminoids in summer (Getz, 1961). Although omnivorous forest rodents are a major trophic group in wet meadows, some captures of forest species may represent transient animals. Wet meadows in Quetico are localized insular habitats surrounded by extensive forests.

Competition among the 13 species of small mammals that we studied is reduced by the segregation of most species into different habitats. Marked habitat segregation among small mammals may be typical of boreal forests as Krebs & Wingate (1976) found little habitat overlap among eight species of small rodents in the Yukon Territory. Two mammals that overlap broadly in habitat in Quetico are *Peromyscus maniculatus* and *Clethrionomys gapperi*. These two species were co-dominant in three forest habitats. There may be some separation in their use of microhabitat because *Peromyscus maniculatus* is partly arboreal (Smith & Speller, 1970). Nevertheless, as seeds are important food in winter for both species, competition for food resources would be expected.

Ecological factors affecting abundance and species diversity of small mammals have been extensively studied in North American deserts and grasslands (Brown, 1975; Grant & Birney, 1979), but studies in the boreal forests of eastern North America are few. Miller & Getz (1977) who studied small forest mammals in Vermont and Connecticut, found a correlation between species diversity of mammals and the diversity of trees and shrubs. They speculated that mammal diversity was related to food diversity. Differences in abundance and species diversity of mammals inhabiting clear-cut and mature forests in West Virginia were attributed by Kirkland (1977) to changes in vegetation associated with ecological succession.

for his help and enthusiasm with fieldwork in 1978 and 1979. J. Riley identified plants collected in study areas. We thank J. Tamsitt for reviewing the manuscript.

Research was supported by the Royal Ontario Museum. In 1977 and 1978 a research grant (772) from the Canadian National Sportsmen's Fund financed the salaries of two student assistants and is gratefully acknowledged.

References

- BROWN, J.H., 1975. Geographical ecology of desert rodents. — Pages 315-341 in M.L. Cody & J.M. Diamond (eds.). Ecology and evolution of communities, The Belknap Press, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 545 p.
- CAHN, A.R., 1937. The mammals of the Quetico Provincial Park of Ontario. — J. Mammal., 18: 19-30.
- FRENCH, N.R., 1978. Small mammals as components of the consumer subsystem. — Pages 61-67 in D.P. Snyder (ed.). Populations of small mammals under natural conditions. Univ. Pittsburgh, Pymatuning Lab. Ecology, Spec. Publs. Ser., Vol. 5, 237 p.
- GETZ, L.L., 1961. Factors influencing the local distribution of *Microtus* and *Synaptomys* in southern Michigan. — Ecology, 42: 110-119.
- GRANT, W.E. & E.C. BIRNEY, 1979. Small mammal community structure in North American grasslands. — J. Mammal., 60: 23-36.
- HAMILTON, E.J., Jr., 1941. The food of small forest mammals in eastern United States. — J. Mammal., 22: 250-263.
- HAYNE, D.W., 1978. Experimental designs and statistical analyses in small mammal population studies. — Pages 3-10 in D.P. Snyder (ed.) Populations of small mammals under natural conditions. Univ. Pittsburgh, Pymatuning Lab. Ecology, Spec. Publs Ser., Vol. 5, 237 p.
- KIRKLAND, G.L., Jr., 1977. Responses of small mammals to the clearcutting of northern Appalachian forests. — J. Mammal., 58: 600-609.
- KREBS, C.J. & I. WINGATE, 1976. Small mammal communities of the Klwane Region, Yukon Territory. — Can. Fld Nat., 90: 379-389.
- LYOYD, M. & R. J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. — J. Anim. Ecol., 33: 217-225.
- MERRITT, J.F. & J.M. MERRITT, 1978. Population ecology and energy relationships of *Clethrionomys gapperi* in a Colorado subalpine forest. — J. Mammal., 59: 576-598.
- MILLER, D.M. & L.L. GETZ, 1977. Factors influencing local distribution and species diversity of forest small mammals in New England. — Can. J. Zool., 55: 806-814.
- PEET, R.K., 1974. The measurement of species diversity. — A. Rev. Ecol. Syst., 5: 285-307.
- PERRIN, M.R., 1979. Seasonal variation in the growth, body composition, and diet of *Clethrionomys gapperi* in spruce forest. — Acta theriol., 24: 299-318.
- PETERSON, R.L., 1966. The mammals of eastern Canada. — Oxford University Press, Toronto, 464 p.
- PIANKA, E.R., 1973. The structure of lizard communities. — A. Rev. Ecol. Syst., 4: 53-74.
- ROWE, J.S., 1972. Forest regions of Canada. — Dept. Environ., Can. Forestry Serv. Publ., no. 1 300, 172 p.
- SMITH, D.A. & S.W. SPELLER, 1970. The distribution of *Peromyscus maniculatus gracilis* and *Peromyscus leucopus noveboracensis* (Rodentia: Cricetidae) in a southeastern Ontario woodlot. — Can. J. Zool., 48: 1187-1199.
- WALSHE, S., 1973. Checklist of the flora of Quetico Provincial Park. — Ont. Minist. Nat. Resour., Mimeogr. rep., 22 p.
- WHITAKER, R.H., 1975. Communities and ecosystems. 2nd ed. — Collier-MacMillan, New York, 385 p.
- WOODS, G.R. & R.J. DAY, 1976. The forests of Quetico Provincial Park: based on a photogrammetric survey. — Ont. Minist. Nat. Resour., Fire Ecol. Study, Quetico Prov. Park, Rep. no. 3, Mimeogr. rep., 75 p.
- WRIGLEY, R.E., J.E. DUBOIS & H.W.R. COPLAND, 1979. Habitat, abundance and distribution of six species of shrews in Manitoba. — J. Mammal., 60: 505-520.

DISTRIBUTION, ABONDANCE ET FLUCTUATIONS DES POPULATIONS D'OISEAUX MARINS DE L'ARCHIPEL DE MINGAN (GOLFE DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC)

G. CHAPDELAINE et A. BOURGET

Service canadien de la faune, Région du Québec,
2,700 boulevard Laurier, C.P. 10100, Ste-Foy, Québec G1V 4H5

Résumé

Onze espèces d'oiseaux marins nichent dans l'archipel de Mingan, sur la côte nord du golfe du Saint-Laurent; 97,4% de ceux-ci appartiennent à la famille des Laridés [Goéland à manteau noir (*Larus marinus*), Goéland argenté (*Larus argentatus*), Goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*), Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*), Sterne commune (*Sterna hirundo*), Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)], 1,5% aux Alcidés [Gode (*Alca torda*), Guillemot noir (*Cephus grylle*), Macareux moine (*Fratercula arctica*)] et 1,1% des Anatidés [Eider à duvet (*Somateria mollissima*)]. Le Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) n'a pu être considéré comme nicheur en 1978, mais le fut en 1980. Les populations de Sterne commune et de Sterne arctique de cet archipel représentent l'une des plus importantes concentrations du golfe du Saint-Laurent. Les Laridés ont considérablement augmenté depuis 1925 tandis que les Alcidés et l'Eider à duvet ont diminué depuis 1965. Les oiseaux nichent principalement dans le secteur ouest de l'archipel qui accueille 71% des couples reproducteurs. Les facteurs pouvant influencer la distribution et les fluctuations des populations d'oiseaux de la Minganie sont discutés.

Abstract

Eleven species of marine birds breed in the Mingan archipelago along the north shore of the Gulf of St. Lawrence. The family Laridae accounts for 97.4% of the total population [Great Black-backed Gull (*Larus marinus*), Herring Gull (*Larus argentatus*), Ring-billed Gull (*Larus delawarensis*), Black-legged Kittiwake (*Rissa tridactyla*), Common Tern (*Sterna hirundo*), Arctic Tern (*Sterna paradisaea*)], the Alcidae 1.5% [Razorbill Auk (*Alca torda*), Black Guillemot (*Cephus grylle*), Atlantic Puffin (*Fratercula arctica*)] and the Anatidae 1.1% [Common Eider (*Somateria mollissima*)]. Double-crested Cormorant (*Phalacrocorax auritus*) was not a nesting species in 1978, but was considered as such in 1980. Common and Arctic Tern populations represent one of the most important concentrations of these birds in the Gulf of St. Lawrence. Larids have increased considerably since 1925 while Alcids and Common Eiders have diminished since 1965. The birds are found mainly in the western part of the archipelago, where 71% of the breeding birds are found. Factors influencing bird distribution and population changes in the Mingan Islands are discussed.

Introduction

L'archipel de Mingan, fréquenté depuis des siècles par les Montagnais, depuis le Moyen-Âge par les pêcheurs basques et depuis 1857 par les Acadiens fondateurs de Havre-St-Pierre, représente encore de nos jours un lieu de prédilection pour la nidification de plusieurs espèces d'oiseaux marins. Composé de 23 îles et de 12 îlots, l'archipel s'échelonne sur une distance de

100 kilomètres depuis Longue Pointe de Mingan jusqu'à l'est de Havre-St-Pierre (figure 1).

Les premières observations d'oiseaux marins nichant dans ces îles sont rapportées par Bryant (1861) et font surtout mention d'une colonie de Fou de Bassan (*Morus bassanus*). Comeau (1909) avait aussi observé « deux immenses colonies de Fou de Bassan dans les îles aux Perroquets en 1857-59 ». Après eux, d'autres naturalistes ont visi-

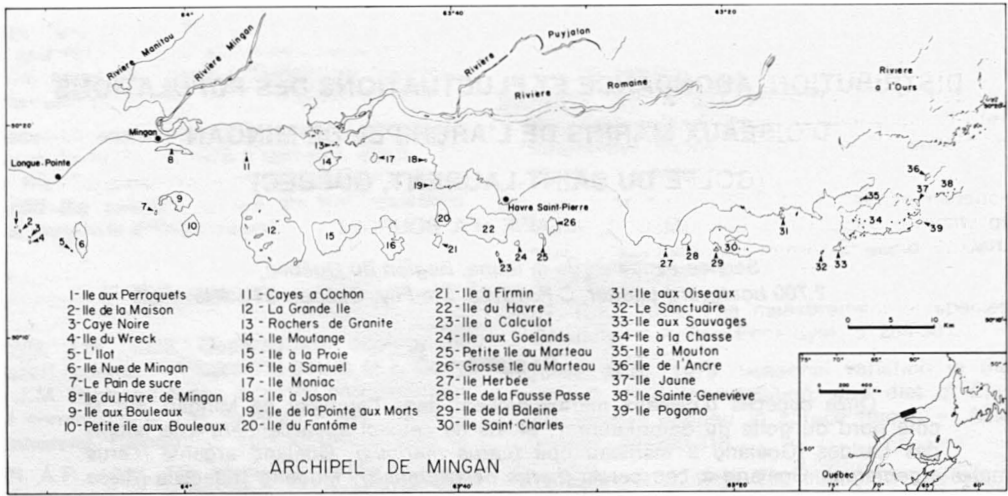


Figure 1. Les îles de l'archipel de Mingan.

té ce territoire et fourni des listes d'oiseaux observés: Couper (1881), Brewster (1884), Frazar (1887), Palmer (1890), Stearns (1891), Lucas (1891), Townsend & Bent (1910), Lewis (1922, 1923, 1925a) et Taverner (1929).

En 1925, le Service canadien de la faune (SCF) instaure un programme d'inventaires quinquennaux dans dix refuges de la Côte-Nord dont deux se trouvent dans la Minganie. L'île aux Bouleaux, la Petite île aux Bouleaux et le Pain de Sucre forment le refuge des îles aux Bouleaux (supprimé de la liste des refuges d'oiseaux migrateurs après 1972) tandis que l'île Sanctuaire et l'île aux Sauvages représentent le refuge de Betchouane. Les résultats de ces inventaires ont été publiés régulièrement (Lewis, 1925b, 1931, 1937, 1942; Hewitt, 1950; Tener, 1951; Lemieux, 1956; Moisan, 1962; Moisan & Fyfe, 1967; Nettleship & Lock 1973; Chapdelaine, 1980).

Malgré toute cette information, les populations d'oiseaux de la majorité des îles de cet archipel demeuraient encore mal documentées. À cause de la possibilité d'exploitation d'une mine de calcaire dans l'archipel et du récent prolongement de la route 132 de Sept-Îles à Havre-Saint-Pierre amenant de nombreux touristes désireux de fréquenter les îles, il importait donc d'inventorier la ressource avienne avant que ces pressions ne s'amplifient.

Le présent travail vise à apprécier l'importance des oiseaux marins de l'archipel de Mingan. À l'aide des résultats d'inventaires

quinquennaux des refuges des îles aux Bouleaux et de Betchouane depuis 1925, et des résultats du présent inventaire, nous analysons les tendances des populations pour sept espèces.

Méthode

Nous avons effectué nos inventaires entre le 7 et le 17 juin 1978. Les techniques utilisées se résument comme suit:

ANATIDÉS — Dans les îles où la superficie n'excède pas 16 ha, nous avons dénombré systématiquement tous les nids d'Eider à duvet (*Somateria mollissima*). Sur les îles de superficie supérieure à 16 ha et généralement boisées, nous avons rapporté le nombre de nids trouvés lors de randonnées à la périphérie (zone herbacée) ou à l'intérieur de l'île (zone boisée). Cette méthode fournit un indice d'abondance mais ne permet pas d'estimer la population totale de l'île. Enfin, sur l'île Nue de Mingan, nous avons dénombré les nids sur 10% de la superficie puis calculé une densité moyenne (nids/ha) et extrapolé à la superficie totale de l'île.

LARIDÉS — Nous avons utilisé cinq types d'inventaires selon les espèces, la nature des sites de nidification et la dimension des colonies: (1) dénombrement systématique des nids dans les îles de 16 hectares et moins [Goélands à manteau noir (*Larus marinus*), argenté (*L. argentatus*), à bec cerclé (*L. delawarensis*), Sterne commune et Sterne arctique (*Sterna hirundo* et *S. paradisaea*)],

(2) dénombrement systématique des nids de la Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) qui niche dans les falaises, (3) dans les îles de plus de 16 ha et où il était possible de délimiter l'aire occupée par la colonie, nous avons utilisé un système de quadrats de 25 m × 25 m permettant de connaître le nombre moyen de nids par unité de surface, puis nous avons extrapolé la densité moyenne de nids à la superficie occupée par la colonie (Goéland argenté), (4) dans les autres îles de plus de 16 ha mais où la délimitation de la colonie était difficile en raison de la topographie du milieu et de l'aire très vaste occupée par la colonie (exemple : île Nue de Mingan), nous avons sélectionné des colonies dites « contrôlées » où le nombre de nids (Np) et le nombre d'adultes (Ni) furent déterminés, puis nous avons obtenu un facteur de conversion ($K = Np/Ni$) permettant d'estimer le nombre de nids au sein des colonies où on observe seulement le nombre d'adultes présents (Goéland argenté, Sterne commune et Sterne arctique), (5) dénombrement des adultes seulement (2 adultes = 1 nid) (Goéland à manteau noir). La dernière méthode était utilisée lorsque les Goélands à manteau noir nichaient en compagnie des Goélands argentés. La différence entre un nid de Goéland à manteau noir et de Goéland argenté est parfois impossible à déterminer même si on mesure différents paramètres de la dimension des œufs.

Nous avons essayé de déterminer la proportion des deux espèces de sternes sur l'île de la Maison et l'île à Calculot en identifiant à l'espèce le plus grand nombre possible d'individus. Parmi 115 individus observés sous d'excellentes conditions, 5% étaient des Sternes arctiques. Toutefois, étant donné le faible échantillonnage et l'absence d'identification sur plusieurs autres îles, nous préférons regrouper les estimations de population pour ces deux espèces.

ALCIDÉS — Nous avons dénombré systématiquement les œufs (1 œuf = 1 nid) pour estimer la population du Godot (*Alca torda*). La population de Guillemot noir (*Cepphus grylle*) fut estimée selon le dénombrement d'oiseaux adultes autour des îles. Les colonies de Macareux moine (*Fratercula arctica*) ont fait l'objet d'un dénombrement systématique des terriers actifs, c'est-à-dire présence d'un œuf, terrier fraîchement labouré conduisant à une chambre, présence de matières fécales à l'entrée du terrier.

Résultats

Le tableau I résume la distribution et l'abondance des onze espèces d'oiseaux marins qui nichent dans l'archipel de Mingan. Les Laridés occupent une place prépondérante puisqu'ils correspondent à 97,4% des effectifs et qu'ils nichent dans la plupart des îles. Les Alcidés et les Anatidés représentent respectivement 1,5% et 1,1% des effectifs. Plus de 71% des oiseaux se concentrent dans neuf îles situées à l'extrême ouest de l'archipel tandis que l'île Sanctuaire abrite la plus grande diversité d'espèces, soit sept.

Le Goéland argenté est le plus abondant avec 3 772 nids. L'espèce occupe surtout les habitats ouverts où croissent des plantes ligneuses atteignant à peine 50 cm de hauteur, les sites semi-ouverts où elle construit des nids sous des sapins baumiers (*Abies balsamea*) et épinettes rabougries (*Picea* sp.) et exceptionnellement à l'intérieur de la forêt d'épinettes de l'île à Firmin (1 groupe de 6 nids). C'est sur l'île Nue de Mingan qu'on retrouve la plus importante colonie représentant 46% des effectifs de cette espèce (tableau I).

Le Macareux moine est l'Alcidé le plus abondant avec 138 couples. Nous croyons avoir sous-estimé la population d'Eider à duvet à cause de la difficulté à détecter les nids isolés en milieu forestier. Toutefois, l'absence de mâles autour des îles et la faible concentration de nids trouvés à l'intérieur des boisés, suggèrent une population négligeable dans ce type d'habitat. C'est sur l'île Nue de Mingan et tout particulièrement sous des épinettes et sapins rabougris que l'on trouve le plus de nids. À cet endroit, la population est estimée à seulement 58 nids ce qui constitue quand même 50% des effectifs estimés de cette espèce à travers l'archipel.

Soixante-sept pourcent des 489 nids de sternes examinés étaient vides; les autres contenaient en moyenne 1,9 œufs et la valeur de K dans l'ensemble des colonies s'établissait à 0,3 ($489 \div 1\ 625$). Ces observations démontrent que notre inventaire pour ces espèces correspondait au début de la ponte et que le nombre maximal de sternes aptes à contruire un nid n'était pas encore atteint. Nisbet (1973) et Buckley *et al.* (1977) ont démontré que K se situait aux environs de 0,90 lorsque la majorité des oiseaux présents aux colonies ont construit un nid et complété la ponte. Si ce facteur de conversion était utilisé pour transformer la valeur de 4 340 individus observés dans toutes les

TABLEAU I

Distribution et abondance des oiseaux marins nichant dans l'archipel de Mingan, 1978

Localisation des colonies	Nombre de couples ¹									
	CA	E	GM	GA	GB	MT	SCA	G	GN ²	M
Île aux Perroquets (1) ⁴									16	
Île de la Maison (2)		2	1				386	1		47
Caye Noire (3)			2				53			
Île du Wreck (4)			2				106			
L'îlot (5)		1		3			55			
Île Nue de Mingan (6)		58	27	1753			93			
Île aux Bouleaux (9)		3	13	767						
Petite île aux Bouleaux (10)	+ ³		11	525		1304			17	
Le Pain de Sucre (7)		5	5	275			8			
Île à la Proie (15)			1							
Île à Samuel (16)		5	1	6						
Île à Firmin (21)		14		79						
Île du Fantôme (20)				+						
Île à Calculot (23)			1	6			370			
Île aux Goélands (24)			3	4			88			
Petite île au Marteau (25)				+						
Récifs de Grosse île au Marteau (26)							22			
Le Sanctuaire (32)		2	3	268	76	11		3		91
Île aux Sauvages (33)		6	2	40						
Île à la Chasse (34)		11	1	42						
Île Pogomo (39)		7	5	3	905		40			
Île de l'Ancre (36)			2	1			15			
Île au Mouton (35)							17			
Île Jaune (37)							9			
Île aux Oiseaux (31)							13			
Île Sainte-Geneviève (38)	+									
Total	+	114	80	3772	981	1315	3906 ⁵ (1275)	4	33	138

1. CA = Cormoran à aigrettes; E = Eider à duvet; GA = Goéland argenté; GB = Goéland à bec cerclé; GM = Goéland à manteau noir; MT = Mouette tridactyle; SCA = Sterne commune et Sterne arctique; G = Gode; GN = Guillemot noir; M. = Macareux moine.
2. La méthode utilisée ne permet pas d'estimer le nombre de couples. Le chiffre est un nombre d'individus.
3. + : indique que l'espèce est présente mais aucune estimation n'a été faite. La nidification du Cormoran à aigrettes a été confirmée en 1980 (D. Bordage, comm. pers.)
4. Localisation des colonies sur la figure 1.
5. Nous avons obtenu ce chiffre selon un facteur de conversion du nombre d'individus observés. Le chiffre entre parenthèses est une sous-estimation (voir texte).

colonies de l'archipel de Mingan, notre estimation de la population serait de 3 906 couples ($4\,340 \times 0,90$). Compte tenu de ces explications, notre estimation de 1 275 couples de Sternes commune et arctique (tableau I) est très prudente. Notre estimation finale sera de 3 906 couples puisqu'elle nous semble plus réaliste. Les concentrations importantes de sternes se trouvent dans cinq îles basses et herbeuses de l'extrême ouest de l'archipel et représentent 54% de la population totale.

La Mouette tridactyle, adaptée pour nicher dans les falaises occupe la Petite île aux Bouleaux (1 304 nids) et l'île Sanctuaire (11 nids). À ce dernier endroit, la falaise s'élève d'à peine trois mètres et offre peu de corniches propices à la construction d'un nid. Le Goéland à bec cerclé occupe les habitats ouverts où il y a présence de la grande berce (*Heracleum maximum*). Les îles Sanctuaire et Pogomo abritent une population totale de 981 couples. Le Goéland à manteau noir est l'espèce la moins coloniale

et la moins abondante des six Laridés mentionnés ci-haut. Néanmoins, sa dispersion est aussi vaste que celle du Goéland argenté.

Discussion

IMPORTANCE DES LARIDÉS

Parmi les dix espèces d'oiseaux marins qui nichent dans l'archipel de Mingan, le Goéland argenté, la Mouette tridactyle et les sternes formes les colonies les plus populeuses. Toutefois, si nous comparons les populations de Goéland argenté et de Mouette tridactyle de la Minganie à celles de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Reed, 1975; Brown *et al.*, 1975; SCF, données inédites), nous remarquons qu'elles représentent moins de 3% des effectifs de l'aire géographique considérée. Au tableau II nous avons comparé l'importance relative de la population de sternes de l'archipel de Mingan avec celles des différentes parties du golfe du Saint-Laurent. Cette population figure parmi les plus importantes concentrations du golfe du Saint-Laurent avec ses 3 900 couples répartis à l'intérieur d'une zone côtière de 100 kilomètres.

FACTEURS BIOPHYSIQUES

L'ensemble des îles représente une superficie totale de 82,3 km² dont 67,5 km² sont occupés par la forêt coniférienne, 10,7 km²

par la tourbière et seulement 4,1 km² par la lande (Dumont, 1979). La lande correspond aux habitats ouverts ou semi-ouverts propices à la nidification du Goéland argenté, du Goéland à manteau noir, du Goéland à bec cerclé, des Sternes commune et arctique, de l'Eider à duvet et du Macareux moine. La falaise et les crans rocheux représentent des sites importants de nidification pour la Mouette tridactyle, le Gode et le Guillemot noir, mais leur superficie est difficile à quantifier. La concentration particulière des oiseaux dans la partie ouest de l'archipel s'explique en partie par la grande disponibilité de la lande (3,0 km²) dans ces îles et par la présence d'une falaise d'environ douze mètres (Petite île aux Bouleaux) occupée par la Mouette tridactyle (tableau I). Ailleurs, on retrouve environ 0,9 km² de lande sur les îles à Calculot, aux Goélants, le Sanctuaire et Pogomo, lesquelles abritent 25% des effectifs totaux. Deux autres facteurs contribueraient à rendre ces îles attrayantes pour les oiseaux. Premièrement, l'éloignement de ces îles par rapport à la terre ferme et la glace n'ayant pas d'emprise en hiver sont des empêchements physiques pour les prédateurs terrestres. Deuxièmement, la convergence des courants de deux rivières au niveau de l'île aux Bouleaux et de l'île Nue de Mingan provoque un important mélange d'eaux douces et salines rendant les eaux environnantes très productives. Nous

TABLEAU II

Estimation des populations de sternes (commune et arctique) dans différentes parties du Golfe du Saint-Laurent

Régions du Golfe	Nombre de couples	Importance relative (%)
Côte Nord moins la Minganie ¹	6 800	32,6
Minganie (Archipel de Mingan)	3 900	18,8
Gaspésie ²	500	2,4
Île Anticosti ¹	360	1,7
Îles-de-la-Madeleine ³	1 150	5,5
Nouveau-Brunswick ⁴	7 000	33,5
Île du Prince Édouard ⁴	895	4,3
Nouvelle Écosse ⁴	250	1,2
Total pour le golfe du Saint-Laurent	≅ 20 855 ⁵	

¹ Inventaire aérien, SCF, région du Québec, 12-17 juin 1978, spécialement réalisé pour cartographier toutes les colonies de sternes de la Côte Nord et de l'île Anticosti. Nous avons utilisé le facteur de conversion 0,90 pour transformer le nombre d'individus en un nombre de couples.

² Dénombrement des nids, SCF, Région du Québec, 20 juin 1979.

³ Mousseau *et al.* (*in litt.*).

⁴ Données inédites fournies par H.P. Barkhouse, SCF, Sackville, N.B.

⁵ Selon les informations fournies ≅ 3% de ce nombre seraient des sternes arctiques.

avons consigné 95% (n = 33) de nos observations de Cétacés et de Phocidés dans ce secteur.

ESPÈCES DISPARUES ET TENDANCES DES POPULATIONS

Une revue de littérature démontre que deux espèces sont disparues de cette région en tant que nicheurs. Comeau (1903), Bryant (1861), Brewster (1884), Frazar (1887) et Lucas (1891) ont tous fait mention de la présence de Fou de Bassan sur l'île aux Perroquets. Lucas (1891) aurait été le dernier à observer «une douzaine ou quinzaine d'oiseaux sur leur nid vide» et aurait imputé leur disparition aux dérangements provoqués par les résidents des villages avoisinants. La dernière mention de nidification de la Marmette commune (*Uria aalge*) sur l'île aux Perroquets provient aussi de Lucas (1891).

Les estimations de population les plus fiables dans cet archipel ne sont disponibles qu'à partir de 1925 et proviennent des inventaires quinquennaux effectués dans les refuges des îles aux Bouleaux et de Betchouane. En 1978, ces deux groupes d'îles abritaient environ 31% (tableau I) des effectifs de l'archipel ce qui en fait un échantillon valable pour documenter la fluctuation des populations des différentes espèces (sauf pour la Sterne commune et la Sterne arctique).

La population de Goéland argenté a augmenté de façon significative entre 1925 et 1972 (figure 2). Quant au Goéland à manteau noir, il démontre une augmentation de moindre importance et seulement entre 1935 et 1965. Après 1972 ces deux espèces ont diminué. La population de Mouette tridactyle augmente de façon exponentielle depuis 1940. Son taux annuel d'accroissement composé est de 11%. Ce taux est du même ordre que les 12,8% de la population de l'île Corossol (Chapdelaine, 1980) située à 100 kilomètres plus à l'ouest. La colonie de la Petite île aux Bouleaux croît régulièrement tandis que celle de l'île Sanctuaire ne peut augmenter en raison de l'habitat restreint. La population de Goéland à bec cerclé montre beaucoup de variations par rapport aux trois espèces précédentes de sorte qu'il est impossible de déterminer s'il s'agit de tendances à la hausse ou à la baisse.

La fluctuation des populations d'Eider à duvet, du Gode et du Macareux moine est illustrée à la figure 3. Ces trois espèces, après avoir connu des augmentations subs-

tantielles entre 1925 et 1965 ont beaucoup diminué depuis 1965.

CAUSES DES FLUCTUATIONS

Les causes d'augmentation et de diminution des différentes espèces depuis 1925 sont difficiles à déterminer puisque aucune étude détaillée n'a pu mettre en évidence les mécanismes de cause à effet qui sont impliqués. Néanmoins les fluctuations des populations de Goéland à manteau noir et surtout de Goéland argenté sont comparables à celles observées et documentées dans l'es-

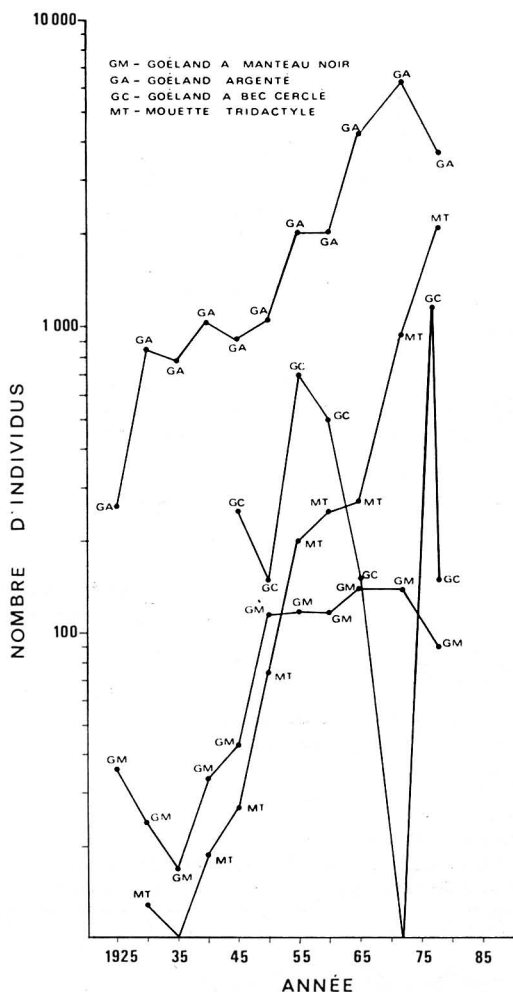


Figure 2. Tracés semilogarithmiques de la variation du nombre d'individus reproducteurs du Goéland à manteau noir, du Goéland argenté, du Goéland à bec cerclé et de la Mouette tridactyle dans les refuges des îles aux Bouleaux et de Betchouane pour la période de 1925-78.

tuaire et le golfe du Saint-Laurent (Reed, 1975; Chapdelaine, 1980; SCF, données inédites), sur les côtes de la Nouvelle-Angleterre (Drury & Kadlec, 1974; Nisbet, 1978) et même en Europe (Harris, 1970; Sharrock, 1977). Kadlec et Drury (1968) et Hunt (1972) ont suggéré la combinaison de deux événements pour expliquer l'augmentation des populations de Goéland argenté: (1) l'application des lois qui interdisent de chasser et de ramasser des œufs, (2) l'augmentation des déchets organiques près des agglomérations, des quais et des ports de pêche. À notre avis, l'interdiction de ramasser des œufs constitue une cause moins importante dans le contexte de la Minganie, car malgré la loi, la cueillette des œufs par les résidents de la Côte-Nord n'a pas cessé. Quant à la récente diminution des populations de Goéland argenté, elle serait attribuable aux baisses récentes des débarquements de poissons dans les ports de pêche ce qui signifierait une réduction de l'abondance de déchets disponibles pour ces oiseaux (Nisbet, 1978; Chapdelaine, 1980).

La très grande variabilité des effectifs de Goéland à bec cerclé est reliée aux déplacements périodiques de toute la colonie ou d'une partie de la colonie d'un endroit à un autre. Par exemple, en 1977, un total de 519 nids actifs sont rapportés sur l'île Sanctuaire (Chapdelaine, 1980) et aucun sur l'île Pogomo sise à 11 kilomètres vers l'est. En 1978, nous avons dénombré 905 nids sur l'île Pogomo contre seulement 76 sur l'île Sanctuaire. Lewis (1941) a déjà rapporté des exemples de pareils déplacements ailleurs sur la Côte-Nord.

L'accroissement exponentiel de la population de Mouette tridactyle est observé dans plusieurs colonies du golfe du Saint-Laurent. On assiste même à la colonisation de nouveaux sites sur la Côte-Nord (Chapdelaine, 1980), en Gaspésie (SCF, données inédites) et aux îles de la Madeleine (Burton *in litt.*). Les causes de cette explosion démographique demeurent inconnues.

La hausse parallèle de l'Eider à duvet et du Goéland argenté entre 1925-55 a été signalée dans l'estuaire du Saint-Laurent (Reed, 1975) et sur la côte du Maine (Drury, 1973a). L'association de ces deux espèces sur les sites de nidification paraît complexe et difficile à interpréter. La prédation du Goéland argenté sur les œufs et les jeunes eiders est bien connue (Bourget, 1973). Cette interaction n'a cependant pas empêché l'Eider à duvet d'être prolifique et de main-

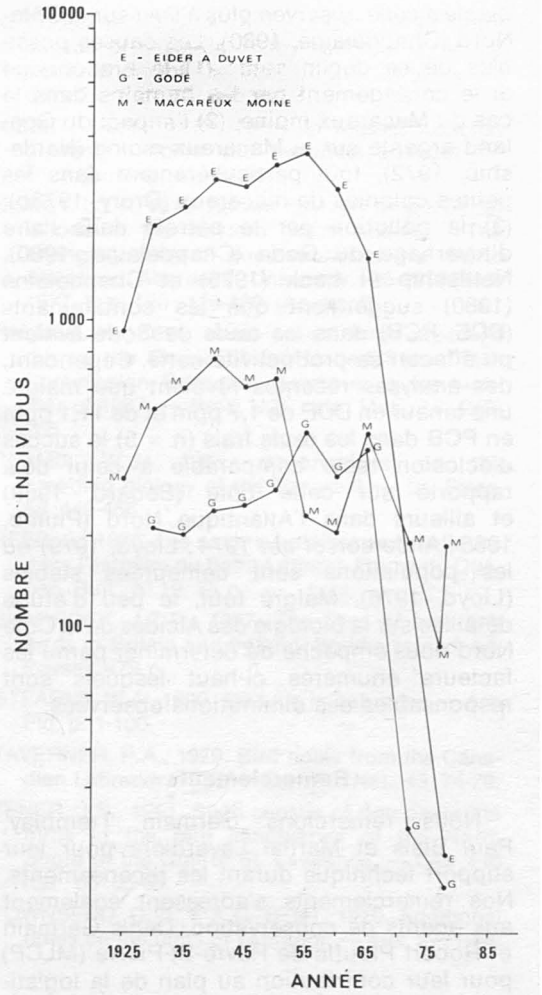


Figure 3. Tracés semilogarithmiques de la variation du nombre d'individus reproducteurs de l'Eider à duvet, du Gode et du Macareux moine dans les refuges des îles aux Bouleaux et de Betchouane pour la période de 1925-78.

tenir des effectifs élevés (Reed, 1975; Drury, 1973b). Toutefois, la diminution draconienne de l'Eider à duvet dans l'archipel de Mingan depuis 1965 va tout à fait à l'encontre de ce qui se passe dans l'estuaire du Saint-Laurent et sur la côte du Maine. Aussi, ce phénomène de diminution pourrait bien être relié, d'après nous, à l'interruption de gardiennage depuis 1966.

Les Alcides de l'archipel de Mingan représentent environ seulement 1% de toute la population de ce groupe d'oiseaux le long de la Côte Nord (SCF, données inédites). Néanmoins leur diminution récente est sem-

blable à celle observée plus à l'est sur la Côte-Nord (Chapdelaine, 1980). Les causes possibles de ce déclin sont: (1) le braconnage et le dérangement par les humains dans le cas du Macareux moine, (2) l'impact du Goéland argenté sur le Macareux moine (Nettleship, 1972), tout particulièrement dans les petites colonies de macareux (Drury, 1973b), (3) la pollution par le pétrole dans l'aire d'hivernage du Gode (Chapdelaine, 1980). Nettleship et Lock (1973) et Chapdelaine (1980) suggéraient que les contaminants (DDE, PCB) dans les œufs de Gode avaient pu affecter sa productivité nette. Cependant, des analyses récentes révèlent que malgré une teneur en DDE de 1,7 ppm et de 11,1 ppm en PCB dans les œufs frais ($n = 5$) le succès d'éclosion reste comparable à celui déjà rapporté sur cette côte (Bédard, 1969) et ailleurs dans l'Atlantique Nord (Plumb, 1965; Anderson *et al.*, 1974; Lloyd, 1979) où les populations sont demeurées stables (Lloyd, 1976). Malgré tout, le peu d'étude détaillée sur la biologie des Alcidés de la Côte Nord nous empêche de déterminer parmi les facteurs énumérés ci-haut lesquels sont responsables des diminutions observées.

Remerciements

Nous remercions Germain Tremblay, Paul Blais et Martial Laverdière pour leur support technique durant les recensements. Nos remerciements s'adressent également aux agents de conservation, Denis Germain et Robert Plouffe de Havre-St-Pierre (MLCP) pour leur contribution au plan de la logistique. Austin Reed et Jean-Luc DesGranges ont commenté le manuscrit et nous les en remercions.

Références

- ANDERSON, A., T. ODSJO & M. OLSON, 1974. Häckningsresultat hos tordmule i Stocholms Skärgård i relation till äggskalstjocklek och halter av DDT, PCB och Kvicksilver i ägg. — Statens Naturvårdsverk PM 483, 30 p.
- BÉDARD, J., 1969. Histoire naturelle du Gode, *Alca torda* L., dans le golfe Saint-Laurent, province de Québec, Canada. — Étude du Service canadien de la faune, n° 7, 79 p.
- BOURGET, A., 1973. Relation of Eiders and Gulls nesting in mixed colonies in Penobscot Bay, Maine. — *Auk*, 90:809-820.
- BREWSTER, W., 1884. Notes on the birds observed during a summer cruise in the Gulf of St. Lawrence. — *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, 22:364-412.
- BROWN, R.G.B., D.N. NETTLESHIP, P. GERMAIN, C.E. TULL & T. DAVIS, 1975. Atlas des oiseaux de mer de l'est du Canada. Service canadien de la faune, Ottawa, 220 p.
- BRYANT, H., 1861. Remarks on some of the birds that breed in the Gulf of St. Lawrence. — *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, 8:65-75.
- BUCKLEY, P.A., M. GOCHFELD & F.G. BUCKLEY, 1977. Efficacy and timing of aerial censuses of some colonial waterbirds on Long Island, New York: a preliminary analysis. — *Proc. Colon. Waterbird Group 1977 Conf.*, p. 48-61.
- CHAPDELAINE, G., 1980. Onzième inventaire et analyse des fluctuations des populations d'oiseaux marins dans les refuges de la Côte Nord du Golfe Saint-Laurent. — *Can. Fld Nat.*, 94:34-42.
- COMEAU, N.A., 1909. Life and sport on the North Shore of the Lower St. Lawrence and Gulf, Québec. — Daily Telegraph Printing House, 440 p.
- COUPER, W., 1881. Birds nesting in Labrador. — *Canadian Sportsman and Naturalist*, 1:50-52.
- DRURY, W.H., 1973a. Population changes in New England seabirds. — *Bird-Banding*, 44:267-313.
- DRURY, W.H., 1973b. Population changes in New England seabirds. — *Bird-Banding*, 45:1-15.
- DUMONT, A., 1979. Au cœur de la Minganie. — *Ressources Québec*, 3:7-11.
- FRAZAR, M.A., 1887. An ornithologist's summer in Labrador. — *Ornithologist and Oölogist*, 12:1-3.
- HARRIS, M.P., 1970. Rates and causes in increases of some British gull populations. — *Bird Study*, 17:325-335.
- HEWITT, O.H., 1950. Fifth census of non-passerine birds in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 64:73-76.
- HUNT, G.L., 1972. Influence of food distribution and human on the reproductive success of Herring Gulls. — *Ecology*, 53:1051-1061.
- KADLEC, J.A. & W.H. DRURY, 1968. Structure of the New England herring gull population. — *Ecology*, 49:644-676.
- LEMIEUX, L., 1956. Seventh census of non-passerine birds in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 70:183-185.
- LEWIS, H.F., 1922. Notes on some Labrador birds. — *Auk*, 39:507-516.
- LEWIS, H.F., 1923. Additional notes on birds of the Labrador Peninsula. — *Auk*, 40:135-137.
- LEWIS, H.F., 1925a. Notes on birds of the Labrador Peninsula in 1924. — *Auk*, 42:278-281.
- LEWIS, H.F., 1925b. The new bird sanctuaries in the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 45:73-78.

- LEWIS, H.F., 1931. Five year's progress in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 45: 73-78.
- LEWIS, H.F., 1937. A decade of progress in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 51: 51-55.
- LEWIS, H.F., 1941. Ring-billed Gulls of the Atlantic Coast. — *Wilson Bull.*, 53: 22-30.
- LEWIS, H.F., 1942. Fourth census of the non-passerine birds in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 56: 5-8.
- LLOYD, C.S., 1976. An estimate of the world breeding population of the Razorbill. — *Br. Birds*, 69: 298-304.
- LLOYD, C.S., 1979. Factors affecting breeding of Razorbills (*Alca torda*) on Stockholm. — *Ibis*, 121: 165-176.
- LUCAS, F.A., 1891. Explorations in Newfoundland and Labrador in 1887, made in connection with the cruise of the United States Fish Commission Schooner Grampus. — *Report U.S. natn. Mus.*, for 1888-89, p. 709-728.
- MOISAN, G., 1962. Eighth census of non-passerine birds in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 76: 78-82.
- MOISAN, G. & R.W. FYFE, 1967. Ninth census of non-passerine birds in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 81: 67-70.
- NETTLESHIP, D.N., 1972. Breeding success of the common puffin, *Fratercula arctica* L., on different habitats at Great Island Newfoundland. — *Ecol. Monogr.*, 42: 239-268.
- NETTLESHIP, D.N. & A.R. LOCK, 1973. Tenth census of seabirds in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 87: 395-402.
- NISBET, I.C.T., 1973. Terns in Massachusetts: present numbers and historical changes. — *Bird-Banding*, 44: 27-55.
- NISBET, I.C.T., 1978. Recent changes in gull populations in the western North Atlantic. «The changing seabird populations of the North Atlantic», Aberdeen University, 26-28 March 1977, *Ibis*, 120: 129-130. [Abstract].
- PALMER, W., 1890. Notes on the birds observed during the Cruise of the United States Fish Commission Schooner Grampus in the summer of 1887. — *Proc. U.S. natn. Mus.*, 13: 249-265.
- PLUMB, W.J., 1965. Observations on the breeding biology of the Razorbill. — *Br. Birds*, 58: 449-456.
- REED, A., 1975. Les colonies d'oiseaux aquatiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. *Faune du Québec*, Bull., n° 19, 76 p.
- SHARROCK, J.T.R., 1977. The atlas of breeding birds in Britain and Ireland. Berkhamstead, ed. Poyser, 479 p.
- STEARNS, W.A., 1890. Bird life in Labrador. — *Am. Fld.*, p. 1-100.
- TAVERNER, P.A., 1929. Bird notes from the Canadian Labrador, 1928. — *Can. Fld Nat.*, 43: 74-79.
- TENER, J.S., 1951. Sixth census of non-passerine birds in the bird sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence. — *Can. Fld Nat.*, 65: 65-68.
- TOWNSEND, C.W. & A.C. BENT, 1910. Additional notes on the birds of Labrador. — *Auk*, 27: 1-18.

THE VASCULAR FLORA OF AKIMISKI ISLAND, JAMES BAY, N.W.T.

J.L. RILEY

Department of Botany, Royal Ontario Museum,
Toronto, Ontario M5S 2C6

Résumé

L'île Akimiski, une île d'environ 2 300 km² dans la baie James, a été peu étudiée botaniquement. Ce rapport ajoute 86 espèces à la flore connue de l'île et catalogue les distributions sur l'île des 211 taxons qui y sont maintenant connus. L'affinité floristique entre la côte nord de l'île (vers l'ouest jusqu'au cap Duncan) et la côte ouest de la baie James au nord de Lake River semble être plus forte que l'affinité entre les côtes nord et sud de l'île Akimiski. Ces dernières côtes constituent la limite nord de sept espèces qui ont une répartition limitée dans le sud de la baie James.

Abstract

Akimiski Island, an island of about 2 300 km² in James Bay, has received little botanical study. This report adds 86 species to its known vascular flora and catalogues the island distributions of all 211 taxa now known from Akimiski Island. The floristic affinity between the north coast of the island (west to Cape Duncan) and the western James Bay coast appears to be stronger than that between the north and south coasts of the island. The latter coasts mark the northern limits of seven species with restricted southwestern James Bay distributions.

Introduction

The history of botanical work on Akimiski Island and neighbouring islands such as Île Manawan (53°01' N, 82°09' W) and Gasket Shoal (52°25' N, 80°15' W) is very brief. In 1929, A. E. Porsild spent three days on the western end of the island, collecting 67 numbers (Baldwin, 1953; Porsild, pers. comm.) (Fig. 1, site 1). These were reported by Dutilly, Lepage & Duman (1958), as were the 1940 collections of H. Lewis of the Canadian Wildlife Service, also apparently from the western end of the island. Dutilly & Lepage collected for one day in 1946, also at the western tip of the island (52°56' N, 82° W). The above collections documented an island flora of 94 collected taxa and 4 other taxa noted but not collected.

Gasket Shoal, about 0.3 km² at high tide, was visited in 1949 by Baldwin (1953), and was catalogued as supporting 33 taxa of vascular plants (Fig. 1, site 6). Île Manawan, a small islet between Akimiski Island and the west coast of James Bay (not yet in Canadian gazetteers) was visited on two different occasions by Dutilly & Lepage in 1946 and 1953, and once by Duman in 1953. Materials collected on those occasions were

catalogued (Dutilly *et al.*, 1958) as 36 collected taxa and 2 other observed taxa. The published floras of these two small islands may be close to complete, but that of Akimiski Island has remained poorly inventoried, with visits only to the western tip of the island. In 1947, Manning (1952) travelled completely around the island, making geological and ornithological observations, and a few botanical observations from the Cape Duncan area. The complete floristic data known up to 1953 was 126 taxa.

For a short period there was an Akimiski Island post of the Hudson Bay Company on the southwest shore of this uninhabited island. Its location is not precisely known but the present hunt camp site and the report of *Carum carvi* on that part of the coast suggests the probable site. This species is a predictable associate at other Hudson Bay Company posts throughout the Hudson Bay Lowland.

Description of the island

Akimiski Island has an area of about 2 300 km², with four small areas of outcrop of Silurian limestones along the northeast coast (Norris *et al.*, 1968). The island's surficial

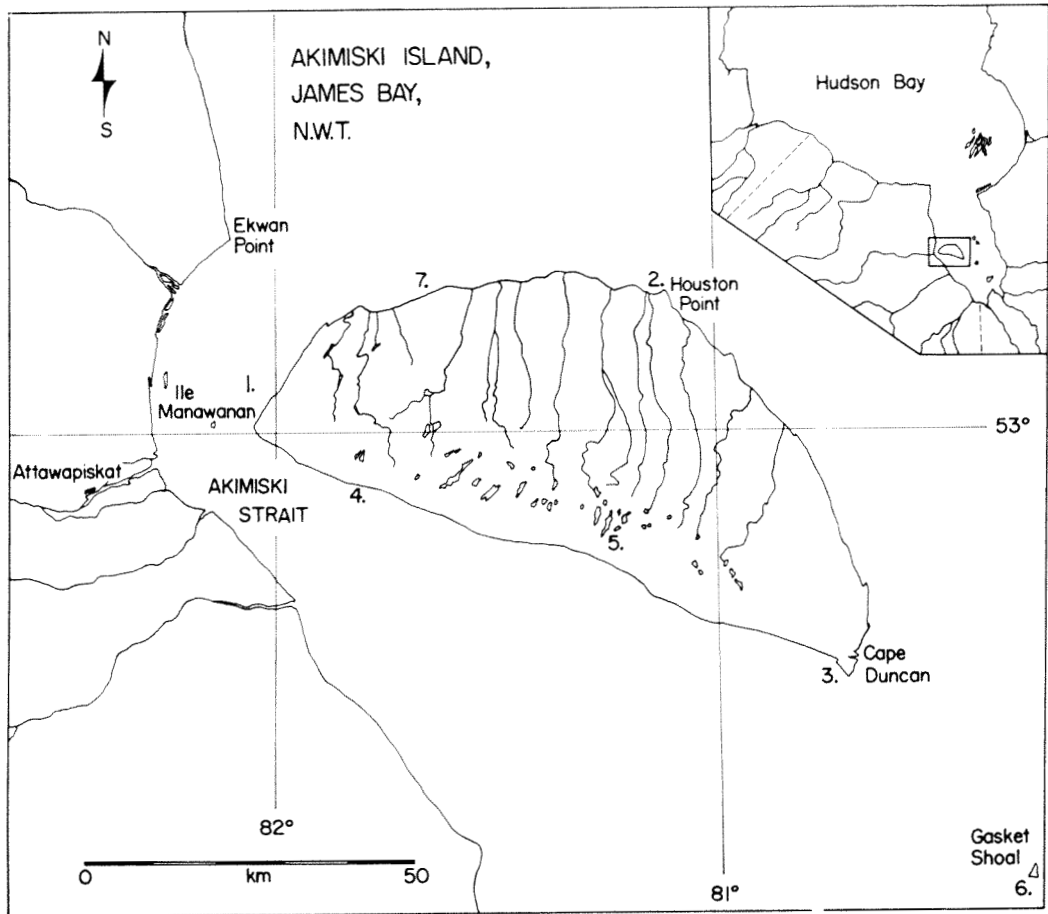


Figure 1. Locations of collection sites on Akimiski Island, James Bay. Numbers refer to locations and habitats described in the introduction to the species checklist and in the text.

geomorphology of marine silts and clays, and coarsely sorted beachridges overlies Paleozoic substrates. The south coast generally rises rapidly to a lichen woodland ridge complex (maximum elevation ca. 50 m A.S.L.) running as far east as Cape Duncan, with drainage northward towards the wide shallow coastal marshes of the north shore. The lichen woodlands support a mosaic of post-fire successions.

Black spruce swamp and black spruce 'islands' are common in the interior, but open and graminoid bog systems (implying greater peat accumulations) appear to be uncommon, as is the case within ca. 40 km of the adjacent west coast of James Bay. Open and lowshrub fens, often patterned, and willow thickets dominate the northern interior of the island. The wide intertidal

and supratidal meadow marsh along the northwest coast are uninterrupted by beachridges. In this area, the exceptional combination of expansive supratidal meadows grading into extensive low willow thicket/pool communities provides desirable local habitat for Snow Geese, which breed in significant numbers along the northwest coast.

Recent field studies

On 26-28 July 1971, H. Lumsden (Ontario Ministry of Natural Resources) collected a dozen specimens on the northwest shore of the island during Snow Goose studies (Fig. 1, site 7). These specimens are in the herbarium of the University of Toronto.

In mid-July 1978, W. Glooschenko of the Canada Centre for Inland Waters (Environ-

ment Canada, Burlington) visited three locations on Akimiski Island (Fig. 1, sites 2,3): Houston Point (graminoid fen and lowshrub beachridges, 53 collections); near Cape Duncan (lowshrub beachridges and brackish shoreline meadow marsh, 21 collections; 52°40' N, 80°45' W); and 2 km inland (N) of Cape Duncan (black spruce-lichen-moss beachridge woodland, 14 collections). These specimens were forwarded to R. Sims (Great Lakes Forest Research Centre, Sault Ste. Marie, Ontario) and myself for identification.

On 7 August 1978, I collected 107 numbers from three island locations (Fig. 1, sites 2, 4, 5): along the southwest shore (52°57' N, 81°50' W); in an open interior graminoid fen (pH 6.5, av. peat depth 30 cm) and adjacent black spruce-lichen beachridge woodland (52°51' N, 81°16' W); and at Houston Point in tidal meadow marsh, limestone pavement shoreline areas and adjacent gravel beachridges.

Discussion

These field studies bring the total vascular flora of Akimiski Island to 211 taxa (see Appendix), to which I estimate another 70 taxa could be added in future studies. No shallow marshes, beaver meadows, post-fire ridge systems, larch fens, black spruce swamp or thickets have yet been sampled on the island. As well, the graminoid and lowshrub fens have been scarcely touched. However, the flora of Akimiski Island does appear to be species-poor in comparison with the adjacent western James Bay coast. South of the Attawapiskat River this coast (up to 15 km from the coast) has a vascular flora of almost 450 taxa (Riley & McKay, 1980). North of Lake River, the Cape Henrietta Maria maritime tundra and coast supports a flora of almost 320 taxa (Riley, 1980). The western James Bay coast between the Attawapiskat River and Lake River, like Akimiski Island, is relatively species poor, with few of the taxa characteristic of more arctic areas to the north or characteristic of the southwestern James Bay coast, with its rich estuarine communities and notably disjunct salt marsh species (Riley & McKay, 1980).

On Akimiski Island the present data base suggests that the north coast, from the western tip of the island to Cape Duncan, has affinities with the James Bay coast north of Lake River. The occurrence there of taxa such as *Ranunculus hyperboreus*, *R. pedatifidus*, *Arabis arenicola*, *Saxifraga hirculus*,

Potentilla nivea, *P. pulchella*, *Dryas integrifolia*, *Oxytropis viscida* var. *hudsonica*, *Linum lewisii* ssp. *lepagei*, *Pyrola rotundifolia* ssp. *grandiflora*, *Andromeda polifolia*, *Castilleja rauhii*, *Pedicularis sudetica* and *Tripleurospermum phaeocephalum*, suggests a stronger floristic similarity between the north shore of Akimiski Island and the Lake River-Cape Henrietta Maria area than between the north shore of Akimiski Island and the south shore. However, northern elements such as *Tofieldia pusilla*, *Kobresia simpliciuscula*, *Arctostaphylos alpina* var. *alpina*, and *Bartsia alpina* also occur in open graminoid fen in the southern part of the island. The last three of these taxa occur on Akimiski at their southernmost distributional limits in the Hudson Bay Lowland although they occur further southward on the eastern side of James Bay.

The island's shorelines mark the northernmost locations of such characteristic southwestern James Bay species as *Glaux maritima* var. *obtusifolia*, *Spergularia canadensis*, *Ligusticum scoticum*, *Suaeda calceoliformis*, *Carex paleacea* (occurs rarely north along James Bay to the Swan River; Dutilly *et al.*, 1958), *Artemisia tilisii* ssp. *elatior*, and *Scirpus rufus* var. *neogaeus*. The latter three taxa are also known from Churchill, Manitoba, but the latter two are not known between there and Akimiski Island.

In terms of the overall geographic affinities of the flora, over 90% of the taxa are transcontinental in their continental distributions, 5% (10 taxa) are restricted continentally east of ca. 94° W, and a similar number of taxa (11) may be considered to be effectively western in their distributions although they penetrate east to James Bay in narrow latitudinal bands. One taxa is an endemic (*Linum lewisii* ssp. *lepagei*) and three taxa are introduced. If one codes the continental distributions of the native taxa according to the approach of Scoggan (1978-79), geographic affinities can be calculated as the relative percentage of occurrences by Akimiski Island taxa in each continental latitudinal floristic zone: high arctic, 5%; low arctic, 17%; high subarctic, 25% low subarctic, 27%; and high temperate, 26%. While comparable figures are not available for other local Canadian floras, these proportions are very close to the similarly calculated percentages for the western James Bay coast south of Lake River, and closer to those of the Ekwana/Winisk River basins than to either the Moose River basin or Cape Henrietta Maria (Riley, 1980).

These calculations of affinity are not strictly comparable to those for other regions, but the proportions of all arctic, subarctic (= boreal) and temperate species is much more similar to those of Bic and the Gaspé (Scoggan, 1950) than to areas such as the northern Clay Belt of Ontario and Québec (Baldwin, 1958). However, as previously noted, the Akimiski Island flora, as presently documented, is very species poor compared with the floras of either the Hudson Bay Lowland as a whole (ca. 930 taxa; Riley, 1980), Bic and the Gaspé (ca. 1150; Scoggan, 1950) or the northern Clay Belt (ca. 1000; Baldwin, 1958).

Acknowledgments

I would like to thank W.A. Glooschenko, R.A. Sims and H.G. Lumsden for forwarding specimens and allowing publication of specimen data, and the Ontario Centre for Remote Sensing for providing transportation to the island.

References

- BALDWIN, W.K.W., 1953. Plants from two small island habitats in James Bay. — *Bull. natn. Mus. Can.*, 128: 154-167.
- BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the Clay Belt of northern Ontario and Quebec. — *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 156, 324 p.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE & M. DUMAN, 1958. Contribution à la flore des îles (TNO) et du versant orientale de la baie James. — *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am., Washington, D.C.*, 9 F., 199 p.
- MANNING, T.H., 1952. Birds of the west James Bay and southern Hudson Bay coast. — *Bull. natn. Mus. Can.*, 125, Biol. Ser., 43: 1-114.
- NORRIS, A.W., B.V. SANFORD & R.T. BELL, 1968. Geology of the Hudson Bay Lowlands (Operation Winisk). — *Geol. Surv. Can.*, Pap. no. 67-60, 118 p.
- RILEY, J.L., 1980. The flora and phytogeography of the Hudson Bay Lowland. — M. Sc. thesis, Univ. Toronto, Botany Dept., 436 p.
- RILEY, J.L. & S.M. McKay, 1980. The vegetation and phytogeography of coastal southwestern James Bay. — *Contr. R. Ontario Mus., Life Sci.* no. 124, 86 p.
- SCOGGAN, H.J., 1950. The flora of Bic and the Gaspé peninsula, Québec. — *Bull. natn. Mus. Can.*, no. 115, 399 p.
- SCOGGAN, H.J., 1978-79. The flora of Canada. Pts. 1-4. — *Natn. Mus. Nat. Sci., Publ. Botany*, no. 7, 1711 p.

Appendix

CHECKLIST

This checklist includes all known published and specimen records from Akimiski Island. Checklist annotations refer to the numbered locations and habitats indicated below, followed by the locations of voucher specimens seen; TRT for the Herbarium of the University of Toronto, CAN for the National Museum of Natural Sciences, Ottawa, and DAO for the Plant Biosystematics Research Institute Herbarium, Agriculture Canada, Ottawa. The checklist follows the order of families in Dutilly *et al.*, 1958, with genera ordered alphabetically within families.

Locations referred to in checklist and map:

1. West end of Akimiski Island;
 - a. on Akimiski Island.
 - b. Île Manawanan.
2. Houston Point;
 - a. intertidal meadow marsh.
 - b. graminoid fen.
 - c. lowshrub beachridges.
 - d. limestone pavement shoreline.
3. Cape Duncan;
 - a. brackish meadow marsh.
 - b. lowshrub beachridges.
 - c. black spruce-lichen beachridge woodland.
4. Southern shore of Akimiski Island.
5. Southern interior;
 - a. graminoid fen.
 - b. black spruce-lichen beachridge woodland.
6. Gasket Shoal.
7. Northwest shore.

- Equisetum arvense* L. — 3c (TRT).
E. variegatum Schleicher — 5a (TRT).
Botrychium lunaria (L.) Sw. — 1a, 2c (TRT), 2d (TRT), 6.
B. minganense Vict. — 1a (not DAO, TRT, CAN).
Juniperus communis L. (ssp. *nana* (Willd.) Syme)
var. *montana* Ait. (var. *saxatilis* attrib. Pallas by Willd.) — 2d (TRT).
var. *depressa* Pursh — 1a, 6.
Larix laricina (DuRoi) K. Koch — 2b (TRT), 5a (TRT).
Picea glauca (Moench) Voss
var. *glauca* — 3, 4 (TRT).
var. *porcildii* Raup — 2d (TRT).
Picea mariana (Mill.) BSP. — 3c, 5b.
Sparanium angustifolium Michx. — 1a.
Potamogeton alpinus Balbis — 1a (CAN).
P. filiformis Pers. — 1a, b.
P. gramineus L. — 1a.
Zannichellia palustris L. — 1a (CAN).
Zostera marina L. — 1a.
Triglochin maritimum L. — 5a (TRT).
T. palustris L. — 2b (TRT).
Agropyron trachycaulum (Link) Malte
var. *trachycaulum* — 1a.
var. *novae-angliae* (Scribn.) Fern. — 4 (TRT).
Calamagrostis stricta (Timm.) Koeler
(C. *neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. & Scribn.)
— 1a, b, 2b (TRT), 2d (TRT), 3c (TRT).
Dupontia fisheri R. Br.
ssp. *psilosantha* (Rupr.) Hult. — 3a (TRT).
Elymus mollis Trin.
ssp. *mollis* (E. *arenarius* L. var. *villosus* Mey.)
— 1b, 4 (TRT), 6.
Festuca brachyphylla Schult. — 2d (TRT), 6.
F. rubra L. var. *rubra* — 2d (TRT), 3a (TRT), 4 (TRT).
F. saximontana Rydb. — 1a, b, 2d (TRT).
Hierochloa odorata (L.) Beauv.
(H. *hirta* (Schrank) Borbas ssp. *arctica* (Presl)
Weim.) — 1a, 2c (TRT).
Hordeum jubatum L. — 1b, 2d (TRT).
Poa alpina L.
(P. *commutata* Gandoger) — 1a (CAN).
P. arctica R. Br. ssp. *arctica* — 6 (CAN).
P. glauca Vahl — 1b, 2d (TRT), 4 (TRT).
P. palustris L. — 1b.
P. pratensis L.
var. *alpigena* Fries — 2d (TRT).
Puccinellia lucida Fern. & Weath.
(incl. *P. macra* of reports) — 1a, b (DAO), 2a (TRT).
P. phryganodes (Trin.) Scribn. & Merr. — 1a (CAN), 2a (TRT).
Trisetum spicatum (L.) Richter
var. *spicatum* (*T. triflorum* (Bigel.) Löve & Löve)
— 2d (TRT).
Carex aquatilis Wahl. — 2b (TRT).
C. aurea Nutt. — 2b (TRT).
C. brunnescens (Pers.) Poir. — 6 (CAN).
C. capillaris L. — 5a (TRT).
C. chondorhiza L. f. — 5a (TRT).
C. concinna R. Br. — 1a (CAN).
C. diandra Schrank — 2b (TRT).
C. glareosa Wahl. — 2c (TRT).
C. gynocrates Wormskj. — 5a (TRT).
C. interior Bailey — 5a (TRT).
C. leptalea Wahl. — 5a (TRT).
C. limosa L. — 5a (TRT).
C. livida (Wahl.) Willd. — 5a (TRT).
C. mackenziei Krecz. — 3a (TRT).
C. media R. Br. (*C. norvegica* L. var. *interalpina*
(Wahl.) Boivin) — 1a.
C. paleacea Wahl. — 1a, 7 (TRT).
C. praticola Rydb. — 1a.
C. subspathacea Wormskj. — 1a (CAN), 7 (TRT).
C. vaginata Tausch — 1a.
Eriophorum angustifolium Honck. — 1a (CAN),
2b (TRT).
E. russeolum Fries var. *russeolum* — 2b (TRT).
E. viridicarinum (Engelm.) Fern. — 5a (TRT).
Kobresia simpliciuscula (Wahl.) Mack. — 5a (TRT).
Scirpus rufus (Huds.) Schrader
var. *neogaeus* Fern. — 2b (TRT).
Juncus alpinus Vill. — 5a (TRT).
J. balticus Willd.
var. *littoralis* Engelm. — 5a (TRT), 6, 7 (TRT).
J. triglumis L.
ssp. *albescens* (Lange) Hult. — 5a (TRT).
Luzula parviflora (Ehrh.) Desv. — 3c (TRT).
Smilacina trifolia (L.) Desf. — 5a (TRT).
Tofieldia glutinosa (Michx.) Pers. — 5a (TRT).
T. pusilla (Michx.) Pers. — 5a (TRT).
Iris versicolor L. — 2b (TRT).
Calypso bulbosa (L.) Oakes
var. *americana* (R. Br.) Luer — 1a.
Corallorhiza trifida Chat. — 1a.
Cypripedium passerinum Rich. — 1a.
Listera borealis Morong — 1a (CAN).
Platanthera dilatata (Pursh) Lindl. — 5a (TRT).
P. hyperborea (L.) Lindl. — 2b (TRT), 5a (TRT).
P. obtusata (Banks) Lindl. — 1a, 2b (TRT).
Spiranthes romanoffiana Cham. — 5a (TRT).
Populus balsamifera L. — 2d (TRT), 3, 4 (TRT).
Salix bebbiana Sarg. — 1a.
S. brachycarpa Nutt. — 1b, 2d (TRT).
S. candida Fluegge ex Willd. — 1b.
S. glauca L. var. *callicarpaea* (Trautv.) Böcher —
1a, b, 2d (TRT).
S. glaucophylloides Fern. — 2d (TRT), 6.
S. myrtilifolia Anderss. — 1b.
Myrica gale L. — 5a (TRT).
Alnus rugosa (DuRoi) Spreng. — 3.
Betula pumila L.
var. *glandulifera* Regel (incl. *B. glandulosa*
Michx.) — 1a, 2b (TRT), 3b (TRT), 5a (TRT).
Comandra livida Rich. — 3c (TRT), 5b (TRT).
Polygonum fowleri Robins. — 1a, 2a (TRT).
P. viviparum L. — 5a (TRT).
Rumex occidentalis S. Wats. — 7 (TRT).
Salicornia europaea L. — 1b.
Suaeda calceoliformis (Hook.) Moq. — 1b.
Arenaria lateriflora L. — 1a, b, 2d (TRT), 3b (TRT),
6.
Honckenya peploides (L.) Ehrh. — 2c (TRT), 4
(TRT), 6.
Minuartia dawsonensis (Britt.) Mattf. — 1a.
Spergularia canadensis (Pers.) D. Don — 1b (DAO),
2a (TRT).
Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong. — 7 (TRT).
S. humifusa Rottb. — 1b, 2a (TRT).

- S. longifolia* Muhl. — 2c (TRT), 3c (TRT).
S. longipes Goldie (s.l.) — 1a, 2c (TRT), 4 (TRT), 6.
Actaea rubra (Ait.) Willd. — 1a.
Anemone canadensis L. — 1a.
A. multifida Poir. — 1a, 2c (TRT), 2d (TRT), 6.
Caltha palustris L. — 7 (TRT).
Ranunculus cymbalaria Pursh — 1a.
R. hyperboreus Rottb. — 3a (TRT).
R. macounii Britt. — 1a.
R. pedatifidus Sm. — 1a, 6.
Thalictrum venulosum Trel. — 1a, 4 (TRT).
Arabis arenicola (Rich.) Gel. — 1a, b.
Draba aurea M. Vahl — 2c (TRT), 2d (TRT), 3b (TRT), 4 (TRT), 6.
D. glabella Pursh — 1a, b, 6 (CAN).
D. incana L.
 (incl. var. *confusa* (Ehrh.) Lilj.) — 1a, 3b (TRT).
Rorippa palustris (L.) Besser
 ssp. *glabra* (Schulz) Stuckey var. *glabrata*
 (Lunell) Stuckey — 1a.
Drosera anglica Huds. — 5a (TRT).
Parnassia parviflora DC. — 5a (TRT).
Ribes oxycanthoides L. — 1a, 2d (TRT), 6.
Ribes triste Pall. — 1a.
Saxifraga hirculus L. — 2b (TRT).
S. tricuspidata Rottb. — 1a, 2d (TRT), 3b (TRT), 6.
Dryas integrifolia M. Vahl — 2d (TRT).
Fragaria virginiana Duchesne — 1a, b, 2c (TRT),
 2d (TRT), 6.
Geum macrophyllum Willd.
 var. *perincisum* (Rydb.) Raup. — 1a.
Potentilla anserina L.
 var. *anserina* — 3b (TRT).
 var. *groenlandica* Tratt. (*P. egedii* Wormsk. var.
groenlandica (Tratt.) Pol.) — 1a, b, 6.
P. crantzii (Crantz) Beck. — 1a (not CAN, DAO,
 TRT).
P. fruticosa L. — 2b (TRT).
P. multifida L. — 1b (TRT), 2c (TRT), 6.
P. nivea L. — 1a (CAN).
P. pensylvanica L.
 var. *pectinata* (Raf.) Lepage — 1a (CAN), 2c
 (TRT).
P. pulchella R. Br. — 6.
Rubus acaulis Michx. — 1a, 2c (TRT).
R. chamaemorus L. — 5b (TRT).
Astragalus alpinus L. — 1a, 4 (TRT), 5b (TRT).
Hedysarum alpinum L. var. *americanum* Michx. —
 5b (TRT).
H. mackenzii Rich. — 1a (CAN).
Lathyrus maritimus L. var. *pellitus* (Fern.) Gl. —
 1a (CAN), 2c (TRT), 2d (TRT), 3b (TRT), 4 (TRT),
 6.
L. palustris L. 1a.
Oxytropis viscida Nutt. var. *hudsonica* (Greene)
 Barneby — 1a.
Linum lewisii Pursh ssp. *lepagei* (Boivin) Mosquin
 — 1a, 2d (TRT), 3b (TRT).
Empetrum nigrum L. — 1a, 3b (TRT), 5b (TRT), 6.
Viola renifolia Gray — 1a.
Shepherdia canadensis (L.) Nutt. — 1a, 2c (TRT),
 2d (TRT), 6.
Epilobium angustifolium L. — 5b (TRT), 6.
E. palustre L. — 3a (TRT).
Hippuris vulgaris L. — 1a, 7 (TRT).
Ligusticum scoticum L. — 1a, b, 2d (TRT), 3a
 (TRT).
Carum carvi L. — 1a.
Sium suave Walt. — 1a.
Cornus canadensis L. — 3c (TRT), 5b (TRT).
Moneses uniflora (L.) Gray — 1a.
Orthila secunda (L.) House — 1a, 2d (TRT).
Pyrola asarifolia Michx. — 2b (TRT), 2d (TRT),
 3c (TRT).
P. chlorantha Sw. — 1a.
P. rotundifolia L. ssp. *grandiflora* (Rad.) Andres. —
 1b.
Andromeda glaucophylla Link — 5a (TRT).
A. polifolia L. — 2b (TRT).
Arctostaphylos alpina (L.) Spreng.
 var. *alpina* — 5a (TRT).
 var. *rubra* (Rehd. & Wils.) Bean — 1a.
A. uvaursi (L.) Spreng.
 ssp. *uvaursi* — 1a, 4 (TRT).
 ssp. *adenotricha* (Fern. & Macbr.) Calder &
 Taylor — 1a.
Gaultheria hispidula (L.) Muhl. — 5b (TRT).
Ledum groenlandicum Oeder — 2b (TRT), 5b
 (TRT).
Vaccinium uliginosum L. — 4 (TRT).
V. vitisidaea L. ssp. *minus* (Lodd.) Hult. — 1a,
 3b (TRT).
Androsace septentrionalis L. — 1a (CAN), 1b, 2c
 (TRT), 2d (TRT), 6 (CAN).
Glaux maritima L. var. *obtusifolia* Fern. — 1a, 2a
 (TRT).
Primula egaliksensis Wormskj. — 1a (CAN), 2b
 (TRT).
P. stricta Hornem. — 1a, 2c (TRT).
Trientalis borealis Raf. — 3c (TRT).
Gentianella amarella (L.) Borner ssp. *acuta* (Michx.)
 (Gillett — 1a, b, 2d (TRT)).
Lomatogonium rotatum (L.) Fries — 1b, 6.
Menyanthes trifoliata L. var. *minor* Raf. — 2b (TRT),
 5a (TRT), 7 (TRT).
Mertensia maritima (L.) S.F. Gray — 1a, 2c (TRT),
 2d (TRT).
Bartsia alpina L. — 5b (TRT).
Castilleja raupii Pennell — 2c (TRT), 2d (TRT).
Euphrasia arctica Lange — 1b.
Pedicularis groenlandica Retz. — 5a (TRT).
P. parviflora J.E. Smith — 7 (TRT).
P. sudetica Willd. — 2b (TRT).
Rhinanthus cristagalli L. (s.l.) — 2a (TRT).
Pinguicula vulgaris L. — 5a (TRT).
Utricularia intermedia Hayne — 5a (TRT).
Plantago major L. — 2a (TRT), 2c (TRT).
P. maritima L. — 1a (CAN), 1b, 3a (TRT).
Galium labradoricum (Wieg.) Wieg. — 3c (TRT).
Linnaea borealis L. var. *americana* (Forbes) Rehd.
 — 2b (TRT), 3c (TRT), 5b (TRT).
Valeriana septentrionalis Rehd. — 1a (CAN).
Campanula rotundifolia L. — 1a (CAN), 2c (TRT),
 6.
Achillea millefolium L.
 var. *nigrescens* Mey. (*A. borealis* Bong.) — 6.
 var. *occidentalis* DC. (*A. lanulosa* Nutt.) — 2c
 (TRT), 4 (TRT).
Antennaria pulcherrima (Hook.) Greene — 1b
 (CAN).

- A. rosea* (D.C. Eat.) Greene — 1b (not CAN, DAO, TRT).
Artemisia borealis Pall. — 1a, 2d (TRT), 6.
A. canadensis Michx. — 1a.
A. tilesii Ledeb. ssp. *elatior* (T. & G.) Hult. — 1a, 2c (TRT), 4 (TRT), 6.
Aster brachyactis Blake — 1b, 2a (TRT).
A. johannensis Fern. — 1b.
Chrysanthemum arcticum L. ssp. *polare* Hult. — 1b.
C. leucanthemum L. — 1a, b.
Erigeron acris L. var. *asteroides* (Andrz. ex Bess.) DC. — 1b, 4 (TRT).
E. lonchophyllus Hook. — 1b (CAN).
Petasites sagittatus (Banks) Gray — 1a (CAN).
Senecio congestus (R. Br.) DC. var. *palustris* (L.) Fern. — 1a, 2a (TRT).
S. indecorus Greene — 1a.
S. pauperculus Michx. — 1a, b, 2d (TRT), 3b (TRT).
Solidago uliginosa Nutt. — 5a (TRT).
Taraxacum ceratophorum (Ledeb.) DC. (s.l.) — 2c (TRT).
T. lacerum Greene — 4 (TRT).
T. officinale L. — 2c (TRT).
Tripleurospermum phaeocephalum (Rupr.) Pobed. — 3b (TRT).

TAXONOMIC, NOMENCLATURAL AND DISTRIBUTIONAL NOTES ON CANADIAN WEEDS AND ALIENS

J. MCNEILL

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada,
Ottawa, K1A 0C6¹

Résumé

En vue de la publication d'un inventaire des mauvaises herbes et introductions spontanées au Canada, un certain nombre de changements taxonomiques et nomenclaturaux sont proposés et de nouvelles données sur la répartition de ces espèces sont rapportées. Trois nouvelles combinaisons sont proposées au niveau de la sous-espèce : *Rhus radicans* subsp. **negundo**, *R. radicans* subsp. **rydbergii** et *Smilacina racemosa* subsp. **amplexicaulis**. On démontre que *Vincetoxicum rossicum* est l'espèce qui est communément appelée *Cynanchum medium* en Amérique du Nord, *Datura innoxia* celle qui est appelée soit *D. metel*, soit *D. meteloides*, *Dianthus seguieri* celle antérieurement signalée sous le nom de *D. sylvestris*, et *Cephalaria gigantea* celle connue sous le nom de *C. alpina* ou *C. tatarica*. *Cephalaria gigantea* est aussi rapporté comme espèce naturalisée aux États-Unis, apparemment pour la première fois. Des détails sont donnés sur la découverte d'*Althaea hirsuta*, d'*Ononis arvensis* et de *Salvia plebeia* au Canada, ainsi que sur de nouvelles mentions de *Geum urbanum* et *Potentilla erecta*. On tente de dénouer l'enchevêtrement nomenclatural qui entoure le *Triticum pectinatum* de Beauvois et on justifie ainsi le maintien du nom *Agropyron pectiniforme*.

Abstract

In preparation for the publication of an inventory of Canadian weeds and aliens, a number of taxonomic and nomenclatural changes are proposed and new distributional data reported. Three new combinations at subspecific rank are made: *Rhus radicans* subsp. **negundo**, *R. radicans* subsp. **rydbergii** and *Smilacina racemosa* subsp. **amplexicaulis**. *Vincetoxicum rossicum* is shown to be the species commonly called *Cynanchum medium* in North America, *Datura innoxia* that called *D. metel* and *D. meteloides*, *Dianthus seguieri* that previously reported as *D. sylvestris*, and *Cephalaria gigantea* that referred to as *C. alpina* or *C. tatarica*. *Cephalaria gigantea* is also reported, apparently for the first time, to be naturalized in the United States. Details are given of the discoveries of *Althaea hirsuta*, *Ononis arvensis* and *Salvia plebeia* in Canada and notable new records for *Geum urbanum* and *Potentilla erecta*. An attempt is made to unravel the nomenclatural tangle surrounding Beauvois's *Triticum pectinatum*, providing justification for the retention of *Agropyron pectiniforme*.

Introduction

An inventory of the weeds and other noxious plants (e.g. poisonous plants) and of all the established aliens in the vascular plant flora of Canada is in preparation. The inventory will include the correct scientific name, major synonyms, French and English language names and a brief note on the distribution and status in Canada of each

species. In the course of preparation of the inventory a number of taxonomic and nomenclatural problems have arisen, and a few new introductions discovered. This paper attempts to resolve a number of these problems, and reports the new discoveries. The species and species groups investigated are arranged here alphabetically by family, using, where alternatives exist, the name derived from the generic stem (e.g. Poaceae rather than Gramineae).

¹ Present address: Department of Biology, University of Ottawa, Ottawa, K1N 6N5.

The explanation of the acronyms used for the herbaria in which specimens are

preserved is given in Holmgren & Keuken (1974).

Anacardiaceae

RHUS

As demonstrated by Mulligan & Junkins (1977, 1978), three distinguishable races of poison-ivy (*Rhus radicans* L.) occur in Canada. Mulligan & Junkins recognized these races at varietal rank but, because they tend to replace each other geographically, I prefer to treat them as subspecies. This treatment has the added advantage of avoiding a confusing change in the epithets that are used by Mulligan & Junkins, which would be necessary if varietal rank were retained.

There are two specimens in the Michaux herbarium (at P) bearing the name "*Rhus toxicodendron* var. *vulgare*". One is labelled as having been collected in "Carolina" and appears to be referable to *R. radicans* subsp. *radicans*. The other, labelled "Hortus parisiensis", has been designated by Gillis (1971: 388) as the lectotype and is identified by him as "*Toxicodendron rydbergii*" (= *Rhus radicans* subsp. *rydbergii*.) As there is no reason to question Gillis's identification, the earliest epithet for Rydberg's poison ivy at varietal rank is, therefore, *vulgare* (*vulgaris*) and not *rydbergii* which dates only from 1917. The name *R. radicans* var. *vulgaris* has, however, generally been used for subsp. *negundo* and to apply it to subsp. *rydbergii* would be very confusing.

The correct names at subspecific rank and critical synonymy are as follows:

Rhus radicans L., Sp. Pl. 266 (1753).

Syn.: *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze, Rev. Gen. Pl. 1:153 (1891).

a) subsp. *radicans*

Occurring from eastern Texas to Maine in the United States (see Gillis 1971:192), and in Canada in southern parts of Nova Scotia and New Brunswick.

b) subsp. *negundo* (Greene) McNeill, comb. nov.

Syn.: *Toxicodendron negundo* Greene, Leaf. Bot. Observ. Crit. 1:117 (1905).

Toxicodendron radicans subsp. *negundo* (Greene) Gillis, *Rhodora* 73:228 (1971).

Rhus radicans var. *negundo* (Greene) G.A. Mulligan in G.A. Mulligan & Junkins, Can. J. Plant Sci. 57:515 (1977).

Rhus radicans var. *vulgaris* sensu Fernald in A. Gray, Man. Bot. ed. 8, 978 (1950)

et Gleason & Cronquist, Man. Vasc. Pl. 448 (1963), non (Michaux) DC.

Occurring in a belt across the United States from Texas to the Great Lakes states (Gillis 1971:229), extending into southern parts of Ontario and Quebec in Canada. Generally distributed to the west and north of the range of subsp. *radicans*.

c) subsp. *rydbergii* (Small ex Rydb.) McNeill, comb. et stat. nov.

Syn.: *Rhus toxicodendron* L. var. *vulgaris* Michaux, Fl. Bor. Amer. 1:183 (1803) ('*vulgare*').

Rhus radicans var. *vulgaris* (Michaux) DC., Prodr. 2:69 (1825).

Rhus rydbergii Small ex Rydb., Mem. New York Bot. Gard. 1:268 (1900).

Toxicodendron rydbergii (Small ex Rydb.) Greene, Leaf. Bot. Observ. Crit. 1:117 (1905)

Rhus toxicodendron var. *rydbergii* (Small ex Rydberg) Garrett, Spring Fl. Wasatch Range ed. 3, 68 (1917).

Rhus radicans var. *rydbergii* (Small ex Rydb.) Rehder, J. Arnold Arbor. 20:416 (1939).

Toxicodendron radicans var. *rydbergii* (Small ex Rydb.) Erskine, Pl. Prince Edward Is. 190 (1961).

Distributed across southern Canada and the northern United States, extending southwards to Texas through the Rocky Mountain and midwestern states (Gillis 1971:390).

Asclepiadaceae

VINCETOXICUM ROSSICUM (Kleopov) Barbarich

Monachino (1957) has drawn attention to the fact that two dark-flowered species of dog-strangling vine are widely naturalized in eastern North America, although only one is included by Fernald (1950). Fernald uses the name *Cynanchum nigrum* (L.) Pers. for the species he recognizes and Monachino has suggested that the second species, which differs in its much longer and narrower corolla lobes that lack hairs on the upper surface, should be called *C. medium* R. Br.

Moore (1959) and Pringle (1973) describe the distribution and apparent spread of *C. medium* in Ontario and Québec and note that it is much the commoner of the two in Canada. Pringle, who adopts the segregate genus *Vincetoxicum*, reports that *V. nigrum* (L.) Moench, the commoner species in the United States, is also apparently spreading in southern Ontario.

The species are well distinguished morphologically by Monachino (1957), Moore

(1959), and Pringle (1973). Moore also reports that plants that he calls *C. medium* are diploid ($2n = 22$), whereas those referred to *C. nigrum* are tetraploid ($2n = 44$).

Markgraf (1971) has shown, however, that the type of the name *C. medium* R. Br. is a specimen of the widespread European light-flowered species, generally known in North America (where it, also, is introduced) as *C. vincetoxicum* (L.) Pers. The dark-flowered plants, to which the epithet *medium* has been applied in North America, are, in fact, referable to the species known as *V. rossicum* (Kleopov) Barbarich, following the treatment of Markgraf (1972). *Vincetoxicum rossicum*, native only in the Ukraine and south-eastern Russia, has been cultivated under a number of names in Botanic Gardens in Central and Western Europe and there are reports of its occurring as an escape (Markgraf, 1971). Several stands of this species were grown, between 1940 and 1942, under names such as *V. medium*, *V. fuscatum*, *V. luteum* and *V. officinale*, in experimental plots at the Central Experimental Farm, Ottawa, as part of a war-time program investigating plants that might provide alternative rubber sources to *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müller Arg. Voucher specimens of these experimental introductions are in DAO. These plantings may have aided the more recent spread of the species in the Ottawa area, although it had already established itself on the Experimental Farm campus by 1931 (Pringle, 1973).

Although there is now no doubt as to the species of dog-strangling vine that are naturalized in eastern North America, the question of whether to assign them to the worldwide genus *Cynanchum* or its largely Eurasian segregate, *Vincetoxicum*, is more problematical. Woodson (1941), in his synopsis of the North American genera of the Asclepiadaceae, claims that the distinction of *Vincetoxicum* from *Cynanchum* "is extremely evasive", whereas Bullock (1958), the authority on African Asclepiadaceae, "cannot agree" to include *Vincetoxicum* with *Cynanchum*. Eurasian workers, e.g. Browicz (1978), Markgraf (1971, 1972) & Pobedimova (1952, 1973), have generally maintained the segregate genus, and even those such as Tsiang and Li (1974) who include it in *Cynanchum* maintain a distinct section *Vincetoxicum*. For these reasons the genus *Vincetoxicum* will be adopted in the Inventory of Canadian Weeds.

Vincetoxicum is a generic name like *Eragrostis* (cf. McNeill & Dore, 1977) first published by N. M. von Wolf in his rare and long ignored *Genera Plantarum*, that was probably published as a separate work in 1776, but certainly in 1780 when it was bound along with the author's *Concordatia*; only the 1780 printing has survived. In either case it was published prior to Walter's (1788) use of *Vincetoxicum* for species of the American genus *Gonolobus*. The nomenclatural status of *Vincetoxicum* is clarified by Ross (1966) and Bullock (1967).

Two other nomenclatural matters should be noted. The second dark-flowered species, the one with short papillose corolla lobes, is correctly known as *Vincetoxicum nigrum* (L.) Moench, but those who prefer to retain a broad circumscription of *Cynanchum* may not call it *C. nigrum* (L.) Pers., as this is an illegitimate name, being a later homonym of *C. nigrum* Cav. No legitimate name for the species is *Cynanchum* has been traced. The light-flowered species of *Vincetoxicum*, that in *Cynanchum* is called *C. vincetoxicum* (L.) Pers., is correctly known in *Vincetoxicum* as *V. hirundinaria* Medicus and not *V. album* as used by Pringle (1973) — cf. Markgraf (1971). In North America it is the subsp. *hirundinaria* that is introduced, although in Canada there is only one record from a single locality (Pringle, 1973).

Caryophyllaceae

DIANTHUS SEGUIERI Vill.

Boivin (1968) reported *D. sylvestris* Wulfen as naturalized and "becoming weedy" at Fort Saskatchewan, Alberta. This report is based on specimens at DAO collected by G.H. Turner in 1948 and 1949 (Turner 6416 and 7019). Both specimens are, in fact, referable to *D. seguieri*, which is readily distinguished by its slender rootstock, broader leaves (1-4 mm wide) and bearded petal limb. It is possible that the record of *D. sylvestris* originates in a *lapsus calami* for *D. sylvaticus* Hoppe, a synonym of *D. seguieri*.

Dipsacaceae

CEPHALARIA

The first report of a species of *Cephalaria* in Canada was by Raymond & Kucyniak (1947) in an account of weed problems in the Montréal Botanic Garden. The species was referred to as "*Cephalaria alpina* Schrad."

Boivin (1967) applied this name in his report of a record of a *Cephalaria* being naturalized at Carleton in southeastern Québec, but Scoggan (1979) has suggested that the plants naturalized in Canada might not be correctly identified as *C. alpina*.

C. alpina (L.) Roemer & Schultes (note the correct authority citation) is native in the mountains of Central Europe (Ferguson, 1976) and, although reported as being in cultivation, plants under this name in North American gardens are usually identifiable with another species of *Cephalaria*, the one often called *C. tatarica* (cf. Bailey, 1949; Bailey *et al.*, 1976). The name *C. tatarica* (L.) Roemer & Schultes is based on *Scabiosa tatarica* L. and correctly applies to a species of *Knautia*, *K. tatarica* (L.) Szabo, that is native in the eastern part of European Russia. The *Cephalaria* that has generally been called *C. tatarica* is *C. gigantea* (Ledeb.) Bobrov (cf. Bobrov, 1957; Ferguson, 1976), a Caucasian endemic.

A specimen collected on the shore of Chaleur Bay at Carleton (Terrill 7615, DAO 268921!) and a specimen collected in the Montréal Botanical Garden though not said to be weedy (*M[arcel] R[aymond]*, C253, MTJB!) have been examined, and found to be referable to *C. gigantea*, which is distinguishable from *C. alpina* by its involucre and receptacular bracts being less densely pubescent and its outer flowers being larger than the central ones making the head appear almost radiate. The leaves of *C. gigantea* are often more pubescent than those of *C. alpina*, in which the hairs are generally confined to the veins.

Although Kartesz & Kartesz (1980) list *C. alpina* and *C. syriaca* in their checklist of the vascular plants of North America, no species of *Cephalaria* has ever, apparently, been definitely reported as naturalized in the United States (cf. Shetler & Skog, 1978). A specimen of *C. gigantea* is, however, known from Minneapolis, Minnesota where the species was described as "Running wild in open woods" (*N.L. Huff* July 31, 1941: DAO 268920!).

Fabaceae

ONONIS ARVENSIS L.

This species has recently been found in a timothy and brome grass pasture southwest of Edmonton, Alberta. It appears to be the first record of the species in North America

and the first report of the genus *Ononis* in Canada. In Floras such as Moss (1959) and Scoggan (1978) *Ononis* is traced in the keys to genera of the Trifolieae such as *Trifolium*, *Mellilotus* and *Trigonella*. From the species of these genera that occur in North America, *O. arvensis* can be distinguished by being glandular-pubescent in the upper part of the plant and by its monadelphous stamens. The details of the only known collection are as follows:

ALBERTA: South of Thorsby, ca 50 km southwest of Edmonton (SW quarter of Section 20, Township 48, Range 1 west of 5th Meridian). Comm. *Gerry Wheeler*, Vegreville, 13 August 1980. Det. *J. McNeill & E. Small*. (DAO 272,615).

Lamiaceae

SALVIA PLEBEIA R. Br.

In his account of the species that he calls *Salvia sylvestris* (= *S. nemorosa* L.; cf. Hedge, 1972), Scoggan (1979) refers to a collection made by John Macoun in 1893 from ballast at Nanaimo, B.C. and originally distributed under the name *Hyptis verticillata*. Scoggan refers this to his *S. sylvestris* but, in fact, the specimen involved (at CAN) has recently been determined by I.C. Hedge (Edinburgh), an authority on *Salvia*, as *S. plebeia* R. Br. This species is a member of a very different subgenus, and is distinguishable from *S. nemorosa* by the ring of hairs inside the corolla, the very small bracts and the more or less entire upper lip of the calyx.

As the species has never been found again at the original point of introduction, it has probably been extirpated.

Liliaceae

SMILACINA RACEMOSA (L.) Desf.

Eastern North American populations differ in leaf shape and style length from those in the west. The two groups have been given either specific or varietal rank, the epithet *amplexicaulis* being applied to the western taxon. They are, however, best recognized as geographical subspecies. Validation at subspecific rank is as follows:

Smilacina racemosa (L.) Desf. subsp. **amplexicaulis** (Nutt.) McNeill, stat. nov.: *S. amplexicaulis* Nutt., J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 7: 58 (1834).

Malvaceae

ALTHAEA HIRSUTA L.

Scoggan (1978) reports this species as having been collected in Canada at only one locality, at Metchosin on Vancouver Island. Another collection of this species has since been discovered. This was made in Toronto by William Scott on October 22, 1904 and originally identified as *Malva parviflora* L. Two specimens are known, one at DAO and one at CAN. The former has more recently been misidentified as the increasingly troublesome weed, *Hibiscus trionum* L. There is no indication of the precise locality of collection or of the plant's status at its Toronto site, e.g. established, casual or even cultivated.

Poaceae

AGROPYRON PECTINATUM (Bieb.) Beauv. and A. PECTINIFORME Roemer & Schultes

Palisot de Beauvois (1812) published the new combination *Agropyron pectinatum* in the Index (p. 146) to his *Essai d'une nouvelle Agrostographie*. No basionym is cited in the Index but under *Agropyron*, on page 102, he lists *Triticum pectinatum*. Prior to 1812, there had been, however, two separate publications of this binomial: *T. pectinatum* Bieb. (*Fl. Taur.-Cauc* 1:87. 1808) for a Eurasian species and *T. pectinatum* (Labill.) R. Br. (*Prodr. Fl. Nov. Holl.* 179. 1810) based on *Festuca pectinata* Labill. (*Nov. Holl. Pl.* 1:21, 25, 1804), described from Tasmania. No authority is given by Palisot de Beauvois for *T. pectinatum* under *Agropyron*, but under *Brachypodium* on p. 101 he lists among the included species "*Triticum... pectinatum* Rob. Brow." This would suggest that *T. pectinatum* Bieb. was intended as the basionym of *Agropyron pectinatum*.

This is the position taken by, for example, Tsvelev (1976) in his treatment of the wheat-grasses in the Soviet Union. Other works (e.g. Niles, 1925; Nevskii, 1934, Chase & Niles, 1962 and Simon, 1978) have, however, taken the opposite viewpoint and regarded Palisot de Beauvois's *Agropyron pectinatum* as being based on Robert Brown's *Triticum pectinatum* and thus, ultimately, on *Festuca pectinata* Labill. The reason for this is to be found in the Index to Palisot de Beauvois's *Essai*, which also serves as a synonym list.

Under *Triticum* there are the following entries:

<i>pectinatum</i> Wild. Vid. AGROPYRON100
<i>pectinatum</i> R. Brow. Vid. AGROPYRON101

The reference to "*pectinatum* Wild." is apparently to Willdenow (1809: 135) in which Bieberstein's original publication of the epithet is cited. Obviously one or more errors have occurred in the preparation or printing of the book. From the text it would seem that the second entry should read "*BRACHYPODIUM*" but then the page numbers would be wrong, because *Agropyron* is otherwise always cited as page 101 and *Brachypodium* as 100. These are the pages on which the entries for these genera start although, indeed, the "*Triticum... pectinatum* Rob. Brow." entry is on page 101. Also relevant and also contradictory to the text is the fact that, after *Festuca pectinata* Labill., the Index has "Vid. AGROPYRON... 101". It was this, in particular, that prompted Chase and Niles, in the Index to Grass Species (1962), to interpret, albeit with a question mark, Palisot de Beauvois's *A. pectinatum* as being based on *F. pectinata* Labill. Moreover, the epithet *pectinatum* is not included under *Brachypodium* in the Index, whereas it is under *Agropyron*. Thus apart from the use of the page number 100 instead of 101 for "*pectinatum* Wild.", the Index is self-consistent in referring both uses of the epithet to *Agropyron*, but it does not accord with the text.

Likewise the text shows self-consistency. Just as the *Triticum pectinatum* that is based on *Festuca pectinata* is listed under *Brachypodium*, so that genus also has a reference to "*Festucae* spec. Adans., Pers., Poir., etc.", whereas there is no reference to *Festuca* under *Agropyron*. The relevant works of Adanson and Persoon are too early to take account of *Festuca pectinata* Labill., but this species is included in *Festuca* by Poirlet (1812). The most likely explanation of the discrepancies is that Palisot de Beauvois intended to include *Festuca pectinata* Labill. (= *Triticum pectinatum* (Labill.) R. Br.) within *Brachypodium* and *Triticum pectinatum* Bieb. within *Agropyron*. In preparing the Index and synonym list a simple error may have occurred and in attempting to correct it the problem was compounded.

While nomenclatural decisions should take account of what we think the author may have intended, they must ultimately be based on what he actually did. For a combination published in 1812, the present

stringent requirements for citation of basionym (Art. 33.2 of the International Code of Botanical Nomenclature (ICBN) — Stafleu *et al.*, 1978) do not apply, nor is the simultaneous publication of alternative names (Art. 34.4) banned.

Article 33.1 requiring definite indication that the epithet is to be used in a particular combination does apply, however. Consequently no combination involving the epithet *pectinatum* is made in *Brachypodium*, only that under *Agropyron*. From the consistent intent of the text, especially pages 101 and 102, it is evident that *Triticum pectinatum* (Labill.) R. Br. is assigned to *Brachypodium* and that *T. pectinatum* Bieb. is to be regarded as the basionym of the combination *Agropyron pectinatum* published in the Index on page 146.

From the consistent but different treatment adopted in the Index, it is equally clear that *Festuca pectinata* Labill. is being assigned to *Agropyron* and through *Triticum pectinatum* (Labill.) R. Br., is to be regarded as the basionym of the same combination *Agropyron pectinatum*.

Consequently Palisot de Beauvois must be held to have validly published two combinations simultaneously: *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. and *A. pectinatum* (Labill.) Beauv. Both names are legitimate and have equal priority, the choice between them being determined by the action of the first author(s) to adopt one and reject the other (Art. 64.4). This was done by Roemer & Schultes (1817).

Acting as though they were the first to include either species in *Agropyron*, Roemer and Schultes made the combination *A. pectinatum* based on *Festuca pectinata* Labill., and coined the new name *A. pectiniforme* for *Triticum pectinatum* Bieb. Interpreting Palisot de Beauvois' actions as suggested above, *A. pectiniforme* Roemer & Schultes is, therefore, legitimate, and thus continues to be the correct name at specific rank for this member of the crested wheatgrass complex. At subspecific and varietal ranks, however, the correct epithet is *pectinatum*, the names being *A. cristatum* subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tsvelev (*Spisok rast. Herb. Fl. SSSR* 18:25, 1970) and *A. cristatum* var. *pectinatum* (Bieb.) Roshevits ex Fedtsch. (*Izv. Imp. Bot. Sada Petra Velikogo* 14, Suppl. 2:97, 1915).

Rosaceae

GEUM URBANUM L.

Although omitted from Boivin's (1966) *Énumération*, this species has been established in the Arboretum of the Central Experimental Farm, Ottawa, at least since 1948. This locality is the basis of the inclusion of the species in the Flora of Canada by Scoggan (1978). Recently the species has been found in a number of localities in the Toronto area, as well as at Ann Arbor, Michigan. The details of some of these collections are as follows:

ONTARIO: Peel Co.: Disturbed woodlot on N. side of Queen Elizabeth Way a few yards E. of Halton Co. line. P.M. Catling & K.L. Catling, 2 July 1980 (DAO, MICH, TRT, TRTE). Peel Co.: Mississauga: Sheridan Park Research Centre, ca. 200 km E. of junction of Winston Churchill and Power Line. 23 July 1980. J.M. Webber 2926 (DAO, TRTE). Peel Co.: Mississauga: Toronto International Airport: N.W. of barn on steep eroding wooded slope. 8 Aug. 1980. J.W. Webber 3021 (DAO, TRTE). York Co.: city of Etobicoke: Jeff Drive, N. of Dundas St. (Hwy. 5) and E. of Etobicoke Creek. Weed at edge of sidewalk. 26 July 1979. A.A. Reznicek 5126 (MICH). U.S.A.: MICHIGAN: Washtenaw Co.: Ann Arbor: E. side of Austin St., S. of junction with Oak Lane. Edge of thickets and scrappy woods. 20 July 1978. A.A. Reznicek 4942 (MICH).

At the site near the Peel and Halton County line, P.M. and K.L. Catling collected a series of plants (DAO, TRT) without well-developed fruit, which P.M. Catling suggests, on the basis of floral features and general appearance, may be hybrids with *G. canadense* Jacq. which was growing in the same woodlot. At the Ann Arbor site, *G. urbanum* was also growing with *G. canadense*, but the plants were apparently all fruiting normally.

POTENTILLA ERECTA (L.) Rauschel

This species has long been known from one locality in southeastern Newfoundland as well as in Massachusetts (Fernald, 1950; Scoggan, 1978). A second Canadian location for the species was discovered in 1978 in Nova Scotia, where it was growing in abundance in an abandoned graveyard along with other introduced species such as the lady's mantle generally known as *Alchemilla venosa* Juz. (Roland & Smith, 1969). The occurrence in Nova Scotia, where it is certainly an introduction, lends support to the view that Fernald was wrong in regarding it as

native in Newfoundland (see distribution map and discussion in Hultén, 1958). The collection details are as follows:

Cape Breton Co.: Louisbourg Nat. Park: In old Stella Maris graveyard, overlooking the bay and within park boundary. 21st August 1978. J. McNeill & M.E. Barkworth (McNeill 6179). (DAO, ACAD).

Solanaceae

Datura innoxia Miller

In addition to the widespread *D. stramonium*, Scoggan (1979) reports two other introduced species of *Datura* in Canada; he calls these *D. metel* L. and *D. meteloides* Dunal. The latter, in the sense used by Scoggan (which is different from that of Avery *et al.* 1959, but which is probably correct, see Fosberg, 1959) is a synonym of *D. innoxia* Miller. The specimens that Scoggan cites under *D. metel* have been examined and are found, like those named *D. meteloides*, to refer also to *D. innoxia*, which is distinguishable from *D. metel* by being pubescent throughout and having longer spines on the fruit. No authentic *D. metel* is known to occur in Canada outside of cultivation. As Scoggan refers to Boivin (1967) for some of the records, his error is perhaps due to his not realising that Boivin does not distinguish between *D. metel* and *D. innoxia*, using *D. metel*, the earlier name, for the one species that he recognizes.

In the original publication of *D. innoxia*, Miller used the spelling "*innoxia*"; there seems no doubt that this is an orthographic error to be corrected under Art. 73 of the ICBN (Stafleu *et al.*, 1978), despite Fosberg's (1959) claim to the contrary. Fosberg notes that Miller (1768) is consistent in his spelling, but it is notable that Miller also uses the misspelling "*innoxii*" when he is citing, as a synonym, Boerhaave's (1720) *Stramonium folio hyoscyami... innoxii ornato*. Boerhaave spells *innoxii* correctly.

Acknowledgments

I am very grateful to Dr. R.K. Brummitt (Kew) for his review and helpful comments on my analysis of the nomenclatural status of Palisot de Beauvois's *Triticum pectinatum*. I also thank Dr. P.M. Catling, Dr. A.A. Reznicek and Ms. J.M. Webber for information on the distribution of *Geum urbanum*, Dr. S.I. Warwick for drawing my attention to the misidentified specimen that proved to be *Althaea hirsuta*, Ms. C.M. Levesque for bi-

bliographic help, and Drs. M.E. Barkworth, B.R. Baum and P.M. Catling for helpful suggestions on the manuscript.

References

- AVERY, A.G., S. SATINA & J. RIETSEMA, 1959. Blakeslee: the genus *Datura*. — Ronald Press, New York, 289 p. (Chronica bot. 20).
- BAILEY, L.H., 1949. Manual of cultivated plants most commonly grown in the continental United States and Canada, 2nd ed. — Macmillan, New York, 1116 p.
- BAILEY, L.H., E.Z. BAILEY & the staff of the L.H. BAILEY HORTORIUM, 1976. Hortus third: a concise dictionary of the plants cultivated in the United States and Canada. — Macmillan, New York; Collier Macmillan, London, 1290 p.
- BOBROV, E.G. 1957. Sem. CLVI. Vorsyankovye — Dipsacaceae Lindl. — Pages 10-91 in B.K. Shishkin & E.G. Bobrov (eds.), V.L. Komarov's Flora SSSR. Vol. 24. Akad. Nauk, Moscow and Leningrad, 503 p.
- BOERHAAVE, H., 1720. Index alter plantarum quae in horto academico lugduno-batavo aluntur. — Petrus van der Aa, Lugduni Batavorum (Leiden, Netherlands), 2 vol. 320 & 270 p.
- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. II. Lignidées. (suite). — Naturaliste can., 93: 371-437.
- BOIVIN, B., 1967. Énumération des plantes du Canada. IV — Herbidées, 2^e partie: Connatae. — Naturaliste can., 93: 989-1063.
- BOIVIN, B., 1968. Flora of the prairie provinces. Part II. Phytologia 16:219-339 (reprinted in Provancheria 3:1-117).
- BROWICZ, K., 1978. Asclepiadaceae. — Pages 163-174 in P.H. Davis (ed.), Flora of Turkey, Vol. 6. University Press, Edinburgh, 825 p.
- BULLOCK, A.A., 1958. Nomenclatural notes: X. On the application of the name *Vincetoxicum*. — Kew Bull., 13:302.
- BULLOCK, A.A., 1967. Nomenclatural notes: XVII. *Vincetoxicum* again! — Kew Bull., 21:351-353.
- CHASE, A. & C.D. NILES, 1962. Index to grass species. — G.K. Hall, Boston, 3 vol., 607, 598 and 537 p.
- FERGUSON, I.K., 1976. *Cephalaria*. — Pages 57-58 in T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb (eds), Flora Europaea. Vol. 4. Cambridge Univ. Press, 505 p.
- FERNALD, M.L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th ed. — Am. Book Co., New York, 1632 p.
- FOSBERG, F.R., 1959. Nomenclatural notes on *Datura* L. — Taxon, 8:52-57.
- GILLIS, W.T., 1971. The systematics and ecology of poison-ivy and the poison-oaks (*Toxicodendron*, Anacardiaceae). — Rhodora, 73:72-159; 161-237; 370-443; 465-540.

- HEDGE, I.C., 1972. *Salvia* L. — Pages 188-192 in T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb (eds.), *Flora Europaea*. Vol. 3. University Press, Cambridge, 370 p.
- HOLMGREN, P.K. & W. KEUKEN, 1974. Index herbariorum. Part I. The herbaria of the world. 6th ed. — Oosthoek, Scheltema & Holkema, Utrecht, 397 p. (Regnum veg. 92)
- HULTÉN, E., 1958. The ampho-Atlantic plants and their phytogeographical corrections. — K. svenska VetenskAkad. Handl., ser. n^o 4, 7(1):1-340.
- KARTESZ, J.T. & R. KARTESZ, 1980. A synonymized checklist of the vascular flora of the United States, Canada, and Greenland. (The biota of North America, vol. 2). — Univ. N. Carolina Press, Chapel Hill, 500 p.
- McNEILL, J. & W.G. DORE, 1977. Taxonomic and nomenclatural notes on Ontario grasses. — *Naturaliste can.*, 103:553-567.
- MARKGRAF, F., 1971. Beobachtungen an den europäischen Arten der Gattung *Vincetoxicum*. — Pages 37-376 in V.H. Heywood (ed.) *Flora Europaea: Notulae systematicae ad Floram Europaeam spectantes* no. 11. — *Bot. J. Linn. Soc.*, 64:353-381.
- MARKGRAF, F., 1972. *Vincetoxicum* N.M. Wolf. — Pages 71-73 in T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb (eds.), *Flora Europaea*. Vol. 3. University Press, Cambridge, 370 p.
- MILLER, P., 1768. *The gardeners dictionary*. 8th ed. — Author, London.
- MONACHINO, J. 1957. *Cynanchum* in the New York area. — *Bull. Torrey bot. Club*, 84:47-48.
- MOORE, R.J., 1959. The dog-strangling vine *Cynanchum medium*, its chromosome number and its occurrence in Canada. — *Can. Fid Nat.*, 73:144-147.
- MOSS, E.H., 1959. *Flora of Alberta*. — Univ. Toronto Press, 546 p.
- MULLIGAN, G.A. & B.E. JUNKINS, 1977. The biology of Canadian weeds 23. *Rhus radicans* L. — *Can. J. Pl. Sci.*, 57:515-523.
- MULLIGAN, G.A. & B.E. JUNKINS, 1978. The taxonomic rank of *Rydberg's* poison ivy. — *Naturaliste can.*, 105:291-293.
- NEVSKII, S.A., 1934. Koleno XIV. Yachmenevye — *Hordeae* Benth. — Pages 590-728 in V.L. Komarov (ed.), *Flora SSSR*. Vol. 2. Akademii Nauk, Leningrad, 778 p.
- NILES, C.D. 1925. A bibliographic study of Beauvois' *Agrostographie*... with introduction and botanical notes by Agnes Chase. — *Contr. U.S. natn. Herb.*, 24:135-214 (+ XIX p.).
- PALISOT DE BEAUVOIS, A.M.F.J., 1812. *Essai d'une nouvelle agrostographie*. L'auteur, Paris, 184 p.
- POBEDIMOVA, E.G., 1952. Sem. CXXXIII. *Lactonevye* — *Asclepiadaceae*. — Pages 666-718 in B.K. Shishkin & E.G. Bobrov (eds.), V.L. Komarov's *Flora SSSR*. Vol. 18. Akademii Nauk, Moskva, Leningrad, 803 p.
- POBEDIMOVA, E.G., 1973. *Novye taksony flory SSSR*, 3: *Taxa nova florum URSS*, 3. — *Nov. Sist. vyssh. Rast.* 10:339-341.
- POIRET, J.L.M., 1812. *Fétuque*. — Pages 631-641 in M. Lamarck, *Encyclopédie méthodique. Botanique*. Supplement 2. Agasse, Paris, 385-876 p.
- PRINGLE, J.S., 1973. The spread of *Vincetoxicum* species (*Asclepiadaceae*) in Ontario. — *Can. Fid Nat.*, 87:27-33.
- RAYMOND, M. & J. KUCYNIK, 1947. Le problème des mauvaises herbes au Jardin Botanique de Montréal. — *Naturaliste can.*, 74:61-65.
- ROEMER, J.J. & J.A. SCHULTES, 1817. *Caroli a Linné equitis systema vegetabilium*. Vol. 2 — J.G. Cottae, Stuttgartiae, 964 p.
- ROLAND, A.E. & E.C. SMITH, 1969. The flora of Nova Scotia, ed. 2. — *Proc. N.S. Inst. Sci.*, 26:1-238, 277-743.
- ROSS, R. 1966. The generic names published by N.M. von Wolf. — *Acta bot. neerl.*, 15:147-161.
- SCOGGAN, H.J., 1978. The Flora of Canada. Part 3 — *Dicotyledoneae* (*Saururaceae* to *Violaceae*). — *Natn. Mus. nat. Sci. Publ. Bot.*, 7:547-1115.
- SCOGGAN, H.J., 1979. The Flora of Canada. Part 4 — *Dicotyledoneae* (*Loasaceae* to *Compositae*). — *Natn. Mus. nat. Sci. Publ. Bot.*, 7:1117-1711.
- SHETLER, S.G. & L.E. SKOG, 1978. A provisional checklist of species for Flora North America. — *Missouri Bot. Gard.*, St. Louis, 199 p. (*Monogr. Syst. Bot. Mo. bot. Gdn* 1; *Flora N. Am. Rep.* 84).
- SIMON, B.K., 1978. A preliminary check-list of Australian grasses. — *Queensl. Dep. Prim. Ind., Bot. Br., Techn. Bull.*, 3:1-88.
- STAFLEU, F.A. *et al.*, 1978. International code of botanical nomenclature adopted... Leningrad, July 1975. — Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 457 p. (Regnum veg. 97).
- TSIANG, Y. & P.-T. LI, 1974. *Praecursores florum Asclepiadacearum sinensium*. — *Acta phytotax. sin.*, 12:79-149.
- TSVELEV, N.N., 1976. *Zlaki SSSR*. — *Nauka*, Leningrad, 788 p.
- WALTER, T., 1788. *Flora caroliniana*. — J. Fraser, London, 263 p.
- WILLDENOW, C.L., 1809. *Enumeratio plantarum horti regii botanici berolinensis*. — *Scholae realis*, Berlin, 2 parts, 1099 p.
- WOLF, N.M. von, 1776. *Genera plantarum vocabulis characteristicis definita*. — [Danzig]. 178 p.
- WOODSON, R.E. jr., 1941. The North American *Asclepiadaceae*. I. Perspective of the genera. — *Ann. Mo. bot. Gdn*, 28:193-244.

MORPHOLOGIE POLLINIQUE DES ÉRICALES DU QUÉBEC

P. COMTOIS

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

et

A. LAROUCHE

*Département de géographie, Université de Montréal,
C.P. 6128, Montréal, Québec H3C 3J7*

Résumé

Les Éricacées occupent des stations particulières en milieu forestier et tiennent une place importante lors de la succession végétale en milieu aquatique. Afin d'augmenter le pouvoir de résolution taxonomique, et indirectement le pouvoir d'interprétation des analyses polliniques, nous avons complété une clé dichotomique d'identification de l'ensemble des Éricales du Québec. Cette clé permet leur séparation au moins au niveau du genre. Du point de vue de la morphologie pollinique, les Éricales sont perçues comme une famille difficile. Cependant, certaines mesures permettent de séparer différents groupes, d'où se dégagent des espèces qui diffèrent par des traits morphologiques caractéristiques. La clé présentée a été testée sur des échantillons des milieux tempérés et subarctiques. Certains groupes taxonomiques sont déduits de la similarité des types morphologiques, et un exemple particulier d'évolution, liée à l'entomogamie, est présenté.

Abstract

The Ericaceae inhabit special sites in forested areas, and have some importance in the vegetation succession of bogs and ponds. In order to increase the resolving power, and indirectly the value of interpretations based on pollen analysis, a dichotomic key of all the Ericales occurring in Québec is presented. This key allows their segregation at least down to the generic level. From the point of view of pollen morphology, the Ericaceae are considered to be a difficult family. However various measurements allow the separation of groups of taxa, from which a number of species can be singled out by morphological features. The present key has been tested on samples from temperate and subarctic regions. Different taxonomic groups can be inferred from the similarity of their pollen morphology, and a particular example of evolutionary sequence is presented.

Introduction

La famille des Éricacées (au sens large comprenant les Pyrolacées et les Monotropacées) contient une proportion importante des taxons dicotylédones. Avec ses quelques 2 250 espèces, regroupées en près de 60 genres (Good, 1964), elle occupe le treizième rang des familles qui se rencontrent à la fois dans l'Ancien et le Nouveau-Monde (Willis, 1922). Bien que très répandues à l'échelle mondiale et à celle du Québec, les Éricacées sont plus abondantes dans les régions tempérées et froides, ou montagneuses. Elles forment environ 6%

de la flore du Québec méridional (Grandtner, 1966) et de 6 à 9% de la flore de la toundra forestière du Québec septentrional (Payette & Lepage, 1977; Payette *et al.*, 1978). Dans les régions forestières, les Éricacées occupent généralement les stations acides, pauvres et ouvertes. Sous un climat tropical, les Éricacées dominent un étage alpin aux environs de 3 500 m. En milieu de toundra, elles occupent une forte proportion du territoire et certaines espèces montrent une grande amplitude de tolérance.

L'identification à la famille des grains de pollen d'Éricacées ne permet pas une réso-

lution supérieure à la présence d'un milieu ouvert dans le paysage représenté par un spectre fossile. Cependant, des études détaillées de la représentation pollinique actuelle de la végétation locale, notamment celles de Janssen (1966, 1973), ont pu montrer que le pouvoir de résolution dans la reconstitution des paysages végétaux n'est pas seulement limité par la méthodologie employée, mais aussi, et en grande partie, par notre capacité d'identifier à l'espèce les grains de pollen rencontrés.

Le but principal du présent travail vise une meilleure caractérisation de la flore pollinique du Québec, où une seule étude (Richard, 1970) avait jusqu'à ce jour été entreprise. Les Éricacées jouent un rôle prépondérant lors de la succession végétale en milieu tourbeux et composent une partie importante de la végétation des territoires boréaux du Québec. C'est pourquoi nous proposons ici l'emploi d'une clé dichotomique d'identification des pollens d'Éricales, afin d'améliorer la qualité d'interprétation de l'histoire des paysages végétaux.

Les grains de pollen individuels des Éricacées sont généralement sphériques, isopolaires, radiosymétriques, tectés tricolporés et scabres. Contrairement à la plupart des taxons, il n'y a pas de dissociation des tétrades en grains simples, lors de l'anthèse. La tétrade produite est habituellement de type tétraédrique et les apertures sont disposées suivant la règle de Fisher; elles sont en position interradielle, c'est-à-dire qu'elles se joignent en des points où seulement deux grains de la tétrade sont en contact, en six groupes de deux apertures (Erdtman, 1969; Walker & Doyle, 1975). La tétrade est dite calymnée, l'ectexine (principalement le tectum) étant soudée d'un grain à l'autre et assurant ainsi une grande cohésion à l'ensemble (Guinet, 1969).

Du point de vue de la morphologie pollinique, les Éricacées sont généralement perçues comme une famille difficile, en raison de la grande homogénéité de la forme, du type et du nombre d'apertures et de l'ornementation de l'exine. Il existe de plus un fort chevauchement des mesures que l'on peut effectuer sur les grains et leur apertures. Ce point a d'ailleurs été souligné dans les études antérieures (v.g. Beug, 1969). La plupart des essais européens traitant de la question (Overbeck, 1934; Bertsch, 1942; Sladkov, 1954; Beug, 1961; Nilsson & Praglowski, 1963) présentent des ébauches de clés qui permettent la séparation de types

regroupant plusieurs espèces. Seule l'étude d'Oldfield (1959) propose une clé générique. En Amérique, Wenner (1947) et Larouche (1974) ont signalé la possibilité de caractériser des types beaucoup plus restreints, grâce à l'absence du genre *Erica*, si abondant et diversifié en Europe. Plus récemment, Hebda (1979) a proposé l'identification de deux groupes d'espèces, correspondant aux sites mésiques et hydriques des tourbières, par la courbe de distribution d'un grand nombre de mesures du diamètre des tétrades.

L'une des particularités de l'exine des Éricacées est de posséder des «endo-cracks». Le premier à avoir noté leur présence est probablement Erdtman (1952, p. 161). Nous devons cependant à Oldfield (1959, p. 21) leur désignation par un nom spécifique et leur emploi en morphologie pollinique. Elles consistent en de minces fissures pouvant se retrouver sur l'ensemble de la surface interne des grains, mais se situant toujours au niveau de l'endexine. Van Campo (1978) a signalé la valeur taxonomique certaine de cette portion de l'exine, et a utilisé l'appellation *craquelures internes* pour les «endo-cracks». Nous proposons quant à nous, l'emploi du terme «endo-brèche» pour leur désignation française. Bien que Beug (1961) doute de la valeur indicatrice des endo-brèches chez les grains fossiles, la stabilité de ce caractère, surtout près des apertures, permet de rattacher les grains à des groupes particuliers (sauf chez le genre *Vaccinium*).

Overbeck (1934) a bien montré le faible pouvoir de résolution de la taille des grains. De plus, ce caractère varie beaucoup avec le milieu de montage, le traitement utilisé (Wenner, 1947; Sladkov, 1954) et la provenance des échantillons (Hebda, 1979). C'est pourquoi nous avons préféré utiliser ces caractères seulement lorsqu'existe un fort écart entre deux types. L'ornementation de l'exine n'est pas toujours conservée intacte lors de la fossilisation des grains. Il ne faut donc pas accorder une importance trop grande au type de sculpture ou à la répartition à la surface du grain, mais utiliser ce caractère de concert avec d'autres.

Dans certains cas, la répartition géographique (Overbeck, 1934; Beug, 1969) ou le type d'habitat occupé par une espèce (Wenner, 1947) peuvent servir à faire la distinction entre deux types. Cependant, cette voie nous entraîne souvent dans un cercle vicieux, où les caractéristiques écologiques

permettent de caractériser un type morphologique qui, à son tour, détermine un milieu particulier.

Matériel et méthodes

Les échantillons étudiés ont subi le même traitement que les grains fossiles (Faegri & Iversen, 1975). Après un rinçage à l'eau glycinée, les grains sont montés dans un milieu de gélatine glycinée. Nous avons préféré employer ce milieu de montage malgré ses lacunes (voir Comtois, 1979) parce qu'il demeure le plus utilisé pour le montage des grains fossiles, et favorise ainsi un usage plus étendu de la clé que nous proposons. La lamelle est tenue en place sur la lame par deux supports de plasticine, puis la préparation est scellée à la paraffine.

Même si les Éricacées ont une affinité tourbicole certaine et sont par le fait même plus susceptibles d'être observées dans les sédiments étudiés en analyse pollinique, il a semblé pertinent d'inclure dans ce travail l'ensemble des Éricales du Québec, principalement parce que l'analogie de leur morphologie pollinique donnait un plus grand pouvoir séparateur à la clé.

La clé que présentent Nilsson & Prąglowski (1963) nous a servi de première ébauche, en raison de la cohérence des caractères proposées, soit le diamètre des grains supérieur à 30 μm , la longueur de la partie superficielle des colpi, et le diamètre de l'apocolpium (zone polaire). Ce dernier caractère était déjà esquissé dans la clé de Wenner (1947) : colpi courts, colpi moyennement longs, et colpi très longs. Sont venus s'y greffer les caractères des taxons particuliers au Québec, formant ainsi le squelette de la présente clé. Le caractère du diamètre supérieur à 30 μm a ensuite été abandonné comme paramètre dominant, parce qu'il tend à séparer les espèces d'un même genre dans des groupes différents à l'intérieur de la clé. Bien qu'une clé d'identification n'ait pas à réunir les espèces d'un même genre sous un même descripteur, cette façon de faire permet de définir des types au niveau des genres difficiles, comme *Vaccinium* et *Pyrola*. Nous avons par la suite adopté la méthodologie utilisée par Oldfield (1959) pour décrire les grains, afin de restreindre le nombre de taxons à l'intérieur d'un même type.

Rappelons ici les principaux caractères utilisés par Oldfield : diamètre de la tétrade (D), diamètre d'un grain à l'intérieur de la

tétrade (d), le rapport entre ces deux entités, soit l'indice de globularité (D/d), diamètre du grain supérieur (g), la distance séparant l'extrémité de deux colpi (p), la longueur totale de deux colpi convergents sur des grains contigus de la tétrade (2f), et le rapport de ces deux derniers caractères (2f/p). Les rapports entre deux mesures ont l'avantage d'être moins dépendants du milieu de montage ou du type de traitement. Nous avons utilisé la forme, la dimension, la régularité et la disposition des colpi, des pores, des costae (épaississement de l'endexine autour des colpi) et des endo-brèches, pour la description des traits morphologiques des grains de pollen. Larouche (1974) a aussi utilisé cette méthode pour décrire 23 espèces québécoises, soit environ 50% des Éricales du Québec. Cependant la clé qu'il présente a l'inconvénient d'être construite d'après la moyenne des mesures, d'où une identification valable seulement au plan statistique ; de plus le choix des espèces est incomplet (absence du genre *Vaccinium*).

La clé proposée par Oldfield (1959) est un amalgame de caractères morphologiques et numériques qui fait remettre en question sa dichotomie et son utilité. C'est pourquoi, malgré les inconvénients indiqués précédemment, nous avons utilisé les indices numériques lorsqu'un écart suffisant entre deux types morphologiques le justifiait. L'objectif à immersion (40X et 100X) est indispensable pour l'observation adéquate des caractères autres que la forme du grain et de sa taille. Les mesures ont été effectuées sur une moyenne de 20 grains, avec une erreur de $\pm 0,5 \mu\text{m}$. Les caractères utilisés plus spécifiquement dans la clé ont ensuite été vérifiés sur l'ensemble du matériel disponible (une moyenne de 2 à 3 provenances). Même si le nombre d'échantillons observés est relativement faible, il est suffisant pour donner des indications valables sur le partage des espèces. Malgré l'utilisation du contraste de phase (100X), aucun type n'a pu être isolé par cette méthode, à l'exception d'*Empetrum*, dont la distinction avait déjà été établie par Faegri & Iversen (1975). Elle peut quand même être utile pour mieux percevoir les fines variations de l'ornementation chez les grains actuels ou son caractère original chez les grains fossiles.

Signalons enfin qu'aucune clé ne peut remplacer l'expérience acquise par son utilisateur ; elle doit toujours être utilisée de pair avec une collection de référence adéquate.

Clé d'identification

1. Grains en monades à maturité 2
 1. Grains en tétrades à maturité 6
 2. Grains possédant trois apertures 3
 2. Grains possédant deux ou quatre apertures 5
 3. Grains tricolpés *Diapensia lapponica*
 (pl. I, fig. 1-4)
- Les grains sont longiaxes ($35 \times 25 \mu\text{m}$), réticulés, intectés et simplibaculés. Ils se distinguent d'*Acer saccharum* par leur aspect nettement réticulé, d'*Acer nigrum* qui est duplibaculé et de *Saxifraga stellaris* qui ne mesure que $20 \mu\text{m}$.
3. Grains tricolporés 4
 4. Colpi larges ($3 \text{ à } 4 \mu\text{m}$) *Pyrola secunda*
 (pl. I, fig. 5-7)
- Les grains sont verruqueux, et possèdent une exine épaisse ($1,5 \text{ à } 2 \mu\text{m}$). Ils se distinguent de *Rumex* sp. par leur ornementation, la largeur de leurs colpi et l'épaisseur de leur exine, et de *Rhamnus* sp. par la forme des grains.
4. Colpi étroits ($< 3 \mu\text{m}$) *Monotropa uniflora*
 (pl. I, fig. 13-14)
- Les grains sont scabres et les pores sont transversaux (allongés méridialement).
5. Grains dicolpés *Monotropa hypopithys*
 (pl. I, fig. 8-9)
- L'exine est scabre ou finement réticulée et 3% des grains sont tricolpés. Ils ne peuvent alors être distingués de l'espèce précédente car les pores ont une morphologie semblable.
5. Grains stéphanocolporoïdés (4) *Pterospora andromedea*
 (pl. I, fig. 10-12)
- L'exine est scabre ou finement réticulé. Les grains se distinguent de *Actaea rubra* par leur ornementation.
6. Tétrade tétraédrique; grains scabres et tricolporés 7
 Si les grains de la tétrade sont déformés et l'apocolpium ne peut être mesuré, voir 27: *Empetrum nigrum*.
6. Grains autrement... Pollen d'un autre Ordre que celui des Éricales.
7. Diamètre de l'apocolpium supérieur ou égal à $20 \mu\text{m}$ (la longueur d'un demi-colpus du grain supérieur forme moins du tiers du diamètre du grain) 9
 7. Diamètre de l'apocolpium inférieur à $20 \mu\text{m}$ 8
 8. Diamètre de l'apocolpium supérieur à $10 \mu\text{m}$ (la longueur d'un demi-colpus du grain supérieur forme du tiers à la demie du diamètre du grain) 14
 8. Diamètre de l'apocolpium égal ou inférieur à $10 \mu\text{m}$ (la longueur d'un demi-colpus du grain supérieur forme plus de la demie du diamètre du grain) 9
 9. Contour de la tétrade triangulaire en vue polaire; grains tricolpés; exine épaisse ($2,5 \mu\text{m}$) et granulation ayant l'aspect d'un réseau *Moneses uniflora*
 (pl. II, fig. 15-17)
 9. Contour de la tétrade globulaire en vue polaire 10
 10. Contact réduit entre les grains individuels; grains tricolpés; exine épaisse et semblant contenir un fin réseau *Chimaphila umbellata*
 (pl. II, fig. 18)
 10. Grains bien réunis entre eux 11
 11. Tétrade irrégulière; apertures peu distinctes; grains possédant quatre colpi courts et larges *Calluna vulgaris* (espèce non indigène)
 (pl. II, fig. 19)
 11. Tétrade régulière à teinte foncée; apertures bien distinctes (12) *Rhododendron* spp.
 12. Diamètre de la tétrade supérieur à $55 \mu\text{m}$ *Rhododendron roseum*
 (pl. II, fig. 20-21)
 12. Diamètre de la tétrade inférieur à $50 \mu\text{m}$ 13

13. Parois proximales plus épaisses que l'exine ; granulation fine mais définie *Rhododendron canadense*
(pl. II, fig. 22-23)
13. Parois proximales ayant la même épaisseur que l'exine ; granulation semble plus marquée *Rhododendron lapponicum*
(pl. III, fig. 24-25)
14. Diamètre des grains égal ou supérieur à 30 μm 15
14. Diamètre des grains de la tétrade inférieur à 30 μm 19
15. Tétrade ayant une forme se rapprochant de celle d'une sphère parfaite ; endo-brèches généralement absentes ; exine verruqueuse et possédant des verrures sphériques (16) *Arctostaphylos* spp. 17
15. Tétrade autrement ; endo-brèches généralement présentes 17
16. Parois proximales entre les grains de la tétrade densément perforées ; exine des grains unie, occasionnellement vermiculée *Arctostaphylos alpina*
(pl. III, fig. 26-27)
Arctostaphylos rubra
(pl. III, fig. 31-32)
16. Parois proximales entre les grains de la tétrade rarement perforées, perforations alors généralement restreintes aux contacts des murs internes et externes, exine scabre *Arctostaphylos uva-ursi*
(pl. III, fig. 28-30)
17. Exine scabre ; endo-brèches formant un fin réseau ; diamètre de la tétrade supérieur à 55 μm *Gaylussacia baccata*
(pl. IV, fig. 34)
17. Exine verruqueuse ; verrures cylindriques 18 (*Andromeda* spp.)
18. Rapport de la longueur d'un colpus (2 f) sur la distance séparant l'ensemble de deux colpi d'un même grain (p) supérieur à 1,4 ; exine des grains subactuels ornementée de gemmules *Andromeda polifolia* var. *polifolia*
(pl. IV, fig. 33)
18. Rapport de la longueur d'un colpus (2 f) sur la distance séparant l'ensemble de deux colpi d'un même grain (p) inférieure à 1,4 *Andromeda polifolia* var. *glaucophylla*
(pl. IV, fig. 36-38)
19. Moyenne de la longueur des 3 demi-colpi d'un même grain égale ou supérieure à 10 μm 20
19. Moyenne de la longueur de 3 demi-colpi d'un même grain inférieure à 10 μm 22
20. Tétrade subangulaire, angle à la jonction de deux grains peu prononcé ; endo-brèches présentes et généralement circumcostales *Epigaea repens* var. *glabiflora*
(pl. IV, fig. 39-41)
20. Tétrade lobée, angle prononcé à la jonction de deux grains 21
21. Diamètre de la tétrade égal ou supérieur à 42 μm ; costae, endo-brèches et granulation bien marquées *Gaultheria procumbens*
(pl. IV, fig. 35)
21. Diamètre de la tétrade inférieur à 42 μm ; grains généralement dépourvu d'endo-brèches, non circumcostales si présentes *Loiseleuria procumbens*
(pl. V, fig. 42-43)
22. Grains dépourvus d'endo-brèches 23
22. Grains possédant des endo-brèches 26
- Les clés à l'intérieur des genres *Pyrola* et *Vaccinium*, grandement fondées sur des caractères numériques et d'ornementation ne sauraient atteindre le degré de précision de l'ensemble de la clé. Les types qui s'y dégagent ne sont présentés qu'à titre indicatifs.
23. Colpi vestibulés 24 (*Pyrola* spp.)
23. Colpi non-vestibulés ; exine mince (inférieure à 1,5 μm) *Gaultheria hispidula*
(pl. V, fig. 44-46)
24. Diamètre de la tétrade supérieur à 39 μm *Pyrola rotundifolia*
(pl. V, fig. 47-48)

- Pyrola elliptica*
(pl. V fig. 49-51)
24. Diamètre de la tétrade inférieur à 39 μm 25
25. Granulation fine et dense *Pyrola minor*
(pl. V, fig. 52-53)
- Pyrola virens*
(pl. VI, fig. 54-55)
25. Granulation plus grossière *Pyrola asarifolia*
(pl. VI, fig. 56-57)
26. Absence d'endo-brèches circumcostales; exine verruqueuse *Phyllodoce caerulea*
(pl. VI, fig. 58-59)
26. Présence d'endo-brèches circumcostales 27
27. Exine semble scabre; en contraste de phase, ornementation formant une série de points réguliers; grains presque toujours déformés; pores peu distincts; endo-brèches uniquement circumcostales; parois proximales plus épaisses que l'exine (2 à 3,5 μm) *Empetrum nigrum*
(pl. VI, fig. 60-61)
27. Exine des grains, pores et endo-brèches différents 28
28. Granulation fine et dense; exine légèrement repliée près des colpi, mais non vestibulée comme chez *Pyrola* *Kalmia angustifolia*
(pl. VI, fig. 62-64)
- Kalmia polifolia*
(pl. VI, fig. 65)
28. Granulation différente; profil des colpi généralement anguleux; parois proximales souvent plus épaisses que l'exine; coupe optique du grain supérieur en vue polaire révélant souvent une forme triangulaire *Ledum* spp.
L. decumbens (pl. VIII, fig. 66-67) possède une ornementation plus grossière que *L. groenlandicum* (pl. VII, fig. 68-70).
29. Costae droites, bien définies, minces et plus foncées que le reste du grain *Cassiope tetragona*
(pl. VIII, fig. 71-73)
- Cassiope hypnoides*
(pl. VII, fig. 74)
- C. hypnoides* possède ou non des granules alors que *C. tetragona* en possède toujours.
29. Costae autrement 30
30. Parois proximales plus épaisses que l'exine; diamètre des grains généralement inférieur à 22 μm *Corema conradii*
(pl. VII, fig. 76-77)
30. Parois proximales autrement 31
31. Costae larges (4 à 7 μm). Verrues fines et aplaties; endo-brèches présentes; diamètre des grains inférieur à 27 μm *Cassandra calyculata*
(pl. VIII, fig. 78-79)
31. Costae généralement inférieures à 4 μm ; verrues sphériques; endo-brèche pouvant ou non être présentes 32 (*Vaccinium* spp.)
32. Diamètre de la tétrade supérieur à 44 μm 33
32. Diamètre de la tétrade inférieur à 44 μm 34
33. Absence d'endo-brèches circumscostales *Vaccinium angustifolium*
(pl. VIII, fig. 80)
33. Présence d'endo-brèches circumcostales *Vaccinium ovalifolium*
(pl. VIII, fig. 81)
34. Diamètre des grains à l'intérieur d'une tétrade (d) supérieur à 29 μm *Vaccinium corymbosum*
(pl. VIII, fig. 82-83)
- Vaccinium nubigenum*
(pl. VIII, fig. 84)
34. Diamètre des grains à l'intérieur d'une tétrade (d) inférieur à 29 μm 35
35. Longueur des colpi (2 f) supérieure à 22 μm *Vaccinium macrocarpon*
(pl. IX, fig. 87-90)

	<i>Vaccinium myrtilloides</i>	
	(pl. VIII, fig. 85-86)	
35. Longueur des colpi (2 f) inférieur à 22 μm		36
36. Diamètre du grain supérieur (g) supérieur à 27 μm	<i>Vaccinium cespitosum</i>	
	(pl. IX, fig. 91-92)	
36. Diamètre du grain supérieur (g) inférieur à 27 μm	<i>Vaccinium uliginosum</i>	
	(pl. IX, fig. 93-94)	
	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	
	(pl. IX, fig. 95-96)	
	<i>Vaccinium vitis-idea</i>	
	(pl. IX, fig. 97-98)	

Discussion

La clé d'identification présentée a été contrôlée sur des échantillons de surface du Québec méridional (Lanoraie) et septentrional (Kuujuaq, anc. Fort-Chimo). Le pouvoir de séparation entre le milieu forestier et celui de la toundra est de 100%. Il est donc possible de caractériser, par le pollen des Éricacées, le milieu ouvert et le milieu forestier. Tous les types de pollen retrouvés au cours de ces analyses polliniques étaient observés dans la végétation actuelle. Cependant, certains taxons ne sont pas représentés par leur pollen. Cela peut être dû à l'entomophilie des Éricacées, qui ne favorise pas une dispersion anémogame de longue distance, ou encore à la méthode employée pour récupérer les grains de pollen (Comtois, 1979).

La distinction entre le genre *Kalmia* et le genre *Ledum* a souvent posé des problèmes. On serait peut-être justifié d'en faire un seul type, dans le cas où les caractères ne se distinguent pas clairement. Une comparaison de spectres polliniques fossiles avec les résultats d'une analyse macrofossile à Lanoraie (Comtois, 1979) a montré une certaine opposition entre *Rhododendron* sp. et *Andromeda* sp. Quoique les communautés végétales interprétées à partir des résultats de ces deux types d'analyse n'ont pas *a priori* à être les mêmes, on peut voir là une incertitude dans l'identification qui mériterait une plus grande attention.

Une comparaison détaillée de la morphologie de chaque espèce a été effectuée (Comtois, 1979). Même si les caractères utilisés lors de l'édification de la clé d'identification ne sont pas *a priori* des caractères naturels, certains regroupements peuvent être effectués selon l'affinité entre les différents types morphologiques retrouvés. Il ressort de ces études que les Pyrolacées et les Empetracées sont étroitement liées

aux Éricacées, alors que les Monotropacées et les Diapensiacées en sont fortement éloignées. À l'intérieur des Éricacées, quatre groupes sont reconnus: les Rhododendroideae, les Arbutoideae, les Andromedoidae et les Vaccinoideae, qui correspondent tous à des sous-familles. Le premier groupe s'isole des autres par la présence de fils de viscine (viscin strands) adhérents à la tétrade (fig. 23), le second par la forme globulaire de la tétrade (fig. 28); les deux autres se distinguent par une série de mesures sur les grains. Le niveau taxonomique des tribus n'est pas retrouvé de façon constante par l'étude des pollens. Comme celle-ci permet un regroupement solide au niveau du genre, il ne semble pas que les tribus représentent la limite du pouvoir de résolution taxonomique de la palynologie, mais bien que ce regroupement ne soit pas naturel.

Une analyse de la phylogénie des caractères morphologiques a, entre autres, permis de retracer une évolution originale des parois internes des tétrades. On la retrouve d'abord chez les Rhododendroideae: des murs internes intacts chez *Loiseleuria procumbens*, vers des murs perforés chez *Epigea repens*, en passant par *Phyllodoce coerulea* aux murs internes possédant des amincissements, on assiste à la transformation d'une tétrade en une monade géante. Par la présence de larges perforations aux murs internes, l'état final de cette évolution se retrouve également chez *Arctostaphylos* sp. (fig. 27). Un type semblable de modification est rapporté par Carlquist (1964) pour le genre *Perriodendron*, et qu'il nomme « cratervite ».

Guinet (1965) a fait une revue plus exhaustive de leur présence. Il est probable que cette évolution ait été favorisée, comme les autres particularités du pollen des Éricacées, par la pollinisation entomogame. En effet, de même que la présence de fils de

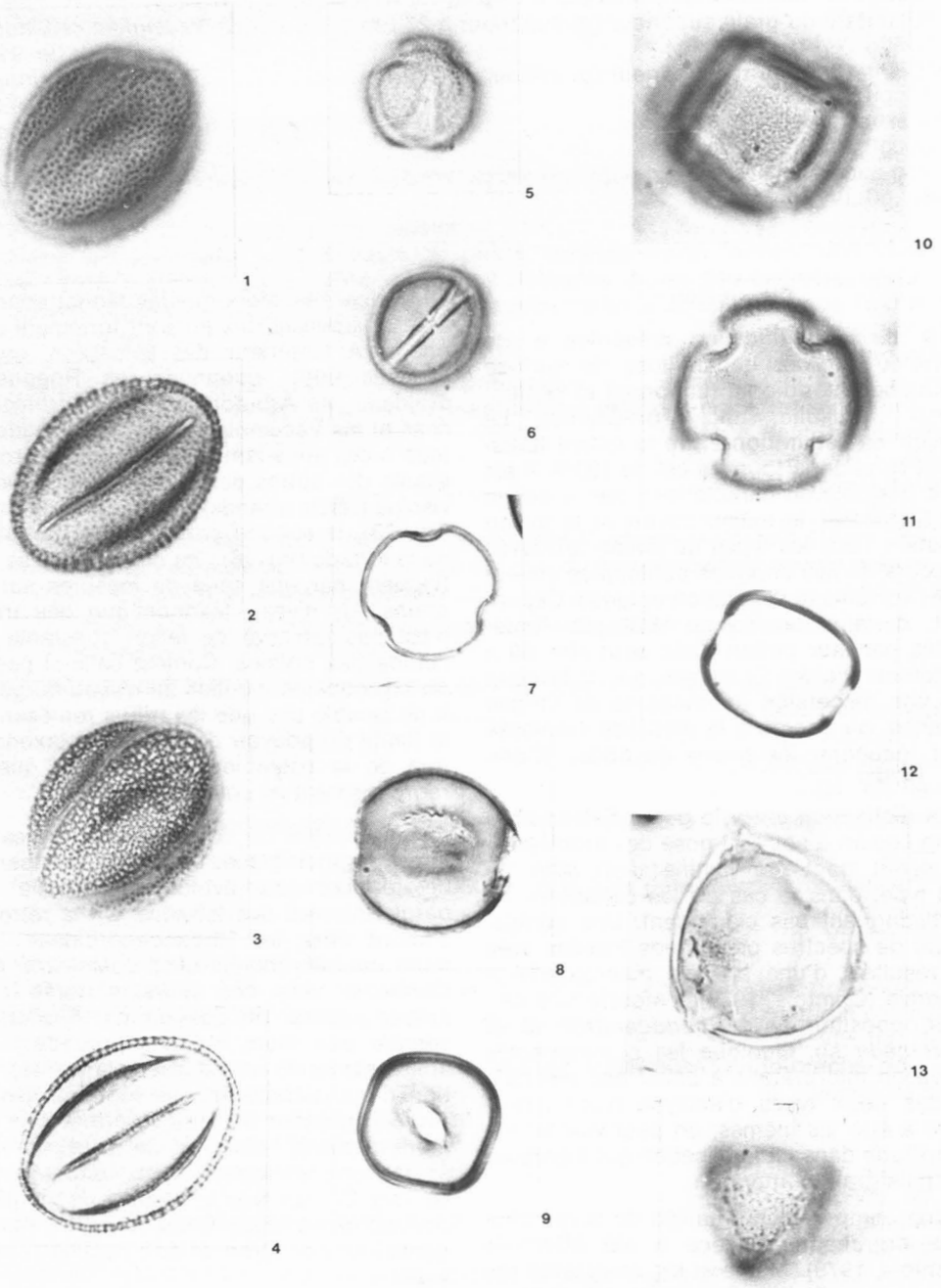


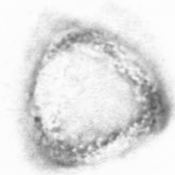
Planche I. Figures 1-4, *Diapensia lapponica*; 5-7, *Pyrola secunda*; 8-9, *Monotropa hypopithys*; 10-12, *Pterospora andromedea*; 13-14, *Monotropa uniflora*. Fig. 4, 7, 11, 13: coupe optique d'un grain. Fig. 5, 10, 14: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 2, 6, 9: colpi. Fig. 1, 3 (L-0 analyse), 8: vue équatoriale d'un grain. Fig. 6: contraste de phase. Fig. 12: coupe transversale. Grossissement: 670X.



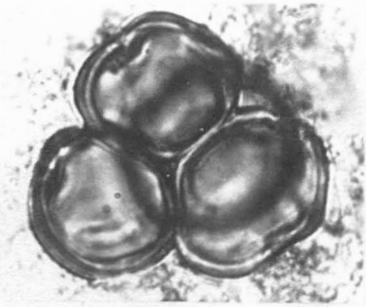
15



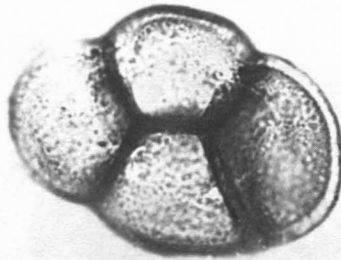
16



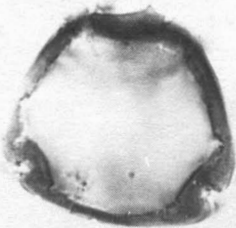
17



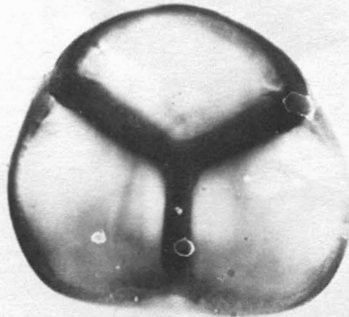
18



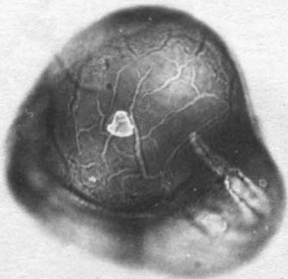
19



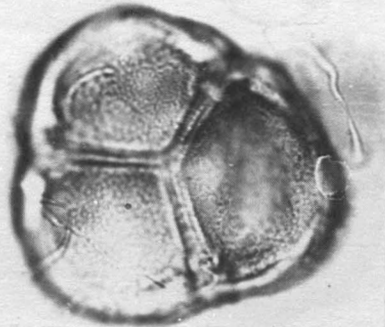
20



21

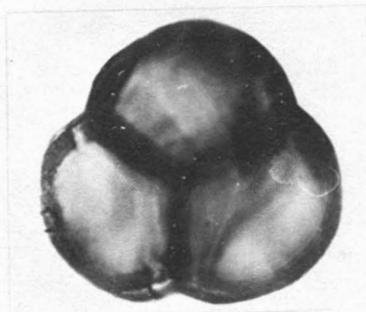


22

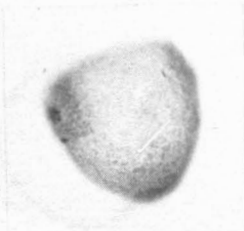


23

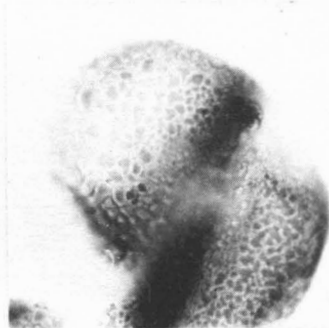
Planche II. Figures 15-17, *Moneses uniflora*; 18, *Chimaphila umbellata*; 19, *Calluna vulgaris*; 20-21, *Rhododendron roseum*; 22-23, *Rhododendron canadense*. Fig. 16, 20: coupe optique d'un grain. Fig. 17: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 15, 18, 19, 22, 23: exine en vue équatoriale de la tétrade. Grossissement: 670X, sauf fig. 20, 21 où le grossissement est de 530X.



24



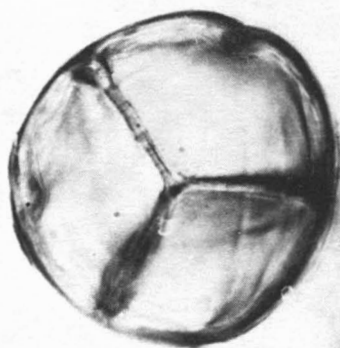
25



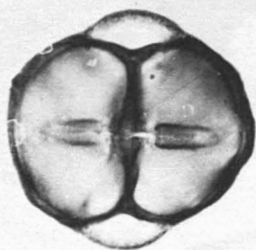
26



27



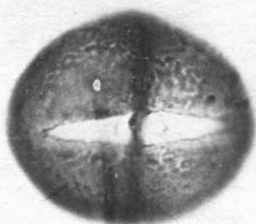
28



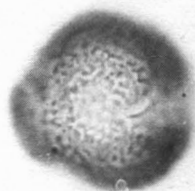
29



30

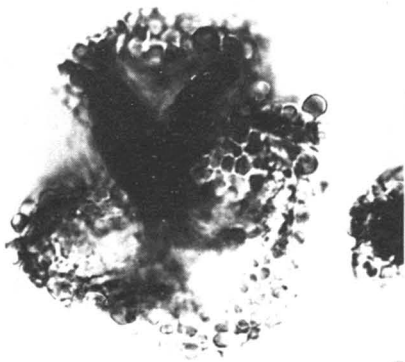


31

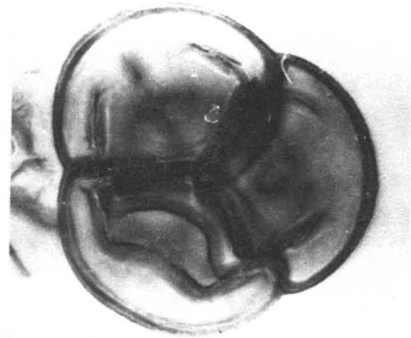


32

Planche III. Figures 24-25, *Rhododendron lapponicum*; 26-27, *Arctostaphylos alpina*; 28-30, *Arctostaphylos uva-ursi*; 31-32, *Arctostaphylos rubra*. Fig. 25, 30, 32: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 29, 31: colpi. Fig. 26: exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 24, 28: coupe optique de la tétrade. Fig. 27: parois proximales. Grossissement: 670X.



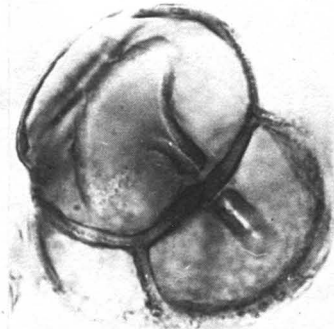
33



34



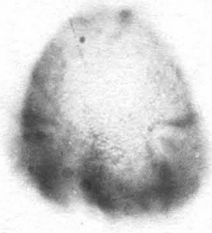
35



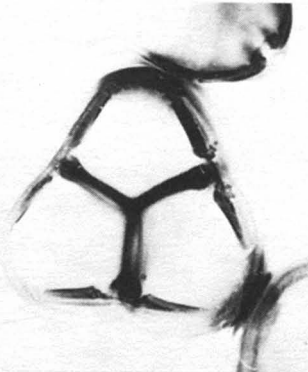
36



37



38



39



40



41

Planche IV. Figures 33, *Andromeda polifolia* var. *polifolia*; 34, *Gaylussacia baccata*; 35, *Gaultheria procumbens*; 36-38, *Andromeda polifolia* var. *glaucophylla*; 39-41: *Epiaea repens* var. *glabri-folia*. Fig. 37: coupe optique d'un grain. Fig. 38-41: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 40: colpi. Fig. 33, 35, 36: exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 34, 39: coupe optique de la tétrade. Grossissement: 670X, sauf fig. 34 où le grossissement est de 530X.

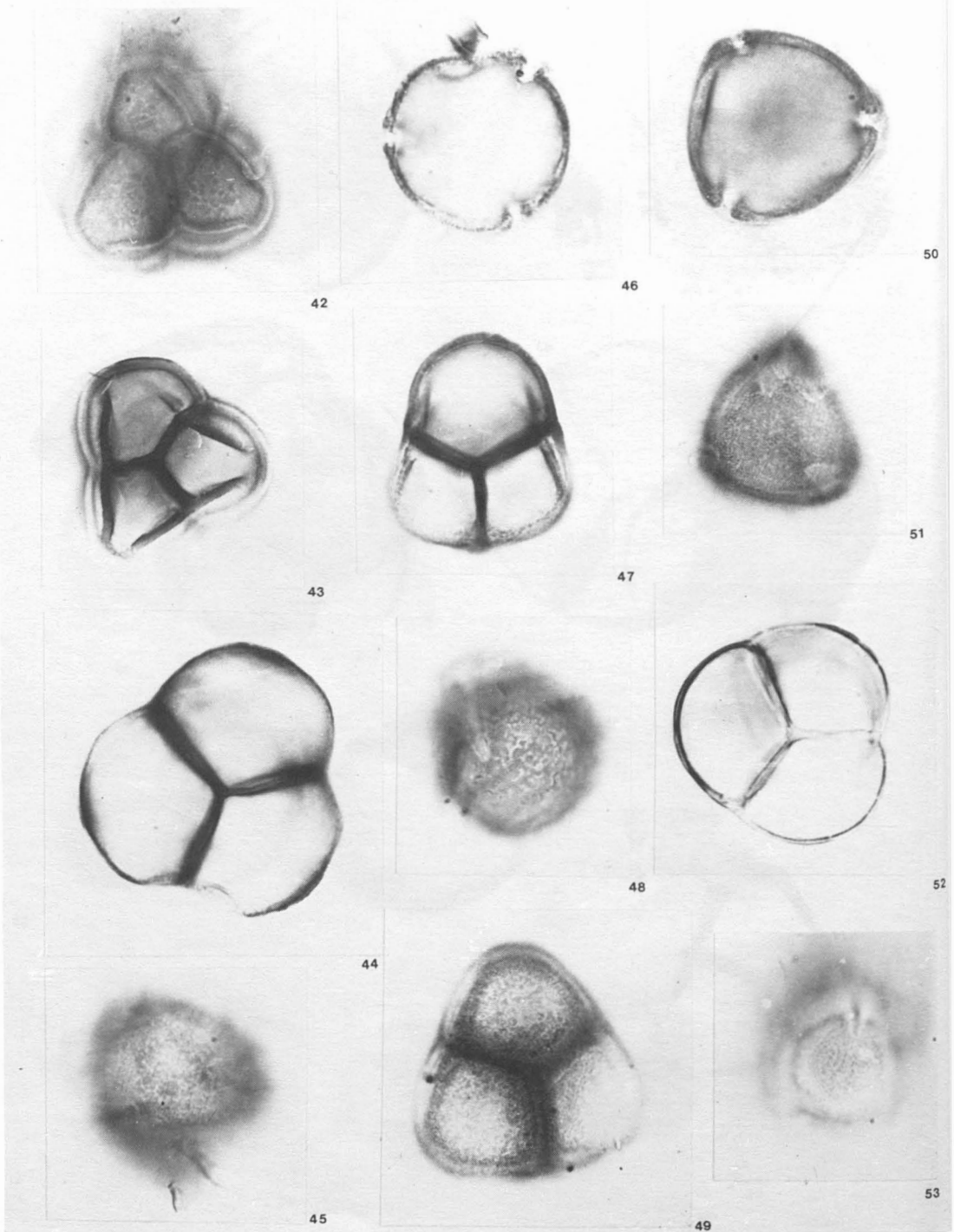


Planche V. Figures 42-43, *Loiseleuria procumbens*; 44-46, *Gaultheria hispidula*; 47-48, *Pyrola rotundifolia*; 49-51, *Pyrola elliptica*; 52-53, *Pyrola miror*. Fig. 46: coupe optique d'un grain. Fig. : 45, 48, 51, 53: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 50: colpi. Fig. 42, 47, 49: exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 43, 44, 52: coupe optique de la tétrade. Grossissement: 670X.

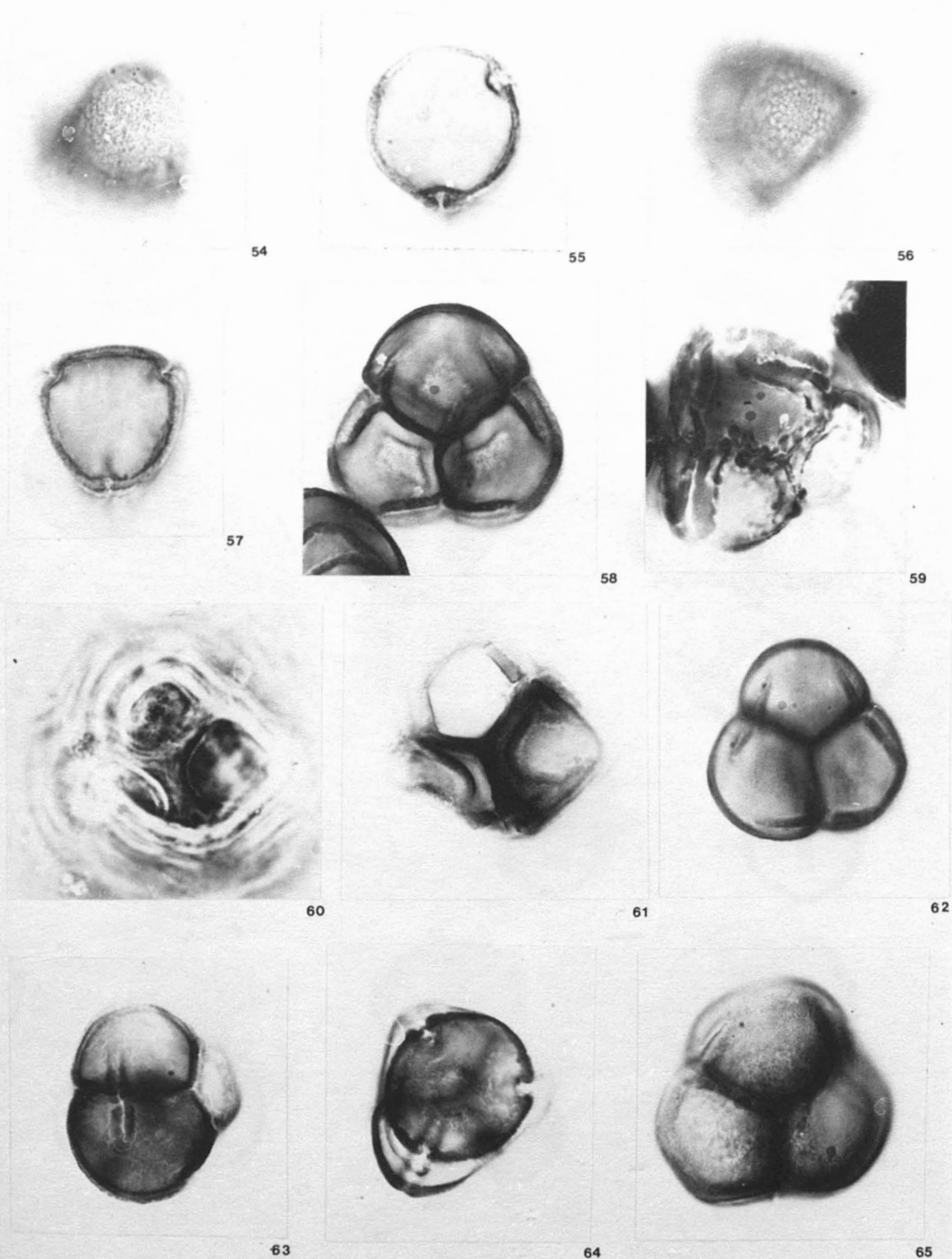


Planche VI. Figures 54-55, *Pyrola virens*; 56-57, *Pyrola asarifolia*; 58-59, *Phyllodoce caerulea*; 60-61, *Empetrum nigrum*; 62-64, *Kalmia angustifolia* var. *angustifolia*; 65, *Kalmia polifolia*. Fig. 55, 57, 64: coupe optique d'un grain. Fig. 54, 56: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 63: colpi. Fig.: 58, 59, 61, 62, 65: exine en vue équatoriale de la tétrade. Grossissement: 670X.

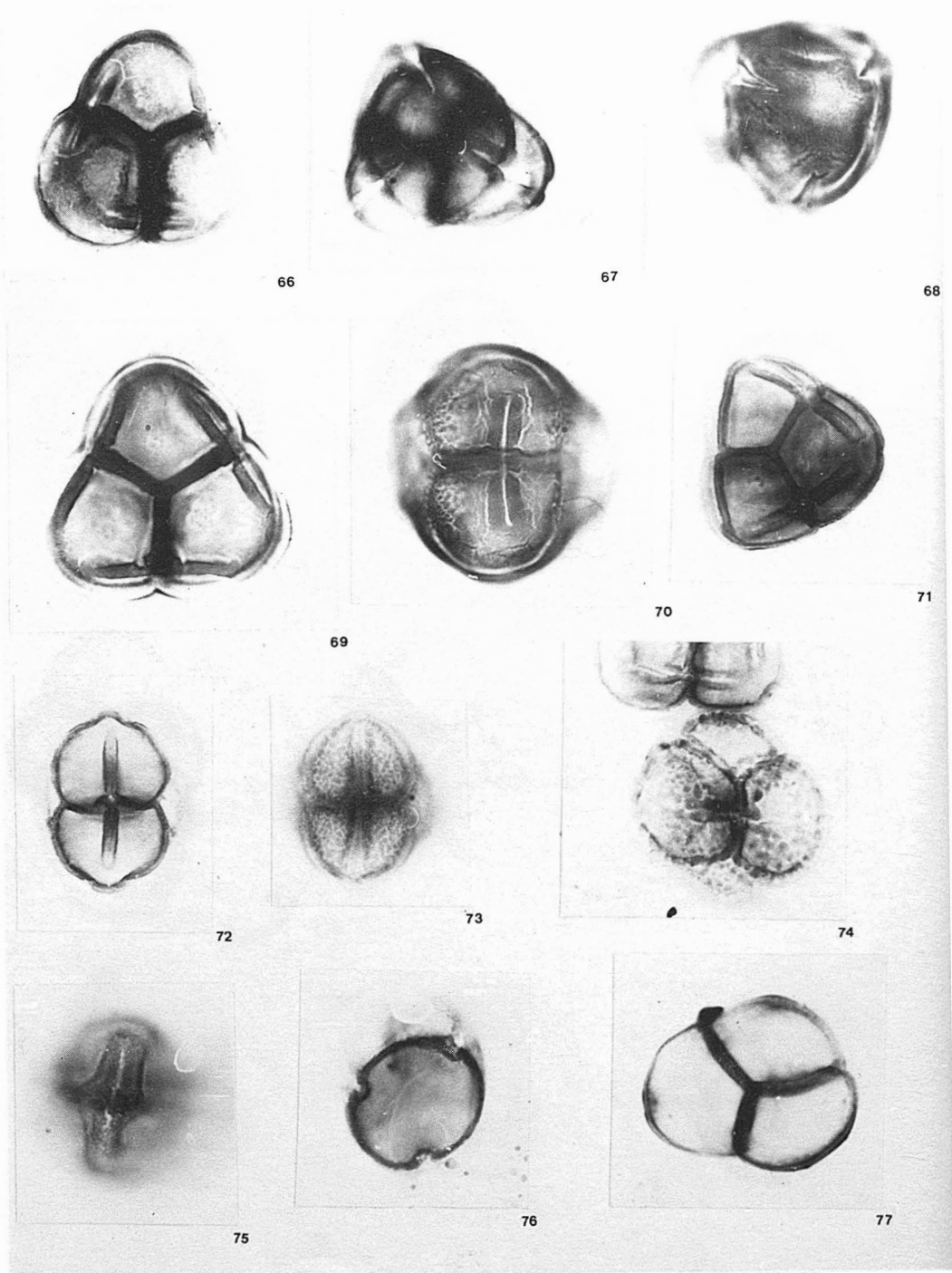


Planche VII. Figures 66-67, *Ledum decumbens* ; 68-70, *Ledum groenlandicum* ; 71-73, *Cassiope tetragona* ; 74, *Cassiope hypnoides* ; 75-77, *Corema conradii*. Fig. 67, 76 : coupe optique d'un grain. Fig. : 68 : exine d'un grain en vue polaire. Fig. 70, 72, 75 : colpi. Fig. 66, 71, 73, 74 : exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 69, 77 : coupe optique de la tétrade. Grossissement : 670X.

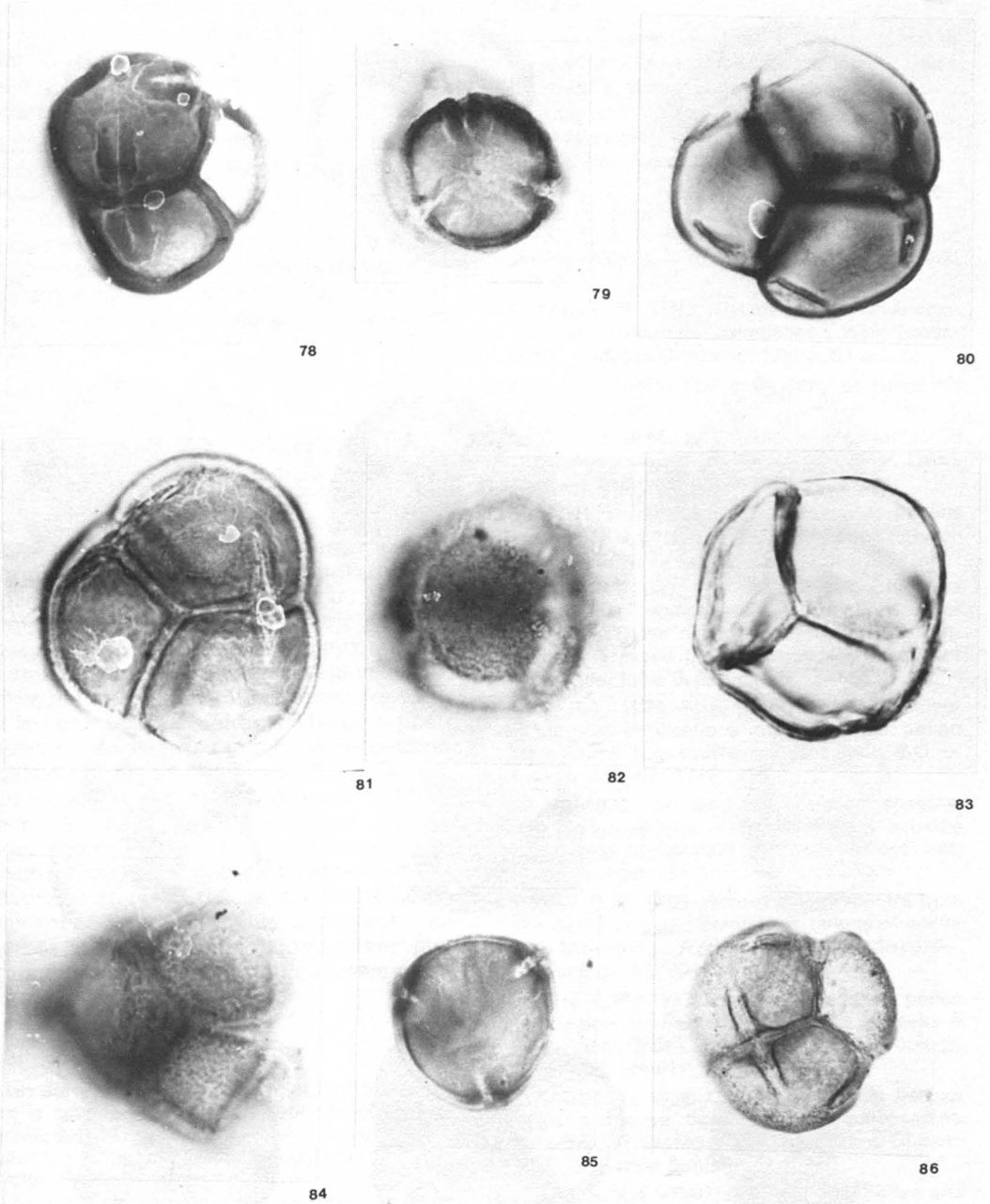


Planche VIII. Figures 78-79, *Cassandra calyculata* ; 80, *Vaccinium angustifolium* ; 81, *Vaccinium ovalifolium* ; 82-83, *Vaccinium corymbosum* ; 84, *Vaccinium nubigenum* ; 85-86, *Vaccinium myrtilloides*. Fig. 79, 85 : coupe optique d'un grain. Fig. 82 : exine d'un grain en vue polaire. Fig. 78, 81, 84, 86 : exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 80, 83 : coupe optique de la tétrade. Grossissement : 670X.

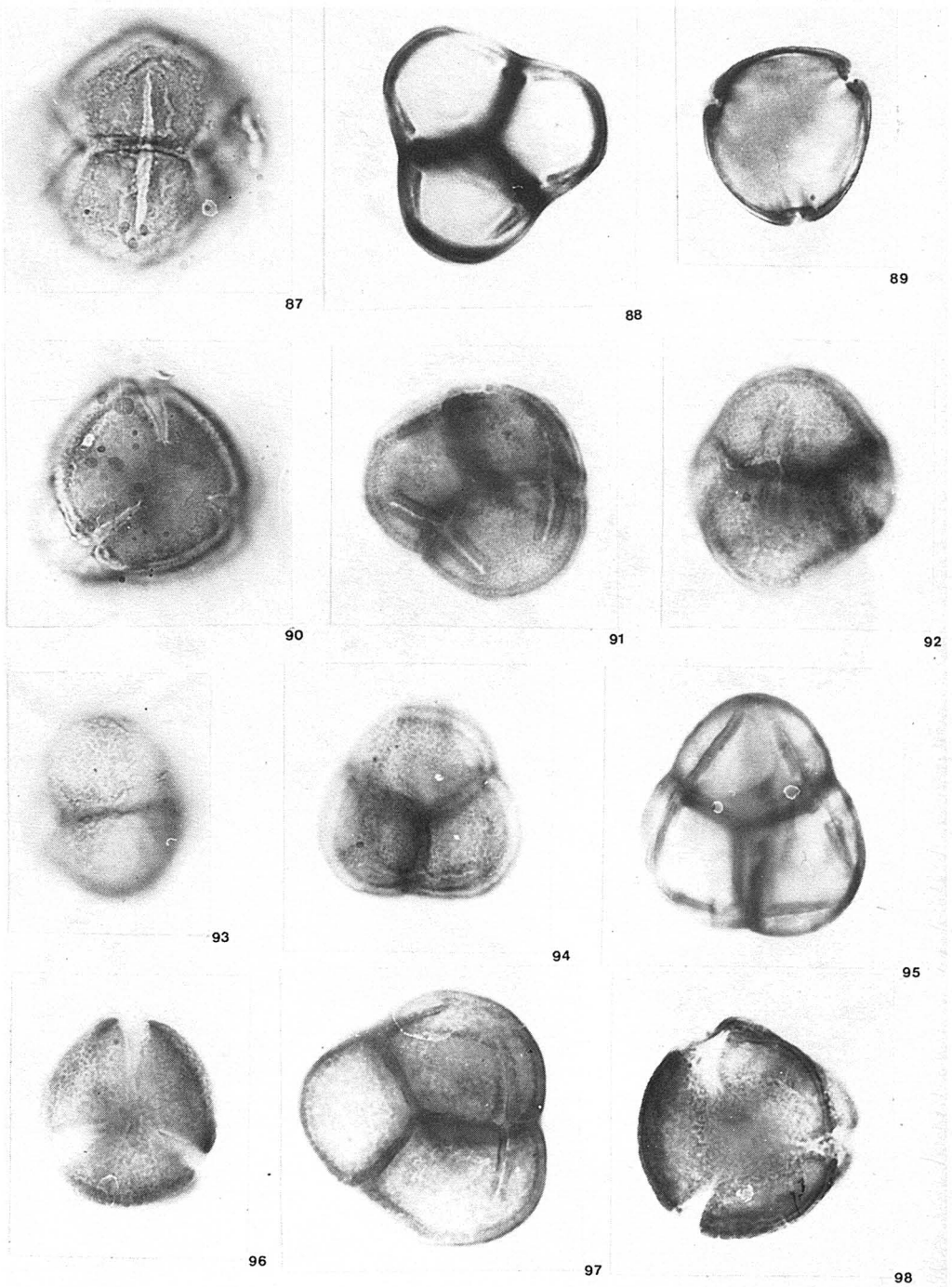


Planche IX. Figures 87-90, *Vaccinium macrocarpon*; 91-92, *Vaccinium cespitosum*; 93-94, *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum*; 95-96, *Vaccinium oxycoccos*; 97-98, *Vaccinium vitis-idea* var. *minus*. Fig. 89: coupe optique d'un grain. Fig. 90, 96, 98: exine d'un grain en vue polaire. Fig. 87, 92, 93: colpi. Fig. 91, 94, 97: exine en vue équatoriale de la tétrade. Fig. 88, 95: coupe optique de la tétrade. Grossissement: 670X.

viscine, le maintien de la disposition en tétrade a été privilégié afin d'avantager la préhension des pollens par les pollisateurs. Une augmentation considérable de la taille ayant été obtenue, les parois proximales devenaient inutiles, et elles ont maintenant tendance à disparaître.

La plupart de nos observations sur les familles formant les Éricales sont confirmées par celles de Sporne (1969) sur l'évolution de leur type d'ovule, et par une étude actuellement en cours par les auteurs sur la morphologie des graines des Éricales, corroborant ainsi que l'évolution des grains de pollen est directement liée aux mécanismes de la reproduction.

Conclusion

La contribution des Éricacées aux spectres polliniques est nettement déficitaire (Heim, 1970). La valeur indicatrice des pollens d'Éricacées est très élevée, puisqu'elle signifie presque toujours la présence d'un individu près du lieu d'échantillonnage. Appliquée à des spectres récents ou fossiles, notre connaissance de la morphologie pollinique des Éricales permet de mieux séparer les différentes communautés végétales actuelles par leur représentation pollinique, et, par le fait même, de retracer l'histoire post-glaciaire des Éricacées lors de la succession végétale tourbicole (Comtois, 1979). Cependant, comme le mentionne Wenner (1947) et Fredskild (1967), la détermination des tétrades déformées ou en mauvais état de conservation est hasardeuse. Celles-ci seront rapportées au type Éricales, qui forme généralement le groupe le plus important. Les courbes d'un diagramme comportant plusieurs types seront donc toujours des courbes minimales.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Pierre Richard pour le matériel qu'il a mis à leur disposition au laboratoire de palynologie de l'Université de Montréal. Nous remercions également Serge Payette et Pierre Morisset de l'Université Laval qui ont bien voulu corriger une première version de ce manuscrit.

Références

BERTSH, K., 1942. Lehrbuch der Pollenanalyse. — Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 195 p.
 BEUG, H.J., 1961. Leitfaden des Pollenbestimmung. Lieferung 1. — Gustaf Fisher, Stuttgart, 63 p.

CARLQVIST, S., 1964. Pollen morphology and evolution of Sarcolaenaceae. — *Brittonia*, 16: 231-254.
 COMTOIS, P., 1979. Histoire holocène du climat et de la végétation à Lanoraie, Québec. — Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 322 p.
 ERDTMAN, G.T., 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Volume one: Angiosperms. — Hafner, New-York, 553 p.
 ERDTMAN, G.T., 1969. Handbook of palynology. — Hafner, New-York, 486 p.
 FAEGRI, K. & J. IVERSEN, 1975. Textbook of pollen analysis, 3rd ed., — Hafner, New-York, 295 p.
 FREDSKILD, B., 1967. Paleobotanical investigations at Sermermiut, Jakobshavn, West Greenland. — *Meddr Grønland*, 178(4), 54 p.
 GOOD, R.O., 1964. The geography of flowering plants, 3rd ed., — Longman, London, 518 p.
 GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.
 GUINET, P.H., 1965. Remarques sur les pollens composés à parois internes perforées. — *Pollen et spores*, 7: 13-18.
 GUINET, P.H., 1969. Les Mimosacées. Étude de palynologie fondamentale, corrélations, évolution. — Thèse de doctorat, Institut de Pondichéry, Travaux de la section scientifique et technique, tome 9, 293 p.
 HEBDA, R.J., 1979. Size, productivity and paleoecological implications of ericaceous pollen from Burns bog, southern Fraser delta, B.C. — *Can. J. Bot.*, 57: 1712-1717.
 HEIM, J., 1970. Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. — Thèse de doctorat, Univ. Louvain, 181 p.
 JANSSEN, C.R., 1966. Recent pollen spectra from the deciduous and coniferous forests of northern Minnesota: A study in pollen dispersal. — *Ecology*, 47: 804-825.
 JANSSEN, C.R., 1973. Local and regional pollen deposition. — Pages 31-42 in H.J.B. Birks & R.D. West (eds.), *Quaternary plant ecology*. Blackwell, London, 326 p.
 LAROUCHE, A., 1974. Contribution de la palynologie à l'étude des Éricacées québécoises. — Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi, 12 p. (non publié).
 NILSSON, S. & J. PRAGLOWSKI, 1963. Pollen and spore key. — Pages 27-64 in G.T. Erdtman *et al.* An introduction to a scandinavian pollen flora. Almqvist & Wiksell, Upsala, 89 p.
 OLDFIELD, F., 1959. The pollen morphology of some of the West European Ericales. — *Pollen et spores*, 1: 19-48.
 OVERBECK, F., 1934. Zur Kenntnis des Pollen mittel- und nord-europäischer Ericales. — *Beih. bot. Zbl.*, 51: 566-583.

- PAYETTE, S. & E. LEPAGE, 1977. La flore vasculaire du golfe de Richmond, Baie d'Hudson. — *Provancheria*, n° 7, 68 p.
- PAYETTE, S., A. LEGERE & R. GAUTHIER, 1978. La flore vasculaire de la région du lac Minto, Nouveau-Québec. — *Provancheria*, n° 8, 38 p.
- RICHARD, P., 1970. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. — *Naturaliste can.*, 97: 1-34, 97-161, 241-306.
- SLADKOV, A.N., 1954. Morphological description of pollen of the Pyrolaceae, Monotropaceae, Ericaceae, Vacciaceae and Empetraceae of the European part of USSR. — *Works Inst. Geo. USSR Acad. Sci*, 92 (5): 1065-1068.
- SPORNE, K.R., 1969. The ovule as an indicator of evolutionary status in Angiosperms. — *New Phytol.*, 68: 555-566.
- VAN CAMPO, M., 1978. La face interne de l'exine. — *Rev. Paléobot. Palyno.*, 26: 301-311.
- WALKER, J.W. & J.A. DOYLE, 1975. The basis of Angiosperms phylogeny: palynology. — *Ann. Mo. bot. Gdn*, 62: 664-732.
- WENNER, C. G., 1947. Pollen diagrams from Labrador. — *Geogr. Ann. Stockholm.*, 29: 137-147.
- WILLIS, J.C., 1922. Age and area. — *Cambridge Univ. Press, Cambridge, England*, 259 p.

ÉVALUATION NUTRITIONNELLE DE SIX CULTIVARS DE LA FLÉOLE DES PRÉS UTILISÉS DANS L'ALIMENTATION DES OVINS

J.R. SEOANE, M.C. MORENO¹ et P. GERVAIS

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation et
Centre de recherches en nutrition, Université Laval,
Québec, G1K 7P4

Résumé

En utilisant six moutons munis d'une fistule dans le rumen, on a déterminé la valeur nutritive, la digestibilité des nutriments et le taux de dégradation de six cultivars de fléole (*Phleum pratense* L.): Champ, Toro, Climax, Itasca, Timfor et Bounty récoltés au stade 75% épiaison. Les foin ont été servis *ad libitum* pendant les deux premières semaines et sur une base restreinte (par kg^{0.75}) pendant les deux dernières semaines de chacune des six périodes de l'expérience (carré Latin 6 x 6). Une moulée commerciale a aussi été servie pour satisfaire 30% de l'énergie nécessaire à l'entretien des moutons. L'ingestion de la matière sèche et la digestibilité apparente de la matière sèche, de l'énergie, de la lignine et de l'azote ont été similaires pour toutes les rations. La digestibilité de la cellulose et de l'hémicellulose des rations à base du cultivar tardif Bounty a été plus élevée que celle des rations à base des cultivars précoces Champ et Toro. La méthode des sachets de nylon a permis de démontrer que les cultivars précoces sont dégradés plus rapidement dans le rumen que les autres cultivars. La dégradation de la cellulose durant 12 h présente une forte corrélation avec la consommation volontaire des foin. La dégradation de la matière sèche et de la cellulose dans le rumen durant 48 h a été hautement corrélée avec la teneur en cellulose et en lignine des fourrages, mais non avec le rapport lignine/complexe ligno-cellulosique. La relation entre la dégradation dans le rumen et le rapport lignine/complexe lignocellulosique des fourrages suit un modèle de type curviligne plutôt que rectiligne. Les cultivars ont montré une valeur nutritive similaire.

Abstract

Six rumen-fistulated sheep were used in a 6 x 6 Latin square design to study the nutritive value, nutrients digestibility and rumen degradability of six cultivars of timothy (*Phleum pratense* L.): Champ, Toro, Climax, Itasca, Timfor and Bounty harvested at 75% heads. The hays were fed *ad libitum* during the first two weeks and restricted (per kg^{0.75}) during the last two weeks of each period. In addition, a commercial type of concentrate was fed to supply 30% of the energy requirements for maintenance. Dry matter intake and *in vivo* apparent digestibility of dry matter, energy, lignin and nitrogen were similar for all diets. The digestibility of cellulose and hemicellulose from diets containing the late-maturing cultivar Bounty was superior to that from diets containing the early-maturing cultivars Champ and Toro. Using the nylon bag technique, early-maturing cultivars were found to be degraded faster in the rumen than the other cultivars. Cellulose degradation at 12 h was significantly correlated to voluntary intake. Rumen degradation of dry matter and cellulose at 48 h was highly correlated with the cellulose and lignin content of the forage and was not correlated with the ratio lignin/ADF. The relationship between rumen degradation and the ratio lignin/ADF of the forages followed a curvilinear model rather than a rectilinear one. The nutritive value of all diets was similar.

Introduction

La fléole des prés (*Phleum pratense* L.), une graminée bien adaptée aux sols et aux

conditions climatiques de l'est du Canada, est largement utilisée sous forme de foin ou d'ensilage dans l'alimentation des ruminants. Pour augmenter l'efficacité de la production animale basée sur un système d'alimentation riche en fourrage, il est im-

¹ Adresse actuelle: PROCAMPO, Aptdo. 2421, Managua, Nicaragua.

portant d'utiliser des cultivars à valeur nutritive élevée. Il n'existe que peu d'information sur la composition chimique, la consommation volontaire et les coefficients de digestibilité des cultivars de fléole servis sous forme de foin. Des études récentes montrent que les cultivars de fléole diffèrent dans leur composition chimique et leur valeur nutritive *in vitro* (Koch, 1976; Guertin *et al.*, 1979).

Des conditions variables de l'environnement peuvent conduire à des changements morphologiques et chimiques dans les cultivars, surtout si leur taux de croissance diffère (Deinum & Dirven, 1971). De telles variations peuvent affecter la disponibilité des constituants des parois cellulaires à la dégradation microbienne dans le rumen; ceci est de nature à influencer le taux de dégradation, la digestibilité des nutriments et, probablement, la consommation volontaire, facteurs déterminant la valeur nutritive d'un fourrage (I.N.R.A., 1978).

La présente étude vise donc à établir la valeur nutritive et les taux de dégradation dans le rumen de six cultivars de fléole dans des rations riches en fourrages et servies à des moutons.

Méthodologie expérimentale

FOURRAGES

On a utilisé les fourrages de six cultivars de fléole de maturité variable (tableau I) cultivés en plein champ à la Station agronomique de l'Université Laval à Saint-Augustin (expérience *in vivo*) et en parcelles dans le campus de la Cité Universitaire à Sainte-Foy (expérience en sachets de nylon). Aux deux sites, chaque cultivar a été récolté au stade d'environ 75% *épiaison* au cours de la dernière semaine de juin.

À la Station agronomique, on a semencé la fléole sans plante-abri à raison de 9 kg/ha le 4 juin 1976 sur un loam argileux Gentilly préalablement fertilisé avec 450 kg/ha de 7-26-26 et 225 kg/ha de nitrate d'ammoniaque le 23 juillet suivant. Le 29 avril 1977, l'année de la récolte, le champ a reçu un apport supplémentaire de 225 kg/ha de 28-13-13. À la fauchaison, le foin de chaque cultivar était légèrement et uniformément encombré de 10 à 15% d'*Agropyron repens*. Chaque fourrage a été partiellement séché au sol, pressé, ventilé en grange jusqu'à une siccité de 85 à 90% et haché en brins de 3 à 5 cm de longueur afin de minimiser le tri par les moutons.

Dans le campus de la Cité Universitaire, les parcelles ont été ensencées le 5 juin 1975 sur un loam schisteux Saint-Nicolas enrichi de 500 kg/ha de 5-20-20 avant le semis. L'année de la récolte, on a épandu 50 kg/ha de N sous forme de NH_4NO_3 le 30 avril 1977. Les échantillons de fourrage ont été prélevés à la main, épurés, séchés à 50°C et moulus pour passer au travers d'un tamis avec mailles de 2 mm.

DIGESTIBILITÉ

On a utilisé six moutons castrés, d'un âge moyen de 18 mois et d'un poids variant de 43 à 67 kg, et munis d'une fistule dans le sac dorsal du rumen. Les animaux ont été gardés dans une salle à température contrôlée (20 à 24°C), en cages individuelles permettant la collecte des fèces et de l'urine. L'eau a été disponible continuellement.

On a alimenté les moutons une fois par jour avec une ration composée de moulée² et de foin de fléole. La quantité de moulée servie a été ajustée de façon à fournir 30% de l'énergie requise pour l'entretien. On a évalué ces besoins énergétiques à partir de la formule:

$$E.D. (KJ/jour) = 498 W^{0.75} \text{ (NRC, 1975).}$$

Pour calculer l'énergie digestible apportée par la moulée, on a attribué à l'énergie brute (18,29 KJ/g) une digestibilité de 70%. Cette quantité de moulée a fourni environ 15% de la consommation totale de matière sèche et assuré une alimentation adéquate aux animaux pendant l'expérience.

On a utilisé un dispositif expérimental de type carré Latin (6 x 6). Les six cultivars de fléole étudiés (Champ, Toro, Climax, Itasca, Timfor et Bounty) ont constitué les variables expérimentales. Chacune des six périodes expérimentales a duré 4 semaines. La première semaine de chaque période a permis aux moutons de s'habituer à la ration. Au cours de la deuxième semaine, on a mesuré la consommation volontaire des foin. La troisième semaine a servi à habituer les moutons au régime de consommation restreinte de la quatrième semaine, semaine de la collecte des données. L'alimentation res-

² MASTER 13% Croissance-finition: protéine brute 13%, graisses 2%, fibre brute 10%, sel 0,5%, calcium 0,6%, phosphore 0,4%, vitamine A 3 300 IU/kg, vitamine D 1 100 IU/kg, Master Feeds, 1 545 du Parc, Sainte-Foy, Québec, Canada.

treinte a été déterminée d'après la consommation minimale observée au cours de la deuxième semaine (g MS/kg^{0.75}). Durant la dernière semaine, on a recueilli les fèces à l'aide des sacs de polyéthylène collés autour de l'orifice anale de chaque mouton et l'urine dans des cruches contenant 25 ml de HCl à 10%. Des échantillons représentatifs des aliments et des fèces séchées ont été entreposés dans des bouteilles en verre à la température du laboratoire (22°C), et l'urine a été gardée au froid (4°C) pour analyses ultérieures.

DEGRADATION DANS LE RUMEN

Pour déterminer le taux de dégradation de la matière sèche et de la cellulose dans le rumen, on a utilisé des sachets en tissu synthétique (Acropor AN-5000, Gelman Instruments Company, Ann Arbor, Michigan) de 11 x 7 cm muni de pores de 5 µm. Au 23^e jour de chaque période expérimentale, on a placé dans le rumen de chaque mouton six sachets, chacun contenant un échantillon (1,5 g/sachet) d'un cultivar donné, selon la disposition aléatoire du carré latin. Ces sacs ont été retirés du rumen par paires après une période d'incubation de 12, 24 et 48 heures, lavés à l'eau tiède et lyophilisés, et leur contenu a été pesé et entreposé pour analyses ultérieures.

ANALYSES

On a séché les échantillons dans une étuve à vide à 75°C durant 16 heures pour la détermination de la matière sèche; celle de l'azote total a été faite par le procédé micro-Kjeldahl et le dosage réalisé par l'analyseur automatique Technicon (AOAC, 1975). L'énergie a été déterminée au moyen d'une bombe calorimétrique adiabatique Parr. La méthode décrite par Goering & Van Soest (1970) a servi à établir les constituants des parois cellulaires.

Les données expérimentales recueillies ont été traitées statistiquement par analyses de variance, corrélations et tests de Duncan (Steel & Torrie, 1960).

Résultats et discussion

COMPOSITION CHIMIQUE DES CULTIVARS

La composition chimique des cultivars de fléole dans l'expérience *in vivo* est légèrement différente de celle des cultivars utilisés dans l'expérience en sachets de nylon (tableau I). Ceci peut être attribuable à la contamination des fourrages avec *Agropyron repens*, à l'année de récolte ainsi qu'à la fertilisation.

TABLEAU I

Analyses chimiques des cultivars de la fléole des prés*

	Cultivars						
	Hâtifs		Intermédiaires			Tardifs	S \bar{x}
	CHAMP	TORO	CLIMAX	ITASCA	TIMFOR	BOUNTY	
	<i>Expérience in vivo</i>						
Protéine (%)	10,0 ^{bc}	8,7 ^{ab}	9,4 ^b	9,4 ^b	10,6 ^c	8,1 ^a	0,6
Cellulose (%)	29,7 ^a	30,6 ^a	31,7 ^a	31,3 ^a	30,5 ^a	34,3 ^b	0,6
Hémicellulose (%)	23,7 ^a	23,4 ^a	23,1 ^a	25,1 ^a	23,4 ^a	24,9 ^a	0,8
Lignine (%)	5,0 ^a	5,2 ^a	4,9 ^a	5,3 ^{ab}	5,3 ^{ab}	5,9 ^b	0,2
Énergie (KJ/g)	18,9 ^a	18,8 ^a	18,7 ^a	18,5 ^a	18,9 ^a	18,5 ^a	0,2
	<i>Expérience en sachets de nylon</i>						
Protéine (%)	8,7 ^a	8,7 ^a	8,1 ^a	8,1 ^a	7,5 ^a	7,5 ^a	0,6
Cellulose (%)	27,9 ^a	27,4 ^a	31,0 ^b	30,7 ^b	30,0 ^b	31,4 ^b	0,6
Hémicellulose (%)	25,1 ^a	26,0 ^a	26,2 ^a	24,7 ^a	24,8 ^a	24,8 ^a	0,6
Lignine (%)	4,7 ^a	4,8 ^a	5,9 ^b	6,0 ^b	5,0 ^{ab}	5,1 ^{ab}	0,1
Énergie (KJ/g)	20,7 ^b	20,2 ^b	19,7 ^{ab}	18,7 ^a	18,8 ^a	18,7 ^a	0,8

* = Base matière sèche

S \bar{x} = Erreur type

a-c = Les données dans la même rangée, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement (P < 0,05).

Dans les deux expériences, mais en particulier dans la seconde, la teneur relative basse en protéine de tous les cultivars est difficile à expliquer; d'autres auteurs (Rochat & Gervais, 1975; Darisse *et al.*, 1980) travaillant avec la même espèce dans l'un des sites rapportent une teneur en protéine plus élevée que celle consignée dans la présente étude.

Dans l'expérience *in vivo*, la valeur énergétique des cultivars n'a que très faiblement varié, allant de 18,5 à 18,9 KJ/g. Les teneurs en protéine brute (N \times 6,25) ont fluctué significativement, passant de 8,1% pour le cultivar Bounty à 10,6% pour le cultivar Timfor. Une plus faible teneur de Bounty en protéine a déjà été observée dans notre laboratoire (Seoane *et al.*, 1981; Côté, 1981). Bounty a aussi montré des valeurs en cellulose et lignine (34,3% et 5,9% respectivement) plus élevées que la plupart des autres cultivars, tandis que la teneur en hémicellulose a été sensiblement la même chez tous les cultivars.

Les cultivars utilisés dans l'expérience en sachets de nylon n'ont pas présenté de différences significatives dans les teneurs en azote et en hémicellulose. Cependant, les cultivars hâtifs, Champ et Toro, ont montré

les teneurs en cellulose et en lignine les plus basses et les valeurs énergétiques les plus élevées.

INGESTION VOLONTAIRE

On n'a noté aucune différence significative dans la consommation journalière de matière sèche par les moutons (tableau II) quel que soit le cultivar servi. Toutefois, l'ingestion du cultivar Champ a atteint 65,5 g/kg^{0.75} alors que celle des cinq autres n'a varié que de 59,1 à 61,8 g/kg^{0.75}. Seoane *et al.* (1981) ont noté une ingestion de 65,1 et 65,8 g/kg^{0.75} lorsque les cultivars Champ et Climax, respectivement, ont été servis aux moutons comme la seule source d'aliment. Ces valeurs rejoignent celles qui ont été obtenues dans cette expérience. La quantité de concentré servie (15% de la matière sèche ingérée) ne semble donc pas avoir affecté le degré de remplissage du rumen au point de limiter la consommation des foin. Cependant, le concentré étant un aliment énergétique très digestible peut avoir produit une satiété partielle, masquant ainsi des différences possibles des taux d'ingestion des cultivars.

Le gain en poids, établi durant la période de consommation du foin à volonté, a varié

TABLEAU II
Ingestion, digestibilité et rétention azotée des rations de fléole servies à des moutons

	Cultivars						S \bar{x}
	Hâtifs		Intermédiaires			Tardifs	
	CHAMP	TORO	CLIMAX	ITASCA	TIMFOR	BOUNTY	
<i>Ingestion :</i>							
Foin (g MS/kg ^{0.75})	65,5 ^a	60,3 ^a	61,8 ^a	59,1 ^a	59,1 ^a	61,5 ^a	2,1
Énergie digestible (KJ/kg ^{0.75})*	937,0 ^b	848,8 ^{ab}	883,7 ^{ab}	809,1 ^a	827,7 ^{ab}	842,2 ^{ab}	33,6
<i>Digestibilité apparente (%)</i>							
Matière sèche	61,3 ^a	62,9 ^a	64,6 ^a	62,1 ^a	62,7 ^a	64,4 ^a	1,2
Azote	70,0 ^a	68,0 ^a	71,4 ^a	68,6 ^a	71,9 ^a	69,0 ^a	1,0
Énergie	62,1 ^a	62,0 ^a	64,1 ^a	60,5 ^a	62,1 ^a	62,4 ^a	0,9
Hémicellulose	67,4 ^a	74,8 ^{ab}	73,8 ^{ab}	74,7 ^{ab}	67,6 ^a	76,5 ^b	2,6
Cellulose	58,0 ^a	62,2 ^{ab}	64,3 ^b	62,1 ^{ab}	57,9 ^a	64,1 ^b	2,7
Lignine	19,8 ^a	18,8 ^a	17,0 ^a	14,4 ^a	20,2 ^a	22,2 ^a	2,5
<i>Azote retenu</i>							
% de l'azote ingéré g/kg ^{0.75} /jour	39,1 ^a	43,7 ^a	49,9 ^a	43,7 ^a	45,6 ^a	45,4 ^a	3,8
	0,45 ^a	0,49 ^a	0,58 ^a	0,52 ^a	0,58 ^a	0,50 ^a	0,05

S \bar{x} = Erreur type

a-b = Les données dans la même rangée, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement (P < 0,05)

* = Ingestion de l'énergie digestible du foin et des concentrés.

selon les traitements de 110 à 170 g par jour, mais ces valeurs ne sont pas significativement différentes.

DIGESTIBILITÉ ET RÉTENTION AZOTÉE

Aucune différence significative n'a été décelée entre les rations (tableau II) pour la digestibilité apparente de la matière sèche (61,3 à 64,6%), de l'azote (68,0 à 71,9%), de l'énergie (60,5 à 64,1%) et de la lignine (14,4 à 22,2%). Cependant, la digestibilité de la cellulose a été supérieure ($P < 0,05$) dans les rations à base des cultivars Climax et Bounty (64,3 et 64,1% respectivement) et inférieure dans celles contenant les cultivars Champ et Timfor (58,0 et 57,9% respectivement). La digestibilité de l'hémicellulose a été la plus élevée ($P < 0,05$) dans la ration à base du cultivar Bounty (76,5%) et la plus faible dans celles contenant les cultivars Champ et Timfor (67,4 et 67,6% respectivement). Les coefficients de digestibilité de la matière sèche, de l'azote et de l'énergie sont similaires à ceux rapportés par Mellin *et al.* (1962) et Minson *et al.* (1964). Dans des études similaires, Burgess & Grant (1974) n'ont pas trouvé de différence significative dans la digestibilité de cultivars de fléole servis aux moutons sous forme d'ensilage.

Les données sur la rétention azotée vont de 0,45 à 0,58 g/kg^{0.75}/jour, ce qui correspond à 39,1 et 49,9% de l'azote total ingéré. Ces valeurs sont considérées comme normales pour les moutons. Une partie de l'azote retenu a probablement été utilisée pour la croissance de la laine, étant donné que le gain en poids journalier n'a pas été suffisant pour expliquer cette rétention azotée.

DÉGRADATION DANS LE RUMEN

La matière sèche et la cellulose des cultivars hâtifs se sont dégradées plus rapidement ($P < 0,05$) que celles des autres cultivars à chaque durée d'incubation (tableau III). Timfor et Bounty se sont dégradés à un taux intermédiaire, tandis que Itasca a subi une dégradation plus lente dans la majorité des cas. Plusieurs travaux ont démontré que les cultivars de maturité précoce ont une dégradation plus élevée que les cultivars tardifs à des stades de maturité semblables (Burgess & Grant, 1974 ; Koch, 1976). Deinum & Dirven (1971) ont également constaté une digestibilité plus faible des cultivars tardifs chez diverses espèces fourragères et l'ont expliquée par une exposition prolongée de

TABLEAU III
Dégradation de la matière sèche et de la cellulose des cultivars de fléole dans le rumen des moutons*

		Dégradation dans le rumen (%)					
		Matière sèche			Cellulose		
Cultivars	Durée (h)	12	24	48	12	24	48
	Hâtifs						
CHAMP		28,8 ^c	42,0 ^{cd}	64,0 ^c	20,6 ^c	38,8 ^{bc}	66,0 ^c
TORO		25,1 ^{bc}	45,4 ^d	59,6 ^{bc}	13,9 ^{ab}	43,7 ^c	63,4 ^{bc}
Intermédiaires							
CLIMAX		22,1 ^{ab}	35,7 ^{abc}	50,7 ^a	15,5 ^{bc}	31,5 ^a	51,0 ^a
ITASCA		17,5 ^a	31,1 ^a	48,7 ^a	9,4 ^a	29,2 ^a	53,6 ^a
TIMFOR		23,5 ^b	38,0 ^{bc}	54,7 ^{ab}	13,8 ^{ab}	36,3 ^{ab}	57,3 ^{ab}
Tardifs							
BOUNTY		22,7 ^b	33,2 ^{ab}	52,2 ^{ab}	14,6 ^{ab}	30,3 ^{ab}	54,9 ^a
	Moyenne	23,3	37,5	55,0	14,6	35,0	57,7
	S \bar{x}	1,4	2,1	2,7	1,7	2,2	2,4

* = Méthode des sachets de nylon

S \bar{x} = Erreur type

a-d = Les données dans la même colonne, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$).

la plante à des températures chaudes et par une élévation accrue des tiges.

En augmentant la durée d'incubation de 12 à 24 à 48 h, la dégradation de la matière sèche (23,3, 37,5 et 55,0% respectivement) et de la cellulose (14,6, 35,0 et 57,7% respectivement) s'est accrue considérablement. Johnson *et al.* (1962) ont trouvé, pour un foin de fléole, des taux de digestibilité *in vitro* de la cellulose de 22, 47 et 58% pour des temps de fermentation de 12, 24 et 48 h respectivement, ce qui correspond aux résultats que nous avons obtenus.

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION

Les coefficients de corrélation entre l'ingestion, la digestibilité de l'énergie, les constituants des parois cellulaires et la dégradation de la matière sèche et de la cellulose dans le rumen sont présentés au tableau IV. Plusieurs corrélations ne sont pas significatives, probablement parce qu'on n'a ob-

servé aucune différence significative entre les cultivars pour l'ingestion et des faibles différences seulement pour la digestibilité des nutriments.

La dégradation de la cellulose à 12 h était corrélée avec l'ingestion des foins ($r = 0,92$, $P < 0,01$) confirmant ainsi les résultats de Johnson *et al.* (1962). La dégradation de la matière sèche et de la cellulose dans le rumen (48 h) est corrélée avec la teneur en cellulose et en lignine des fourrages ($P < 0,05$).

La relation entre le rapport lignine/ complexe lignocellulosique (ADF) et la dégradation des fourrages dans le rumen suit un modèle de régression curviligne similaire à celui décrit par Côté (1981) pour la dégradation des parois cellulaires *in vitro*. La relation obtenue s'exprime de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Dégrad. MS (48 h)} &= \\ 3393,20 - 24887,41/X - 111,56 X & \\ \text{ou} \quad X &= (\text{lignine/ADF}) 100 \\ r &= -0,85, S_x = 3,40, P < 0,05 \end{aligned}$$

TABLEAU IV

Coefficients de corrélation entre les paramètres étudiés

	Énergie digestible		
	Ingestion		
<i>Parois cellulaires</i>			
Cellulose	-0,06	0,37	
Hémicellulose	-0,24	-0,67	
Lignine	-0,50	-0,71	
<i>Dégradation dans le rumen</i>			
Matière sèche			
12 h	0,74	0,31	
24 h	0,35	0,15	
48 h	0,65	0,01	
Cellulose			
12 h	0,92**	0,49	
24 h	0,21	0,00	
48 h	0,50	-0,25	
<i>Parois cellulaires</i>			
	Cellulose	Hémicellulose	Lignine
<i>Dégradation dans le rumen</i>			
Matière sèche			
12 h	-0,71	0,22	-0,86*
24 h	-0,93**	0,49	-0,76
48 h	-0,89*	0,15	-0,86*
Cellulose			
12 h	-0,44	0,22	-0,60
24 h	-0,94**	0,39	-0,77
48 h	-0,93**	0,02	-0,86*

* = $P < 0,05$, $n = 6$

** = $P < 0,01$, $n = 6$

On a observé que la dégradation est maximale quand le rapport lignine/ADF est égal à 14,93%.

En conclusion, il ressort qu'il n'y a que peu de différences dans la composition chimique des divers cultivars de fléole récoltés au stade 75% *épiaison* au premier cycle de végétation. Même si les taux de dégradation des cultivars dans le rumen varient, leur valeur nutritive fluctue très peu lorsqu'ils sont servis avec un supplément de concentrés.

Remerciements

Les auteurs remercient N. Seoane et L. Latrille pour la correction du manuscrit, M. Côté, P. Castonguay, L. Lizotte, A. Roy et L. Fournier pour leur assistance technique et le Conseil des recherches et services agricoles du Québec pour l'aide financière apportée à la réalisation de cette étude (Subvention n° LA-76-631).

Références

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1975. Official methods of analysis. — 12th ed., Washington, DC 20044, 1094 p.
- BURGESS, P. L. & E. A. GRANT, 1974. A grassland system for dairy cattle based on ensiled timothy (*Phleum pratense*) cultivars. — Proc. 12th Int. Grassl. Congr., p. 78-86.
- CÔTÉ, M., 1981. Évaluation de la valeur nutritive à deux stades de maturité de cultivars de fléole et de brome par deux méthodes de laboratoire. — Thèse de maîtrise, Univ. Laval, Québec, 124 p.
- DARISSE, J.P.F., P. GERVAIS & J.C. ST-PIERRE, 1980. Influence du stade de croissance sur le rendement et la composition chimique de deux cultivars de la fléole des prés, du brome et du dactyle. — Naturaliste can., 107: 55-62.
- DEINUM, B. & J.G.P. DIRVEN, 1971. Climate, nitrogen and grass. 4. The influence of age on chemical composition and *in vitro* digestibility of maize (*Zea mays* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). — Neth. J. Agric. Sci., 19: 264-272.
- GOERING, H.K. & P.J. VAN SOEST, 1970. Forage fiber analyses. — USDA Agric. Handbk no. 379, Washington, DC, 20 p.
- GUERTIN, S.P., J.C. ST-PIERRE & P. GERVAIS, 1979. Influence de la fertilisation azotée sur le rendement, la valeur nutritive et la teneur en diverses fractions azotées de trois cultivars de la fléole de prés. — Can. J. Pl. Sci., 59: 839-846.
- I.N.R.A., 1978. L'alimentation des ruminants. INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles, France, 598 p.
- JOHNSON, R.R., B.A. DEHORITY, J.L. PARSONS & H.W. SCOTT, 1962. Discrepancies between grasses and alfalfa when estimating nutritive value from *in vitro* cellulose digestibility by rumen microorganisms. — J. Anim. Sci., 21: 892-896.
- KOCH, D.W., 1976. In vitro dry matter digestibility in timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars of different maturity. — Crop Sci., 16: 625-626.
- MELLIN, T.N., B.R. POULTON & M.J. ANDERSON, 1962. Nutritive value of timothy hay as affected by date of harvest. — J. Anim. Sci., 21: 123-126.
- MINSON, D.J., C.E. HARRIS, W.F. RAYMOND & R. MILFORD, 1964. The digestibility and voluntary intake of S22 and H.1 ryegrass, S170 tall fescue, S48 timothy, S215 meadow fescue and Germinal cocksfoot. — J. Br. Grassld Soc., 19: 298-305.
- N. R. C., 1975. Nutrient requirements of sheep. 5th ed. — Nutrient requirements of domestic animals No. 5. National Academy of Sciences, Washington, DC, 72 p.
- ROCHAT, E. & P. GERVAIS, 1975. Evolution de la composition chimique du brome, de la fléole et du dactyle au cours du premier cycle de végétation. — Naturaliste can., 102: 825-833.
- SEOANE, J.R., M. CÔTÉ, P. GERVAIS & J.P. LAFOREST, 1981. Prediction of the nutritive value of alfalfa (Saranac), bromegrass (Saratoga) and timothy (Champ, Climax, Bounty) fed as hay to growing sheep. — Can. J. Anim. Sci., 61: 403-413.
- STEEL, R.G.D. & J.R. TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 481 p.

EFFET DE LA DENSITÉ DU CHIENDENT ET DE LA PRÉSENCE DE L'ORGE SUR LA CROISSANCE DU CHIENDENT

J.-M. DESCHÉNES et A. LÈGÈRE

Station de recherches, Agriculture Canada, 2560, boul. Hochelaga, Sainte-Foy, Québec G1V 2J3

Résumé

Le chiendent (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) issu de fragments de rhizomes a été cultivé en serre, seul ou avec de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) cv. Loyola. La présence de l'orge ou l'augmentation de la densité du chiendent a réduit significativement le nombre de tiges, la phytomasse des tiges et des feuilles, la longueur et la phytomasse des rhizomes. La compétition intraspécifique à densité élevée de chiendent a exercé la même influence sur le chiendent que la compétition interspécifique à faible densité de chiendent. L'établissement et la croissance rapide de l'orge et la compétition pour l'azote ont été retenus comme variables explicatives. Cette compétition s'est traduite par une augmentation du rapport rhizomes/parties aériennes. L'augmentation de la proportion de rhizomes par rapport aux parties aériennes laquelle assure la persistance et la prolifération de l'espèce constituerait une stratégie du chiendent lorsqu'il est soumis à une forte compétition. L'influence du chiendent sur la croissance de l'orge s'est manifestée particulièrement au niveau du rendement en grains. Les résultats suggèrent que même si l'orge diminue le développement du chiendent, ce dernier, même à faible densité, réduit le rendement en grains de l'orge.

Abstract

Quackgrass (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) derived from rhizome fragments was grown in a greenhouse either alone or with barley (*Hordeum vulgare* L.) cv. Loyola. The presence of barley or the increase of quackgrass density significantly reduced the number of shoots, the dry weight of shoots and leaves and the length and dry weight of rhizomes. Intraspecific competition under high quackgrass density had the same effect on quackgrass as the interspecific competition under low quackgrass density. The rapid establishment and growth of of barley and competition for nitrogen could be responsible for the reduced growth of quackgrass. This competition resulted in a decrease of the aboveground parts/rhizomes ratio. The increase in the proportion of rhizomes in relation to the aboveground parts which allows the persistence and proliferation of the species could be considered a quackgrass strategy when it is subjected to a high level of competition. The results suggest that, even though barley reduced the growth of quackgrass, the latter significantly decreased the grain yield of barley.

Introduction

Le chiendent [*Agropyron repens* (L.) Beauv.] est probablement la mauvaise herbe la plus répandue au Canada et l'une des plus agressives envers les cultures. Selon Werner & Rioux (1977), le chiendent peut maintenir un taux élevé de croissance même durant les périodes fraîches, il peut se reproduire végétativement à l'aide de rhizomes à un rythme élevé, il est un excellent utilisateur des principaux éléments nutritifs et il peut produire des toxines allélochimiques.

Dans la plupart des cas, le chiendent, lorsqu'il est implanté, se reproduit végétativement par la formation de tiges et de rhizomes issus des bourgeons axillaires de la tige-mère. Par la suite, les bourgeons latéraux sur les rhizomes peuvent donner naissance à des tiges ou à de nouveaux rhizomes selon la quantité d'azote, la température et/ou la photopériode. McIntyre (1967) a démontré que les bourgeons axillaires produisent des tiges lorsque le niveau d'azote ou la température est élevé. L'inverse est vrai pour la formation des rhizomes. La réduction de la

photopériode favorise la production de tiges et empêche le développement des rhizomes. Toujours selon McIntyre (1967), une augmentation de l'apport en azote après l'initiation de la croissance du rhizome se traduit par la formation de tiges. McIntyre (1970) a également montré que les rhizomes décapités de leur partie apicale mais attachés au plant-mère favorisent le développement des bourgeons latéraux. Les bourgeons les plus près de la partie apicale développent des tiges et ceux les plus éloignés de la partie apicale des rhizomes. Une augmentation de température de 15°C à 25°C et une diminution de l'intensité lumineuse augmentent considérablement la formation des tiges au détriment des rhizomes. Des résultats similaires ont été obtenus par Leakey *et al.* (1977) qui, à partir de fragments de rhizomes, ont démontré que la capacité de régénération du chiendent est plus élevée durant les périodes fraîches et que ce phénomène est relié au contenu total en azote du rhizome. De même, Majek (1978) a démontré que la croissance des tiges et des rhizomes est affectée par la température et la photopériode. À 21°C, il a observé surtout une formation de tiges et d'inflorescence, avec 14 heures de lumière. La partie apicale du rhizome est demeurée dans le sol lorsque la température a été fixée à 21°C avec 12 à 16 heures de lumière tandis qu'elle a courbé vers la surface à une température de 32°C ou 10°C avec 14 ou 18 heures de lumière respectivement. Des études au champ ont confirmé ces résultats.

De fortes infestations de chiendent réduisent considérablement les rendements, mais il est également reconnu que les céréales peuvent exercer une influence marquée sur la croissance du chiendent. Cussans (1968, 1970) et Williams (1973) ont démontré que la croissance du chiendent est réduite en présence de l'orge ou du blé (*Triticum aestivum* L.) et que la croissance végétative des céréales est moins affectée que la production de grains. Selon Cussans (1968), Williams (1971) et Skuterud (1977), l'établissement et la croissance rapides de la céréale et l'effet d'ombrage relié à ce type de croissance réduisent l'effet compétitif du chiendent. En présence d'une céréale, le chiendent adopterait une stratégie de développement en produisant moins de parties aériennes et en augmentant la proportion des structures de pérennité (Williams, 1973).

Cette expérience a été effectuée afin de mesurer l'effet de la densité du chiendent et

de la présence de l'orge sur les différentes composantes de croissance du chiendent.

Matériel et méthodes

L'expérience a été effectuée en serre au cours de l'hiver 1979. Au début de janvier, 192 pots de 20 cm de diamètre ont été remplis d'un médium granulaire de support à base de montmorillonite appelé «Turface». Des fragments de rhizomes comprenant un bourgeon latéral ont été placés à 2,5 cm de profondeur. Le nombre de fragments a varié de façon à obtenir 3, 6, 9 et 12 bourgeons latéraux/pot. La moitié des pots comprenait seulement du chiendent tandis que l'autre moitié a été ensemencée avec 6 grains d'orge. Le plan expérimental a été établi de manière à effectuer 6 récoltes à intervalles réguliers. Nous avons utilisé pour chaque récolte le dispositif de bloc complètement aléatoire avec 4 répétitions et les données ont été traitées par l'analyse de variance.

Les pots ont été arrosés régulièrement et fertilisés à tous les 4 jours avec une solution nutritive Long Ashton. Les températures ont été maintenues à 23°C pour 14 heures de lumière et à 15°C pour 10 heures d'obscurité.

La première récolte a été effectuée 3 semaines après le début de l'expérience. Les cinq récoltes subséquentes ont été effectuées à toutes les deux semaines.

Pour chaque récolte, le nombre de tiges et la phytomasse des tiges et des feuilles de l'orge et du chiendent ont été inscrites. De plus, pour le chiendent, la longueur et la phytomasse des rhizomes ont été mesurées. À la dernière récolte (13^e semaine), le rendement en grains de l'orge a été mesuré.

Afin de comparer le rendement de l'orge en semis pur avec celui de l'orge en présence du chiendent, 4 pots contenant seulement 6 plants d'orge ont été ajoutés à l'expérience et récoltés à la 13^e semaine.

Résultats et discussion

L'analyse de variance et l'examen des graphiques préliminaires ont démontré que les résultats obtenus avec 6 et 9 bourgeons latéraux/pot de chiendent se situaient constamment entre ceux obtenus avec 3 et 12 bourgeons. Par souci de clarté et de simplification, seuls les résultats obtenus avec 3 et 12 bourgeons/pot sont rapportés.

Les résultats de l'analyse de variance montrent que la présence de l'orge et la densité du chiendent ont affecté très tôt et significativement la croissance des parties aériennes et souterraines du chiendent. De plus, l'effet de l'orge sur le chiendent a varié selon la densité de ce dernier tel qu'illustré par les interactions significatives observées (tableau I).

PARTIES AÉRIENNES DU CHIENDENT

La présence de l'orge et la densité du chiendent ont réduit significativement le nombre de tiges et la phytomasse des tiges et des feuilles du chiendent. Le nombre de tiges de chiendent initié par bourgeon latéral a été plus affecté par la densité du chiendent que par la présence de l'orge (fig. 1A). En l'absence de l'orge, le nombre de tiges de chiendent s'est stabilisé vers la septième semaine. En présence de l'orge, le nombre de tiges a augmenté jusqu'à la 11^e semaine avec une faible densité de chiendent, tandis qu'il est demeuré quasi constant et faible lorsque la densité du chiendent a été élevée (fig. 1A).

Il semble que l'initiation des tiges à partir des bourgeons latéraux sur les rhizomes soit favorisée par une faible densité du chiendent et par l'absence de compétition interspécifique spécialement à faible densité du chiendent. A haute densité du chiendent, l'effet de l'orge n'est pas très marqué. Selon McIntyre (1967) et Leakey *et al.* (1977), un déficit en azote favorise davantage la formation des rhizomes que celle des tiges. Un phénomène semblable peut expliquer les résultats de cette expérience. La quantité d'azote ajoutée

à tous les 4 jours a été constante pour la durée de l'expérience et n'a pas tenu compte du rythme de développement du chiendent. Il semble, à en juger par les résultats quantitatifs et par la coloration du feuillage, qu'un déficit en azote ait été atteint vers la 7^e ou la 8^e semaine. Ce déficit peut expliquer une initiation de tiges au début de l'expérience alors que l'azote était en quantité suffisante et une stabilisation par la suite lorsque cet élément est devenu moins disponible.

La phytomasse des tiges et des feuilles a été fortement réduite par la présence de l'orge ou la densité du chiendent sauf pour les cinq premières semaines alors que le développement des parties aériennes a été très faible. Pour tous les traitements, un plateau a été atteint vers la 11^e semaine. À ce stade, seul le traitement à faible densité de chiendent et sans orge a fourni une phytomasse élevée (fig. 1B).

L'effet de l'orge a été plus grand à faible densité du chiendent. Cependant, il est intéressant de noter que cet effet a été similaire à celui observé avec une densité élevée de chiendent implanté sans orge. Ceci indique que l'influence de l'orge a été comparable à une augmentation de la densité du chiendent et, que la compétition intraspécifique a joué un rôle comparable à celui de la compétition interspécifique. La présence de l'orge à densité élevée du chiendent a accentué la compétition, mais on peut supposer qu'une augmentation additionnelle de la densité du chiendent aurait produit le même effet que la présence de l'orge.

Pour la phytomasse aérienne du chiendent, les résultats suggèrent une stabili-

TABLEAU I

Effet de l'orge et de la densité du chiendent sur les différentes composantes du chiendent

	Orge						Densité du chiendent						Interaction orge × densité du chiendent					
	3†	5	7	9	11	13	3	5	7	9	11	13	3	5	7	9	11	13
Longueur des rhizomes	NS	**	**	**	**	**	NS	**	**	**	**	**	NS	**	**	**	**	NS
Phytomasse des rhizomes	NS	NS	**	**	**	**	NS	NS	**	**	**	**	NS	NS	**	**	NS	*
Nombre de tiges	*	*	**	*	NS	*	*	**	*	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Phytomasse des tiges et des feuilles	NS	*	**	**	**	**	NS	NS	**	**	**	**	NS	NS	**	**	**	**

† : nombre de semaines après le début de l'expérience

NS = non significatif

* = significatif à P = 0,05

** = significatif à P = 0,01

sation rapide du nombre de tiges avec une augmentation de la compétition et une allocation des ressources vers la croissance des tiges initiées spécialement sous des conditions de faible compétition. Le nombre de tiges a doublé entre la 3^e et la 13^e semaine tandis que leur phytomasse a été multipliée par un facteur de 20.

RHIZOMES DE CHIENDENT

La longueur et la phytomasse des rhizomes ont été négligeables pour les 5 premières semaines de croissance. À partir de la 7^e semaine, l'augmentation en longueur et en poids a été linéaire pour tous les traitements quoique la croissance maximum ait été obtenue en l'absence de l'orge et avec une faible densité de chiendent et la croissance minimum, en présence de l'orge et avec une densité élevée de chiendent (fig. 1C, D).

L'effet de l'orge et de la densité du chiendent sur les rhizomes est devenu apparent à la 7^e semaine et cet effet s'est accentué jusqu'à la 13^e semaine (fig. 1C, D).

Tel que rapporté pour les parties aériennes, la présence de l'orge ou l'augmentation de la densité du chiendent a contribué à réduire de 50% la longueur et le poids des rhizomes. De plus, la présence de 6 plants d'orge ou l'augmentation de 3 à 12 bourgeons/pot de chiendent a exercé le même effet compétitif sur la croissance des rhizomes. Sous les conditions de cette étude, la compétition intraspécifique observée chez le chiendent à densité élevée a eu le même effet que la compétition interspécifique orge-chiendent à faible densité de ce dernier. L'addition de l'orge à haute densité de chiendent a réduit davantage la croissance des rhizomes mais à un degré moindre qu'à faible densité de chiendent (fig. 1C, D).

RAPPORT TIGES ET FEUILLES/RHIZOMES

Le rapport entre le poids des tiges et des feuilles et celui des rhizomes montre une réduction constante de ce rapport dans le temps (fig. 2). Pour les cinq premières semaines de l'expérience, ce rapport se situe à environ 3,8 en l'absence de l'orge et à en-

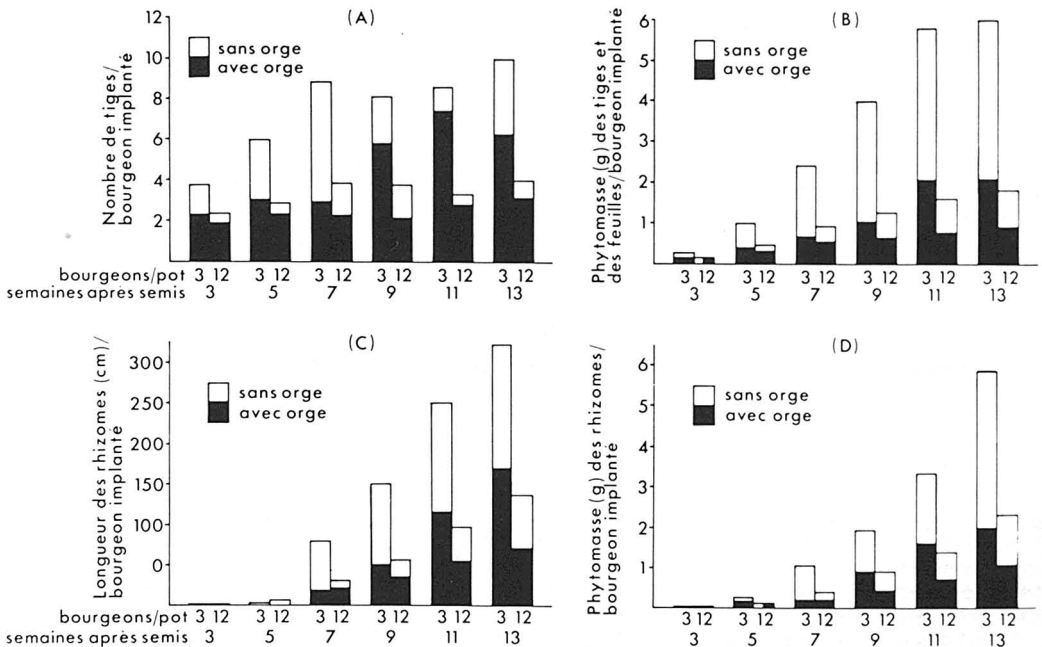


Figure 1. Effet de l'orge et de la densité du chiendent sur (A) le nombre de tiges, (B) la phytomasse (M.S.) des tiges et des feuilles, (C) la longueur des rhizomes et (D) la phytomasse (M.S.) des rhizomes de chiendent en relation avec les dates de récolte. Les résultats sont exprimés par bourgeon latéral implanté. Les valeurs pour le traitement sans orge représentent la longueur totale de l'histogramme.

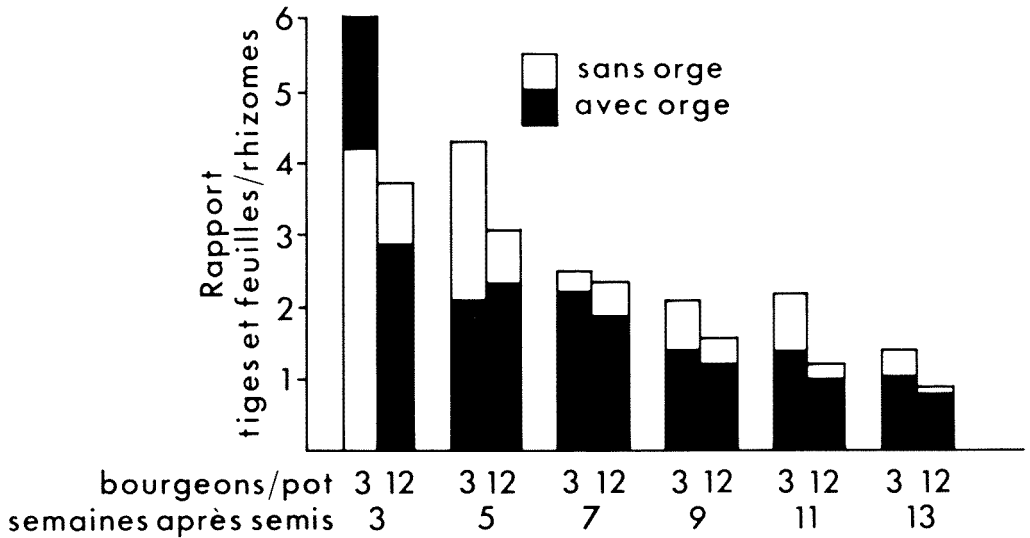


Figure 2. Effet de l'orge et de la densité du chiendent sur le rapport phytomasse (M.S.) tiges et feuilles/phytomasse (M.S.) rhizomes du chiendent en relation avec les dates de récolte. Les valeurs pour le traitement sans orge représentent la longueur totale de l'histogramme sauf pour le premier où le traitement avec orge représente la longueur totale de l'histogramme.

viron 3,3 en présence de l'orge. A la fin de l'expérience, le rapport est de 1,4 et 1,0 en l'absence et en présence de l'orge respectivement. Ces résultats indiquent qu'au cours de la croissance du chiendent il y aurait un transfert graduel de ressources destinées à la croissance des tiges et des feuilles vers la croissance des rhizomes. La compétition pour l'azote au fur et à mesure que la demande augmente dans le temps expliquerait ce changement d'allocation. McIntyre (1967) a démontré que les bourgeons latéraux produisent des rhizomes lorsque le niveau en azote est faible.

ORGE

Même si l'orge a contribué à réduire la croissance du chiendent, ce dernier a également eu un effet significatif sur l'orge. L'augmentation de la densité du chiendent a réduit la phytomasse des tiges et des feuilles de l'orge spécialement à partir de la 7^e semaine (fig. 3A).

Le rendement en grains de l'orge a également été affecté par le chiendent. Afin de comparer le rendement de l'orge en semis pur avec celui de l'orge en présence du chiendent, 4 pots contenant seulement 6 plants d'orge ont été ajoutés à l'expérience. À la 13^e semaine, le rendement en grains de l'orge en semis pur a été deux et quatre fois plus élevé que celui de l'orge

en présence du chiendent implanté à 3 et 6 bourgeons/pot respectivement. Par contre, aucune réduction additionnelle du rendement en grains de l'orge n'a été observée avec 9 et 12 bourgeons/pot de chiendent (fig. 3B).

À la fin de l'expérience, la réduction de la phytomasse des tiges et des feuilles et la diminution du rendement en grains associés à une augmentation de la densité du chiendent (3 à 12 bourgeons/pot) ont été de 40% et 65% respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux de Cussans (1968, 1970) et Williams (1973). Ces derniers ont démontré que la croissance végétative des céréales en présence du chiendent est moins affectée que la production de grains.

Conclusions

Les résultats de cette expérience ont démontré qu'une augmentation de la densité du chiendent par unité de surface ou la présence de l'orge diminue le développement des différentes composantes du chiendent. Il semble que la compétition interspécifique affecte le chiendent au même titre que la compétition intraspécifique. Selon Cussans (1968), Williams (1971) et Skuterud (1977), l'établissement et la croissance rapide de l'orge et l'effet d'ombrage relié à ce type de croissance affecteraient le développement des différentes composantes du chiendent.

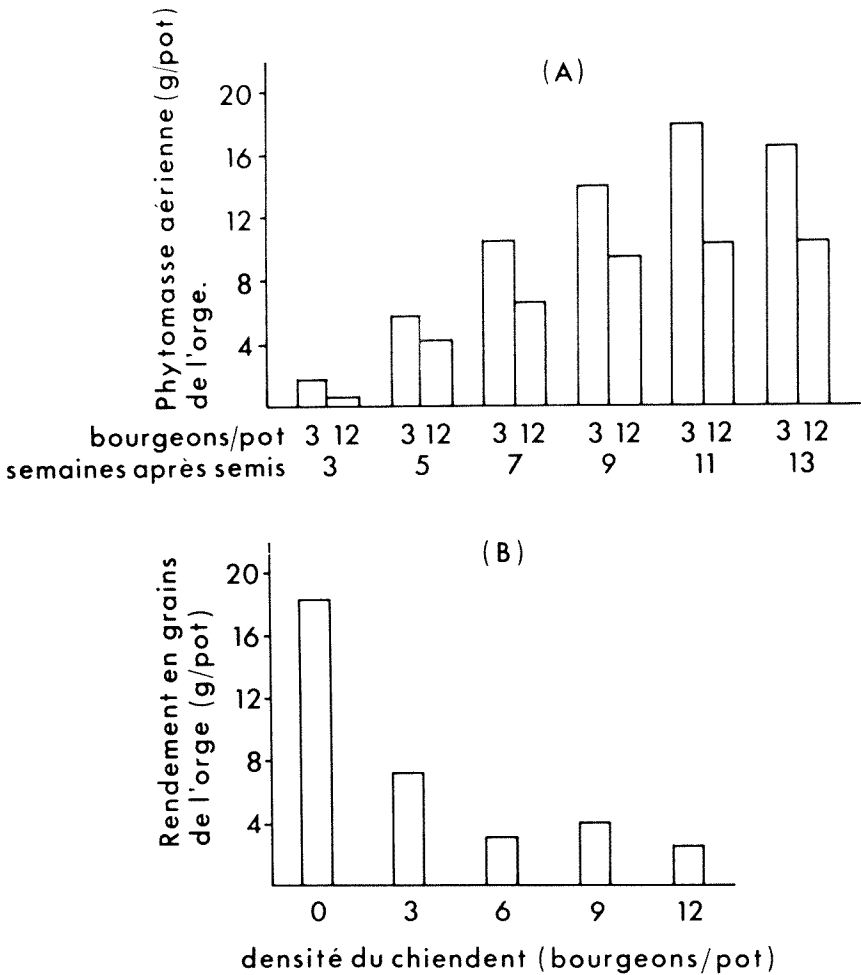


Figure 3. Effet de la densité du chiendent sur (A) la phytomasse aérienne (M.S.) et (B) le rendement en grains de l'orge.

Par contre, l'augmentation de la densité du chiendent créerait une demande plus élevée en azote lorsque la disponibilité est limitée.

Cette compétition résultant d'une augmentation du nombre de plants par unité de surface se traduit par une modification de la stratégie de croissance du chiendent. Entre la 5^e et la 13^e semaine, nous avons observé une diminution constante du rapport tiges et feuilles/rhizomes du chiendent. Cette diminution s'est manifestée à faible densité du chiendent en présence de l'orge et à densité élevée du chiendent en l'absence de l'orge. Williams (1973) rapporte, qu'en présence d'une céréale, le chiendent développait une stratégie de reproduction en produisant moins de parties aériennes et en augmentant

la proportion des structures de pérennité. Le même phénomène se produirait en augmentant la densité du chiendent. Cette stratégie résulterait d'une diminution de la disponibilité en azote au fur et à mesure que le chiendent se développe. McIntyre (1970) à partir de rhizomes décapités de la partie apicale mais attachés au plant-mère et Leakey *et al.* (1977) à partir de fragments de rhizomes ont démontré que les bourgeons latéraux sur les rhizomes formaient de nouveaux rhizomes lorsque le niveau en azote est faible. Ceci est particulièrement vrai pour les bourgeons situés près de la partie apicale.

Nous pouvons donc conclure que sous les conditions de forte compétition, le chien-

dent assure sa survie par la formation et le développement de rhizomes en proportion plus grande que les parties aériennes.

Finalement, l'orge subit une compétition très importante de la part du chiendent, particulièrement au niveau du rendement en grains.

Même si l'orge exerce une forte compétition sur le chiendent, l'inverse est également important. Pour le producteur de céréales, la présence du chiendent, même à faible densité, diminuera les rendements en grains et la pression exercée par l'orge sur le chiendent peut se traduire par une augmentation des rhizomes lesquels assurent sa persistance et sa prolifération. Seule une répression totale du chiendent au moyen de jachère ou d'herbicides appropriés assurera un rendement en grains optimum.

Remerciements

Les auteurs désirent exprimer leur appréciation à M. Alain Larouche pour son assistance technique fournie lors de la conception et la réalisation de cette expérience.

Références

- CUSSANS, G.W., 1968. The growth and development of *Agropyron repens* (L.) Beauv. in competition with cereals, field beans and oilseed rape. — Proc. 9th Br. Weed Control Conf., p. 131-136.
- CUSSANS, G.W., 1970. A study of the competition between *Agropyron repens* (L.) Beauv. and spring sown barley, wheat and field beans. — Proc. 10th Br. Weed Control Conf., p. 337-343.
- LEAKEY, R.R.B., R.J. CHANCELLOR & D. VINCE-PRUE, 1977. Regeneration from rhizome fragments of *Agropyron repens*. I. The seasonality of shoot growth and rhizome reserves in single node fragments. — Ann. appl. Biol., 87: 423-431.
- MAJEK, B.A., 1978. The effect of environmental factors on quackgrass (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) growth and glyphosate penetration and translocation. — Diss. Abstr., 41: 1194.
- McINTYRE, G.I., 1967. Environmental control of bud and rhizome development in the seedling of *Agropyron repens* (L.) Beauv. — Can. J. Bot., 45: 1315-1326.
- McINTYRE, G.I., 1970. Studies on bud development in the rhizome of *Agropyron repens*. 1. The influence of temperature, light intensity, and bud position on the pattern of development. — Can. J. Bot., 48: 1903-1909.
- SKUTERUD, R., 1977. Growth of *Agropyron repens* (L.) Beauv. at different light intensities in cereals. — Proc. EWRS Symp. on Different Methods of Weed Control and their Integration. Upsala, 1977, Vol. 1, p. 37-45.
- WERNER, P. & R. RIOUX, 1977. The biology of Canadian weeds. 24. *Agropyron repens* (L.) Beauv. — Can. J. Pl. Sci., 57: 905-919.
- WILLIAMS, E.D., 1971. Effects of light intensity, photoperiod and nitrogen on the growth of seedlings of *Agropyron repens* (L.) Beauv. and *Agrostis gigantea* Roth. — Weed Res., 11: 159-170.
- WILLIAMS, E.D., 1973. A comparison of the growth and competition behaviour of seedlings and plants from rhizomes of *Agropyron repens* (L.) Beauv. and *Agrostis gigantea* Roth. — Weed Res., 13: 422-429.

LE BASSIN VERSANT DU LAC SAINT-JEAN (QUÉBEC): ANALYSE ET INTERPRÉTATION DE LA QUALITÉ DES EAUX

S. A. VISSER¹, M. BISSON et P. COUTURE

*Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau),
C.P. 7500, Sainte-Foy, Québec G1V 4C7*

Résumé

Afin d'étudier les variations dans le temps et dans l'espace des propriétés des eaux du lac Saint-Jean (Québec), 50 stations furent échantillonnées fréquemment entre les mois de juin et septembre 1977.

Les valeurs obtenues pour 22 paramètres physiques, chimiques et biologiques, montrent que leurs variations sont principalement dues à l'activité biologique des eaux du lac et à l'utilisation des aires de drainage par les humains. Ces deux facteurs affecteraient surtout les zones des confluent des tributaires ainsi que celles des rives du lac. Les secteurs les plus influencés seraient ceux qui sont localisés aux embouchures des tributaires qui drainent des terres agricoles: Ticouapé, aux Iroquois, Couchepaganiche et la Belle Rivière. Dans ces secteurs, on observe que l'activité autotrophe ne correspond pas aux teneurs en éléments nutritifs: les concentrations en chlorophylle *a* sont caractéristiques d'un milieu oligotrophe alors que les valeurs de l'azote, du phosphore et du potentiel de fertilité sont typiques des milieux eutrophes.

L'apparition de symptômes de détérioration dans la qualité des eaux du lac Saint-Jean suggère donc la prudence quant à la gestion des activités sur les aires de drainage, afin de limiter l'influence des secteurs riverains où la qualité est inférieure à celle de la partie centrale du lac.

Abstract

In order to study variations in the properties of the waters of Lac Saint-Jean (Québec), in space as well as in time, 50 stations were frequently sampled between June and September 1977.

From the results of the twenty-two physical, chemical and biological parameters then determined, it is shown that the variations are mainly the result of biological activities and that they are related to the land use in the surrounding areas. These factors would influence, in particular, the zones of outflow of the tributaries, as well as the lake shore. The sectors most susceptible to adverse conditions are those situated at or near the mouths of the rivers draining agricultural areas: Ticouapé, aux Iroquois, Couchepaganiche and la Belle Rivière. In these sectors an autotrophic activity was detected non-representative of the nutrient level of the waters: whereas concentrations of chlorophyll *a* were characteristic of an oligotrophic environment, values of nitrogen, phosphorous and the fertility potential were indicative of an eutrophic milieu.

The evidence of some deterioration in the quality of Lac Saint-Jean suggests to be careful in the management of socio-economic activities in the drainage basin, in order to limit further deterioration of the riverine sectors where quality is already markedly inferior to that of its central sector.

¹ Adresse actuelle: Département des sols, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

Introduction

Le bassin versant du lac Saint-Jean a une superficie d'environ 73 000 km² et est localisé entre les latitudes nord 45°20' et 52°15' et les longitudes ouest 70°35' et 75°20'. Le lac lui-même occupe une superficie de 1 000 km²; il reçoit les eaux de nombreux tributaires qui prennent leur source dans le Bouclier canadien.

L'intérêt porté pour ce réseau hydrographique est dû à la très grande superficie du bassin versant ainsi qu'à l'utilisation très variée du territoire. Plusieurs caractéristiques physiques, chimiques et socio-économiques de ce système ont été définies dans les études entreprises depuis 1974 par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau, 1978). Il en ressort que le potentiel d'utilisation de cette région est très vaste (fig. 1); toutefois, les diverses affectations du milieu aquatique sont souvent de nature à influencer son équilibre écologique, et mettent ainsi en péril certaines activités socio-économiques de la région comme l'alimentation en eau potable, la pêche et le tourisme.

Le but de l'étude est d'identifier les facteurs capables d'influencer l'équilibre du milieu et d'entraîner des problèmes de qualité dans les eaux du lac. Ainsi, afin de mettre

en évidence les répercussions des tributaires et des activités humaines sur l'écosystème, l'analyse portera sur l'évolution dans le temps et dans l'espace de propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux riveraines limnétiques du lac.

Méthodologie

Cinquante stations furent choisies (fig. 1) en tenant compte de l'influence des tributaires ou encore des activités industrielles, commerciales ou agricoles rencontrées sur les aires de drainage (Service de protection de l'environnement du Québec, 1977).

L'étude a nécessité 11 campagnes de prélèvements: les 16 et 25 juin; les 4, 13, 20 et 31 juillet; les 6, 18 et 24 août; les 11 et 23 septembre 1977. Chacun des prélèvements était effectué à l'aide d'un échantillonneur Van Dorn, à trois profondeurs, dans le but de bien représenter la couche photique. Les profondeurs d'échantillonnage correspondaient à 1/8, 1/2 et 7/8 de la couche photique déterminée à l'aide d'un disque de Secchi. Ces trois échantillons étaient par la suite combinés, réfrigérés à 4°C et analysés dans le plus bref délai (< 24 heures pour les analyses biologiques et < 48 heures pour les autres analyses) aux laboratoires du Ministère-

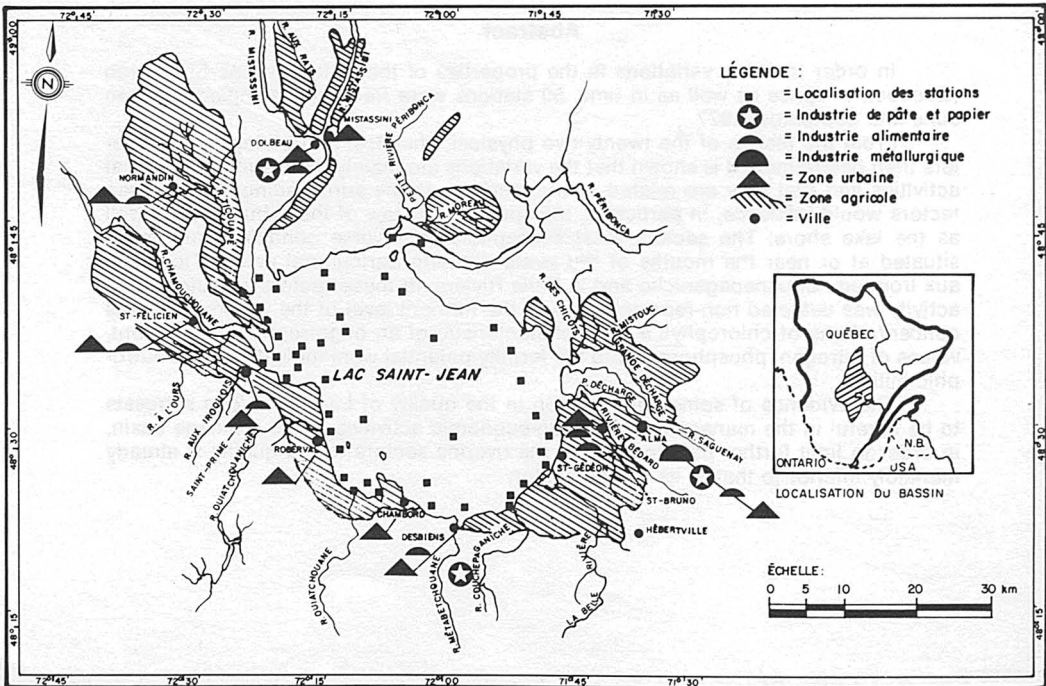


Figure 1. Stations d'échantillonnage et sites de diverses activités économiques.

re de l'environnement (Québec) et de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Les variables déterminées sont présentées au tableau I. Pour la caractérisation de la qualité du milieu, on a adopté pour chacun des paramètres choisis des seuils de concentrations (tableau II). Ces seuils furent établis à partir de valeurs représentatives de différents niveaux trophiques ou de divers niveaux de vieillissement. Ce dernier indice a été développé par le Ministère des richesses naturelles du Québec et correspond à différents stades d'eutrophisation (Ministère des richesses naturelles du Québec (1973).

Résultats et discussion

Nous présentons pour chacun des paramètres les valeurs minimales et maximales, ainsi que les moyennes et leurs coefficients de variation (tableau III). De plus, pour l'étude des relations entre les paramètres, seuls

les coefficients de corrélation significatifs au niveau de probabilité $< 0,001$ sont consignés au tableau IV. Enfin, pour chacune des stations, on indique à la figure 2 les paramètres dont les concentrations dépassaient les seuils au cours de la majeure partie de l'été 1977.

PARAMÈTRES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

Les températures les plus élevées sont observées au nord-ouest du lac, notamment à l'embouchure des rivières Mistassini, Ti-couapé et Chamouchouane.

Les embouchures des tributaires sont généralement des régions où l'on rencontre des valeurs élevées pour les paramètres physico-chimiques. On y trouve également les valeurs maximales de *conductivité* pendant la période d'étiage (fin de juin, début de juillet). Les stations où l'on observe les valeurs les plus élevées sont localisées aux

TABLEAU I
Paramètres mesurés et méthodologies employées

Paramètre	Référence
Température	APHA* (1975), p. 125
pH	APHA* (1975), p. 460-465 avec <i>Radiometer</i> , modèle PHM 53
Conductivité	APHA* (1975), p. 71-75, avec <i>Barnstead</i> , modèle PM-70CB
Turbidité	APHA* (1975), p. 132-134 avec <i>Hach</i> , modèle 2100A
Solides en suspension	APHA* (1975), p. 94.
Couleur apparente	APHA* (1975), p. 64-66, avec <i>Aquatester</i> (marque <i>Hellige</i>)
Carbone inorganique total (CIT)	APHA* (1975), p. 532-534, avec analyseur COT et CIT <i>Beckman</i> ,
Carbone organique total (COT)	modèle 915A
Dureté	APHA* (1975), p. 202-206
Azote Kjeldahl	Gales, M.E. (1975). Evaluation of the Technicon block digester system and the ammonia probe for the determination of TKN. US-EPA, Cincinnati, 19 p.
Azote ammoniacal	Technicon Industrial Systems (1973-1974). Industrial methods no. 154-71W, 100-70W et 325-74W. Technicon Instruments Corp. Tarrytown, N.Y.
Nitrates et nitrites	
Phosphore inorganique	APHA* (1975), p. 466-478, avec auto-analyseur <i>Technicon II</i>
Phosphore total	
Microflore total	APHA* (1975), p. 908-913
Coliformes totaux	APHA* (1975), p. 935-937
Coliformes fécaux	APHA* (1975), p. 939-942
Adénosine tri-phosphate (ATP)	APHA* (1975), p. 1035-1036
Chlorophylle-a	APHA* (1975), p. 1029-1033
Phaeopigments	
Potentiel autotrophe	Campbell, P.G.C., P. Couture, L. Talbot & A. Caillé (1976). <i>Environmental Biogeochemistry</i> , 2 : 681-703.
Potentiel de fertilité	Couture, P., A. Sylvestre & S.A. Visser (1981). <i>Water Poll. Res. J. Canada</i> , 15 : 233-254.

* APHA. (Amer. Public Health Assocn), 1975. Standard methods for the examination of water and wastewater. Amer. Public Health Assocn, Amer. Water Works Assocn, Water Pollution Control Fed. 14th edition, 1193 p.

TABLEAU II

Concentrations seuils utilisés dans la définition de la qualité des eaux du lac Saint-Jean

	Unité	Seuil utilisé	Niveau de vieillissement*				Valeur pour différents niveaux trophiques et références				
			Très faible	faible	moyen	élevé	très élevé	oligo-trophe	meso-trophe	eutrophe	
Température	°C	20									
pH		—									
Conductivité	µmho/cm	50									
Turbidité	NTU	6,0									
Solides en suspension	ppm	10,0									
Couleur apparente	ppb Pt	50,0					<40		>40	Hutchinson, 1967	
Carbone inorganique total	ppm CaCO ₃	3,0									
Carbone organique total	ppm C	10,0									
Dureté	ppm CaCO ₃	26,0									
Azote Kjeldahl	ppm N	0,40	<0,15	0,15-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,40-1,00	<0,20	0,20-0,65	>0,50	Vollenweider, 1968
Azote ammoniacal	ppm N	0,10									
Nitrates et nitrites	ppm N	0,07									
Phosphore inorganique	ppb P	20,0									
Phosphore total	ppb P	20,0	<5	5-20	10-20	20-35	35-150	<5	5-30	>30	Vollenweider, 1968
Microflore totale	org./ml	100									
Coliformes totaux	org./100 ml	10000									
Coliformes fécaux	org./100 ml	100									
Adenosine tri-phosphate (ATP)	ppb	0,20									
Chlorophylle a	ppb	1,50	<1	1-5	5-10	10-30	30-100	<4,4	4,4-8,8	>8,8	Vollenweider, 1974
Phaeopigments	ppb	1,20						<2	<2-5,5	5,5-10	Dillon & Rigler, 1975
Potential autotrophe	ppb C/h	20,0						<2			Margalef <i>et al.</i> , 1973
Potential de fertilité	mg d'algues/l	0,50	<0,1	0,1-1,0	1-4	4-10	10-50	<0,1	0,1-0,8	>0,8	Miller <i>et al.</i> , 1974

* Établi selon le ministère des Richesses Naturelles du Québec (1978)

confluents des tributaires agricoles (Ticouapé, Couchepaganiche et la Belle Rivière) et à l'embouchure de la rivière Ouïatchouaniche dont seule la section située près du lac draine des territoires agricoles.

Quant aux *solides en suspension*, des teneurs élevées sont observées durant toute la saison au confluent de la Belle Rivière.

Enfin les eaux les plus *colorées* se trouvent habituellement dans le secteur nord-ouest du lac dans la zone de diffusion des rivières Chamouchouane et Ticouapé. Les changements observés dans la couleur au cours de l'été sont relativement faibles. Cependant, à la fin de juin, on observe souvent une diminution temporaire. Cette diminution dans les valeurs a eu lieu au cours d'une période qui suit, au printemps, celle du lessivage des sols. Au cours de cette saison des produits de dégradation en provenance des tannins et des acides humiques

seraient libérés dans l'écosystème. Ces produits organiques proviendraient des opérations forestières localisées surtout dans la région du bassin du lac Saint-Jean.

PARAMÈTRES CHIMIQUES

Les valeurs élevées en *carbone organique total* (COT), au cours des mois de juillet et août, sont probablement attribuables à l'augmentation de l'activité photosynthétique. On les observe aux embouchures de la majorité des tributaires indiquant l'importance de leur contribution à l'enrichissement du lac.

Bien que de temps à autre pendant l'été (surtout au mois d'août), la plupart des stations présentent des valeurs en *azote Kjeldahl* dépassant la norme 0,40 ppm, c'est à l'intérieur des secteurs influencés par la Belle Rivière et la rivière Péribonca que la fréquence de dépassement est la plus élevée. La forte densité de population présente

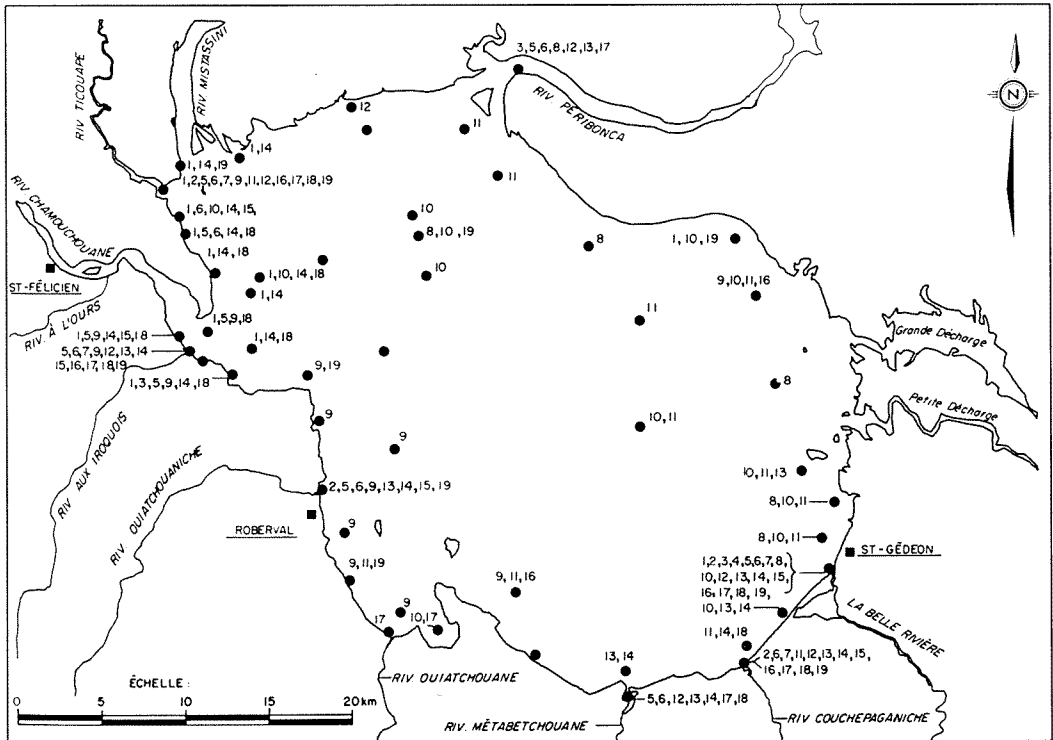


Figure 2. Stations où entre le 16 juin et le 23 septembre 1977 les paramètres dépassaient les normes indiquées au tableau II durant au moins trois mois sur quatre.

1. Température (août)
2. Conductivité,
3. Turbidité,
4. Solides en suspension,
5. Couleur apparente,
6. TIC et TOC,
7. Dureté,
8. Azote Kjeldahl,
9. Azote ammoniacal (août),
10. Azote ammoniacal (septembre),
11. Nitrates et nitrites,
12. Phosphore total,
13. Microflore totale,
14. Coliformes totaux,
15. Coliformes fécaux,
16. ATP,
17. Chlorophylle a et phaeopigments,
18. Potentiel autotrophe,
19. Potentiel de fertilité.

TABLEAU III

Valeurs minimales, maximales et moyennes des paramètres utilisés dans la caractérisation des eaux du lac Saint-Jean

Paramètre	Unité	Nombre de mesures	Minimum	Maximum	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Température	°C	311	11,5	24,0	18,3	13
pH	—	302	6,00	8,30	6,99	4
Conductivité	µmho/cm	330	2,0	155,0	27,8	79
Turbidité	NTU	323	1,20	35,00	3,52	83
Solides en suspension	mg/l	461	1,00	58,00	3,36	119
Couleur apparente	ppb Pt	333	35	140	46	20
Carbone inorganique tot.	mg CaCO ₃ /l	421	0,20	22,50	1,49	190
Carbone organique tot.	mg C/l	421	0,50	25,10	8,00	34
Dureté	mg CaCO ₃ /l	421	5,0	113,0	13,1	103
Azote Kjeldahl	mg N/l	509	0,03	1,60	0,33	61
Azote ammoniacal	mg N/l	511	0,020	0,740	0,062	141
Nitrates et nitrites	mg N/l	511	0,020	0,850	0,054	95
Phosphore inorganique	µg PO ₄ /l	511	0,007	0,460	0,040	114
Phosphore total	µg PO ₄ /l	511	0,011	0,500	0,047	109
Microflore totale	N/ml	258	0	4 220	94	410
Coliformes totaux	N/100 ml	152	10	286 000	3 065	759
Coliformes fécaux	N/100 ml	152	2	66 000	604	909
Adénosine tri-phosphate	µg/l	470	0,001	>0,600	0,104	100
Chlorophylle a	µg/l	495	<0,03	6,80	0,92	87
Phaeopigments	µg/l	495	<0,03	9,00	1,02	79
Potentiel autotrophe	µg C/1.h.	298	<0,01	3 317,0	38,7	564
Potentiel de fertilité	mg algues/l	339	0,01	88,80	2,45	311

dans le bassin de la Belle Rivière combinée au faible débit de cette rivière pourraient expliquer les teneurs élevées en azote Kjeldahl mesurées à son embouchure.

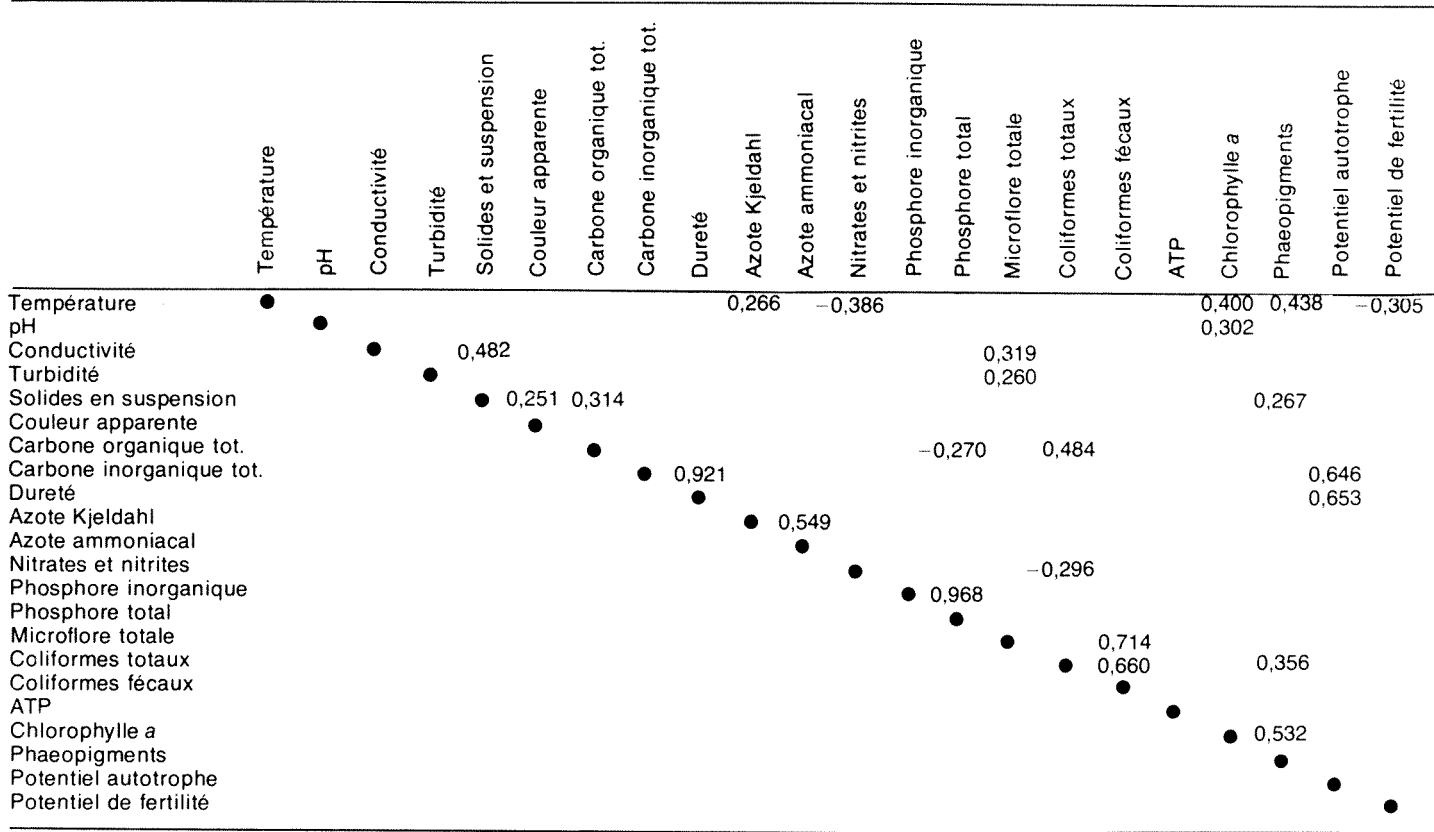
Il est probable que la minéralisation de l'azote organique durant la période estivale produit une augmentation de la concentration en *ammoniaque* : ainsi en août, les stations de la section sud-ouest du lac, situées entre les confluent des rivières Chamou-

chouane et Ouitchouane montrent des concentrations élevées en azote ammoniacal, tandis qu'en septembre, les stations présentant cette particularité sont surtout situées dans la zone est du lac.

La corrélation positive entre l'azote Kjeldahl et l'azote ammoniacal (tableau IV) serait vraisemblablement dépendante des produits azotés provenant de régions forestières (l'azote Kjeldahl et l'ammonium sont natu-

TABLEAU IV

Coefficients de corrélation entre les paramètres étudiés sur les eaux du lac Saint-Jean ($p < 0.001$)



rellement interreliés vu leur position à l'intérieur du cycle de l'azote). Par ailleurs, la corrélation négative entre la température et les nitrates (+ nitrites) pourrait signifier que l'assimilation du NO_3^- et NO_2^- par les organismes autotrophes est fonction de la température.

Quant aux concentrations de *phosphore total*, elles atteignent pour toutes les stations un maximum au mois d'août. Occasionnellement, il est précédé par un maximum moins important au mois de juin. Ces variations seraient le résultat de l'épandage d'engrais et du lessivage des terres agricoles. Pendant le reste de la saison, on observe des concentrations supérieures au seuil établi dans les eaux des quatre confluent suivants: Ticouapé, Chamouchouane, Couchepaganiche, la Belle Rivière et Pérignon. Les activités agricoles rencontrées sur la plupart de ces sous-bassins expliqueraient cette situation (la rivière aux Iroquois influencerait la Chamouchouane). Seules les embouchures des rivières Ticouapé et Couchepaganiche ont des concentrations en phosphore total supérieures à 30 ppb, caractéristiques d'un état eutrophe (Vollenweider, 1968). Cet état serait le résultat de fortes densités de charge en phosphore, liées aux activités agricoles rencontrées dans ces deux bassins versants (Couture *et al.*, 1980).

PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

Le réchauffement des eaux et leur enrichissement sont sans aucun doute les raisons pour lesquelles la *microflore totale* atteint presque toujours un maximum au mois de juillet. Les stations où les seuils de concentration sont dépassés se situent près des rives du lac, en particulier dans la partie sud, aux abords des régions peuplées. C'est également aux stations localisées sur des tributaires drainant des territoires urbanisés (Saint-Gédéon, Saint-Félicien et Roberval), ainsi qu'aux stations situées aux confluent des rivières à caractère agricole que les concentrations en *coliformes fécaux* dépassent la norme établie.

Pour l'ATP, les concentrations dépassent les seuils surtout au début de l'été alors que l'activité biologique est intense; encore une fois les stations près des rives se distinguent des autres par leurs valeurs élevées.

Tout comme pour la microflore totale, les valeurs maximales en *chlorophylle* et en *phaeopigments* sont observées au mois de juillet. Évidemment, les tributaires agricoles

(Ticouapé, aux Iroquois, Couchepaganiche, Ouitchouane et la Belle Rivière) présentent des teneurs supérieures au seuil établi. Les variations temporelles de ces deux paramètres sont semblables pour la majorité des stations. Les mesures du *potentiel autotrophe* ont démontré que durant les deux premiers mois de l'été, la zone délimitée par les embouchures des rivières Ticouapé et Chamouchouane a le potentiel le plus élevé pour le développement d'organismes autotrophes. Plus tard, c'est principalement la partie est du lac qui présente des valeurs supérieures au seuil établi; dans cette section, des concentrations élevées en *nitrates et nitrites* ont été obtenues durant la même période. Enfin, on a observé avec le *potentiel de fertilité* que les eaux les plus fertiles se situent généralement aux confluent des rivières agricoles ou encore près des régions urbanisées (Roberval et Saint-Gédéon). À ces stations des teneurs élevées pour la majorité des paramètres sont aussi détectées.

Parmi les corrélations significatives obtenues (tableau IV), certaines vont de soi. Dans les eaux polluées par des égoûts domestiques, les coliformes peuvent atteindre des proportions importantes de la microflore, d'où des corrélations relativement fortes d'une part entre la microflore totale et les coliformes fécaux et d'autre part entre les coliformes fécaux et le carbone organique total. Il y a faible corrélation significative entre la microflore totale et la conductivité. Elle pourrait avoir été générée partiellement par le rôle de substrats pour certains microorganismes joués par les substances organiques et inorganiques dissoutes. Il en va ainsi du rapport entre la dureté de l'eau et le potentiel autotrophe, résultante normale des liens avec le degré de minéralisation. Enfin, la corrélation inverse mais faible entre la température et le potentiel de fertilité semble passer par des voies complexes faisant intervenir la température ou certains processus physiques qui y sont liés à l'égard de la disponibilité des éléments nutritifs. Dans l'ensemble cependant, cette analyse de corrélation révèle une complexité très grande des relations entre les processus physiques, physico-chimiques et biologiques.

QUALITÉ DU MILIEU

On observe que c'est surtout dans la partie riveraine du lac que les paramètres dépassent les seuils. Par contre, dans le secteur des eaux limnétiques, seul l'azote excède la norme (fig. 2). Les distinctions entre

les eaux riveraines et limnétiques ont été davantage élaborées ailleurs par Couture & Visser (sous presse).

Il apparaît que les confluent des rivières Ticouapé, aux Iroquois, Ouatouchouaniche, Métabetchouane, Couchepaganiche, et la Belle Rivière soutiennent une activité biologique plus intense qu'ailleurs. Les valeurs concernant la microflore totale et les coliformes, la teneur des eaux en ATP et en chlorophylle, ainsi que les mesures du potentiel autotrophe et du potentiel de fertilité indiquent la présence d'une eau dont la qualité est inférieure à celle de la région des eaux libres. Cette distinction entre les confluent et les eaux libres seraient la résultante de l'utilisation et de l'état des territoires drainés par les tributaires. Par exemple, en ce qui concerne les bassins versants des rivières Ticouapé, aux Iroquois, Couchepaganiche et la Belle Rivière, l'élevage des bovins, des porcs et des volailles y est intense. Les activités agricoles (l'élevage et la culture) contribuent à apporter dans des eaux entre 50 et 80% des charges en azote et en phosphore (Couture *et al.*, 1980). Quant aux rivières Ouatouchouaniche et Métabetchouane, la présence de la ville de Roberval et d'une industrie de pâte et papier qui déversent leurs eaux usées près du confluent de ces tributaires, entretient des conditions favorables au maintien d'une activité biologique importante.

On observe aussi plusieurs symptômes de dégradation de la qualité de l'eau au confluent de la rivière Pérignonka avec le lac. Les valeurs élevées de microflore totale et de chlorophylle pourraient être associées à la décomposition de résidus de bois accumulés dans ce secteur de la rivière. En effet, il est connu que la dégradation de l'écorce et du bois conduit à la production de substances organiques qui peuvent favoriser l'activité des micro-organismes autotrophes et hétérotrophes (Visser & Couture, 1981).

Il apparaît que dans la partie riveraine certains facteurs contrôlant l'activité autotrophe semblent se manifester. En effet, les teneurs relativement élevées en azote et en phosphore, ainsi que les mesures du potentiel de fertilité sont représentatives de milieux mésotrophes ou eutrophes, alors que les valeurs de chlorophylle restent caractéristiques d'un milieu oligotrophe (tableau II). Cette situation pourrait indiquer la présence de conditions limitant la croissance des algues, telles que la présence de substances toxiques ou des conditions physico-

chimiques par lesquelles la biodisponibilité de certains éléments essentiels est réduite. On ne peut identifier pour l'instant le facteur responsable du contrôle de l'activité autotrophe.

Par rapport à la partie riveraine, la qualité des eaux limnétiques est meilleure. Ce phénomène serait associé à la dilution des tributaires agricoles par les grandes rivières forestières. En effet, à elles seules la Pérignonka, la Mistassini et la Chamouchouane drainent un territoire représentant à 87% de la superficie totale du bassin du lac Saint-Jean; cette superficie étant presque exclusivement recouverte de forêt, il en résulte des teneurs en substances nutritives plus faibles que dans les tributaires agricoles où l'activité biologique est particulièrement élevée (Couture *et al.*, 1980).

On peut donc considérer qu'en général la qualité des eaux du lac Saint-Jean n'atteint pas encore un stade avancé de détérioration. Il n'en reste pas moins que certains secteurs (par exemple les confluent des tributaires agricoles) semblent présenter des symptômes de dégradation de la qualité du milieu. Il conviendrait donc dans la gestion de cette ressource de viser à limiter l'influence de ces secteurs vis-à-vis la partie centrale du lac où la qualité des eaux apparaît excellente.

Remerciements

Les auteurs désirent exprimer leur reconnaissance à M. Jacques Michaud pour sa collaboration à l'intérieur des différentes phases de l'étude. L'intérêt ainsi que l'appui financier des Services de protection de l'environnement du Québec furent les éléments déterminants qui ont rendu possible la réalisation du projet.

Références

- BERLAND, B.R., D.J. BONIN & W.Y. MAESTRINI, 1976. De l'emploi concomitant d'enceintes dialysantes et de tests biologiques pour la détermination des facteurs nutritionnels limitant la production primaire des eaux marines. — *Annls Inst. océanogr.*, Paris, 52: 45-55.
- COUTURE, P., D. CLUIS & L. POTVIN, 1980. Correspondance entre production et biodisponibilité d'éléments nutritifs. — *Annls Limnol.*, 16: 103-117.
- COUTURE, P., A. SYLVESTRE & S.A. VISSER, 1981. Étude à l'aide d'un bioessai (*Selenastrum capricornutum*) des variations dans les caractéristiques nutritionnelles d'une rivière suite à l'implantation d'un barrage. — *Wat. Pollut. Res. J. Canada*, 15: 233-254.

- COUTURE, P. & S.A. VISSER (sous presse). Étude limnologique du bassin versant du lac Saint-Jean (Québec, Canada): considérations sur un système physique hétérogène. — *Wat. Pollut. Res. J. Canada*.
- DILLON, P.J. & F.H. RIGLER, 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development on lake trophic status. — *J. Fish Res. Bd Can.*, 32: 1519-1531.
- HUTCHINSON, G.E., 1967. A treatise on limnology. Vol. II: Introduction to lake biology and the limnoplankton. — John Wiley and Sons, New York 1115 p.
- INRS-Eau (Institut national de la recherche scientifique — Eau), 1978. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. — *Rapp. sci. INRS-Eau*, n° 92, 163 p.
- MARGALEF, R., D. PLANAS, J. ARMENGOL, J. TOJA, A. GUISET & A. VIDAL, 1973. Plankton production and water quality in Spanish reservoirs. First report on a research project. — International Commission on Large Dams, XI congress, 11-15 June 1973, Madrid.
- MILLER, W.E., T.E. MALONEY & J.C. GREENE, 1974. Algal productivity in 49 lakes water as determined by algal assays. — *Wat. Res.*, 8: 667-679.
- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC, 1978. La diagnose écologique en milieu lacustre. Québec. 63 p.
- SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1977. Introduction à l'élaboration d'une problématique du secteur eau: bassin hydrographique Saguenay — Lac Saint-Jean, Québec. 99 p.
- VISSER, S.A., & P. COUTURE, 1981. Impact potentiel du flottage du bois sur le milieu aquatique. — *For. Chron.*, 57: 22-26.
- VOLLENWEIDER, R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. — Organization for Economic Cooperation and Development, Paris (publication DAS/CSI/68.27). 194 p.
- VOLLENWEIDER, R.A., 1974. Review of Great Lakes phytoplankton and primary production. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 31: 739-762.

ANALYSES ET COMMENTAIRES

ÉCOULEMENT ET MODIFICATION DU COUVERT FORESTIER

A. P. PLAMONDON

*Département d'aménagement et de sylviculture,
Faculté de foresterie et de géodésie,*

et

*Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU),
Université Laval, Québec G1K 7P4*

Résumé

L'auteur révisé les principales études effectuées sur les bassins expérimentaux dans le but de déterminer les effets de la coupe ou du reboisement sur l'écoulement. Spécifiquement, il discute des effets de la modification du couvert forestier sur l'écoulement annuel, saisonnier, de pointe et d'étiage.

Abstract

The author reviews the main studies carried out on experimental watersheds in order to determine the cutting and planting effects on streamflow. More specifically, the effects of modifying the forest cover on annual, seasonal, peak and low flows are discussed.

Introduction

L'homme a spéculé durant des siècles sur les relations entre la forêt et l'eau. Vers 1900, les Suisses ont entrepris l'étude de deux bassins dans la vallée Emmental. L'un était boisé tandis que l'autre servait principalement de pâturage. L'écoulement plus élevé dans le deuxième était attribué à la faible superficie boisée, mais cette conclusion était incertaine à cause de l'absence d'une période de calibration (Hibbert, 1967). Au début du siècle, les personnes impliquées dans l'aménagement des bassins versants aux États-Unis, argumentaient sur des hypothèses. Elles étaient divisées en deux groupes défendant des points de vue opposés. Les forestiers affirmaient que la forêt conserve l'eau, qu'elle réduit les inondations et que le meilleur aménagement est la protection complète de la forêt (Zon, 1912). L'autre groupe composé principalement d'ingénieurs maintenait que la forêt accentue les pénuries d'eau, qu'elle a peu d'influence sur les crues (Moore, 1910) et que le meilleur

aménagement est l'enlèvement de la végétation (Chittenden, 1909 *vide* Kittredge, 1948).

Ces divergences d'opinions favorisèrent la recherche sur les petits bassins expérimentaux aux États-Unis. Les premiers résultats fiables ont été obtenus par Bates & Henry (1928), suite à l'utilisation de bassins jumelés (Hewlett & Pienaar, 1973; Kovner & Evans, 1954; Reinhart, 1967; Wilm, 1943). Cette technique consiste à mesurer l'écoulement dans deux bassins similaires durant une période de « calibration », puis à couper la forêt sur l'un d'eux tout en conservant l'autre intact pour fin de comparaison. Cette approche a par la suite été utilisée en Afrique du Sud (Wicht, 1967), au Japon (Maruyama & Inose, 1952), au Canada (Jeffrey, 1967), en Australie (Costin & Slatyer, 1967) et ailleurs dans le monde.

Ce texte, présente une synthèse des résultats obtenus à la suite des études effectuées majoritairement sur des bassins expérimentaux jumelés.

État des connaissances

ÉCOULEMENT ANNUEL SUITE À LA COUPE

En 1967, Hibbert révisé les résultats des études effectuées à travers le monde et montre que l'on avait progressé depuis la publication du rapport de Zon (1912). Hibbert (1967) conclut que l'écoulement augmente avec la réduction du couvert forestier, mais que la réponse au traitement est variable et demeure généralement imprévisible. L'augmentation de l'écoulement varie en fonction des caractéristiques du couvert forestier, de la capacité de rétention en eau du sol ainsi que de la distribution, de la forme et du taux de précipitation. Ces paramètres étant interdépendants, il est difficile, selon Fox (1976), de généraliser les effets de la coupe.

Les travaux plus récents effectués en Amérique du Nord modifient très peu les conclusions générales de Hibbert (1967) (Corbett & Hillman, 1975; Corbett & Spencer, 1975; Douglass & Swank, 1972, 1975; Harr, 1975; Harr & Krygier, 1972; Harr *et al.*, 1975; Harr *et al.*, 1972; Harris, 1973, 1977; Hornbeck & Federer, 1975; Hornbeck *et al.*, 1970; Kochenderfer & Aubertin, 1975; Lynch *et al.*, 1975; Nakano, 1967; Patric, 1970; Pierce *et al.*, 1970; Rothacher, 1970, 1971, 1973; Sopper & Lynch, 1970; Swanson & Hillman, 1977; Swift & Swank, 1980; Troendle, 1970). En considérant seulement la région la plus étudiée (Douglass & Swank, 1975), soit l'est des États-Unis, Douglass & Swank (1972) montrent que l'augmentation de l'écoulement est variable, mais qu'il est possible, pour la première fois, de la prédire avec une précision suffisante pour l'aménagement. Swanson & Hillman (1977) prétendent que les modifications physiques responsables de l'augmentation de l'écoulement, suite à la coupe, sont suffisamment connues pour en prédire l'effet général dans des types forestiers similaires. L'étude qu'ils ont menée en Alberta, a d'ailleurs confirmé leur prévision d'augmentation annuelle d'écoulement après la coupe.

Cependant, lorsque la réduction du couvert végétal est inférieure à 20% (Hibbert, 1967) ou 10% (McMinn & Hewlett, 1975), l'augmentation de l'écoulement est faible et ne peut pas être détectée expérimentalement. Quelques coupes couvrant 25 (Harr, 1980), 30 (U.S. For. Serv., 1964), 31 (Plamondon & Ouellet, 1980) et 40% (Rothacher, 1965) de la superficie du bassin ainsi qu'une coupe cumulée de 64% de la superficie d'un bassin au taux de 2% par année (Martin &

Tinney, 1962) n'ont pas eu d'effets détectables sur l'écoulement. Quant au reboisement, il y a un cas où la plantation de pins sur 34% de la superficie du bassin n'a pas modifié l'écoulement (TVA, 1962).

Les résultats précédents proviennent de petits bassins expérimentaux établis spécifiquement pour tester l'hypothèse d'un effet de la couverture végétale sur l'écoulement. Dans ces cas, toutes les expériences valables en climat tempéré continental supportent la conclusion que la coupe augmente l'écoulement (Hewlett, 1970) ou que l'effet n'est pas détectable. Les seules exceptions étant (1) les régions le long des côtes ou en altitude où le brouillard peut être capté par la forêt et augmenter l'apport d'eau (Azevedo & Morgan, 1974; Ekern, 1964; Isaac, 1946; Oberlander, 1956; Vogl, 1973), (2) et les plaines nordiques où les espaces ouverts et boisés s'entremêlent, favorisant l'accumulation de la neige soufflée en sous-bois par le vent (Hewlett, 1970).

Ces résultats sont cependant remis en question par certains auteurs qui ont fait état, pour les grands bassins, d'augmentations de l'écoulement avec le pourcentage de couverture forestière (Rakhmanov, 1970; Garczynski, 1980, a, b).

En faisant appel à une analyse de régression multiple, Rakhmanov (1970) arrive à la conclusion que sur de grands bassins d'URSS l'écoulement augmente avec la superficie boisée. Il base ses arguments sur la corrélation positive entre l'écoulement et le pourcentage de couverture forestière. Il mentionne que les résultats obtenus aux États-Unis, s'ils sont vrais pour des bassins inférieurs à 10 km², s'inversent au-delà de cette superficie. La résurgence, dans le thalweg, des eaux infiltrées sous forêt à l'amont, expliquerait cette contradiction. L'intercorrélation entre le pourcentage de forêt, l'altitude, la précipitation, l'aire du bassin et la latitude a été partiellement prise en considération, mais selon Hewlett & Pienaar (1973) les conclusions semblent biaisées au départ.

En 1980, Garczynski (1980a) revient à la charge en analysant aussi par la régression multiple 141, 29 et 26 bassins du nord-est des États-Unis, de l'Oregon et de la Californie respectivement. Il conclut que l'écoulement augmente avec le pourcentage du couvert forestier lorsque le thalweg dépasse 15 à 30 km de longueur. Les coefficients de corrélation partielle sont faibles et l'auteur

doit réviser ses conclusions en utilisant comme variables dépendantes l'altitude moyenne du bassin et le taux de boisement moyen respectivement, plutôt que l'altitude de la station de jaugeage et le taux de boisement à une date déterminée. De plus, la localisation des forêts dans le bassin doit être prise en considération (F. Garczynski, comm. pers.). Cependant, Garczynski (1980b) arrive aux mêmes conclusions, lorsqu'il analyse 14 bassins versants en Pologne.

Les résultats obtenus sur les petits et les grands bassins ne sont pas aussi contradictoires qu'ils semblent à première vue, car ils proviennent de traitements différents. La coupe à blanc effectuée sur les petits bassins expérimentaux, est un traitement draconien qui remplace les arbres par des débris et une végétation basse plus ou moins dense. Dans le cas des études de Rakhmanov (1970) et Garczynski (1980a,b) on compare fréquemment la forêt avec un autre type de végétation. C'est la réduction de la perte par évapotranspiration qui cause l'augmentation de l'écoulement sans égard à la dimension du bassin. D'ailleurs Love (1955) démontre que la mort d'une forte proportion des arbres suite à une épidémie d'insectes sur un bassin de 1951 km² a causé une augmentation de l'écoulement d'environ 15%. En considérant le versant est des Rocheuses, l'«Environment Council of Alberta» (1979) fait état d'une corrélation positive entre la superficie des aires de coupe et l'écoulement. Tajchman (1971) signale une différence d'évapotranspiration de 4% seulement entre une forêt d'épinette de Norvège âgée de 70 ans et un champ d'alfalfa. Les chercheurs en Pologne croient que l'ensemble arbre-sol évapotranspire moins que l'ensemble herbe-sol (F. Garczynski, comm. pers.). Hibbert (1969) rapporte que l'écoulement à la sortie d'un bassin n'a pas été modifié à la suite du remplacement de la forêt par un couvert herbacé lorsque ce dernier était fertilisé.

PRÉCIPITATION, EXPOSITION ET TYPE DE VÉGÉTATION

Précipitation

L'augmentation de l'écoulement après la coupe varie en général dans le même sens que la précipitation (Hibbert, 1967, 1971), au-dessus d'un certain seuil (Hibbert, 1967), mais elle est affectée par sa distribution (Rothacher, 1965; Sopper & Lynch, 1970; Swank & Helvey, 1970; Swift & Swank, 1980).

Dans le même sens, Hornbeck & Federer (1975) démontrent que l'effet de la coupe sur les sols perméables (Pierce *et al.*, 1970) au New Hampshire est plus marqué durant les étés humides. Par contre, Corbett & Hillman (1975) notent un effet plus prononcé lorsque la précipitation est faible, sur un site dont le drainage varie de mauvais à bon. Par exception, les fortes précipitations à Kamabuti au Japon provoquent une faible augmentation de l'écoulement après la coupe (Maruyama & Inose, 1952).

Exposition

En 1967, Hibbert précise que l'augmentation de l'écoulement après la coupe à Coweeta en Caroline du Nord, est plus élevée pour les bassins exposés au nord que pour ceux qui sont exposés au sud. Cette différence a d'abord été attribuée au rayonnement solaire disponible (Hibbert, 1967; Douglass & Swank, 1975), similaire pour les deux expositions durant la saison de croissance chez les feuillus, mais plus élevée sur le versant sud durant la saison de dormance (Swift, 1960, 1972).

Cependant, après une étude par simulation, Fox (1976) attribue cette différence au traitement. En effet, sur tous les bassins exposés au sud, sauf un, les arbres ont été enlevés tandis que sur ceux qui sont exposés au nord, les arbres ont été coupés et laissés sur place, ce qui réduit la perte par évapotranspiration. D'ailleurs, les résultats à Fernow en Virginie de l'ouest pour des bassins exposés au nord et au sud sont similaires à ceux de Coweeta exposés au sud. Tous ont subi le même traitement.

Type de végétation

À Coweeta, la substitution de la forêt feuillue par le pin blanc sur deux bassins, l'un exposé au nord et l'autre exposé au sud, a réduit l'écoulement, par rapport à son niveau antérieur, à partir de la 10^e année après la plantation (Swank & Miner, 1968). Après 16 ans, les diminutions mensuelles de l'écoulement variaient de 16 à 30% et elles étaient similaires pour les deux bassins (Douglass & Swank, 1975; Swank & Douglass, 1974). Des résultats semblables basés sur une simulation ont été trouvés par Swift *et al.*, (1975) et Fox (1976). Durant la saison de dormance, la perte par interception est plus élevée chez le sapin que chez les feuillus (Helvey, 1967, 1971). Quoique le taux de transpiration par unité d'aire des feuilles soit plus élevé durant l'été chez les feuillus (Raber, 1937),

la plus grande surface transpirante du pin (Swank & Schreuder, 1973; Whittaker & Woodwell, 1967) augmente la transpiration totale par rapport aux feuillus (Douglass & Swank, 1975).

Le remplacement de la forêt feuillus par de l'herbe ne modifie pas l'écoulement lorsque la croissance et, par conséquent, la transpiration sont maintenues à un haut niveau par la fertilisation (Hibbert, 1969). Law (1956) montre que l'écoulement à partir d'un bassin recouvert de conifères, en Grande-Bretagne, est plus faible que celui d'un bassin adjacent couvert d'herbes.

ÉCOULEMENT SAISONNIER, DE POINTE ET D'ÉTIAGE

Écoulement saisonnier

La période d'apparition d'une augmentation d'écoulement après la coupe varie principalement selon l'épaisseur du sol, la physiographie, le traitement, la précipitation et la présence de la neige. À Coweeta et à Fernow, la précipitation est uniformément répartie durant l'année et tombe presque totalement sous forme de pluie. L'augmentation de l'écoulement est généralement répartie sur toute l'année à Coweeta sur sols profonds (Hibbert, 1967; Kovner, 1956), tandis qu'elle se produit principalement en été à Fernow où les sols sont plus minces (Reinhart & Trimble, 1962). Sur la côte ouest des États-Unis, l'augmentation maximale se produit durant l'automne et l'hiver mais l'augmentation relative est plus élevée en été (Harr *et al.*, 1979; Rothacher, 1965, 1970, 1971; Rowe, 1963).

Dans les régions où une partie des précipitations tombe sous forme de neige, l'augmentation de l'écoulement se produit principalement le printemps (Goodell, 1959; Hornbeck *et al.*, 1970; Kovner, 1956; Martinnelli, 1964; Rothacher 1970); elle est suivie d'une augmentation durant la saison de croissance lorsque les pluies sont abondantes (Lynch, 1969; Verry, 1972), ou lors des pluies d'automne si la précipitation estivale est faible (Hornbeck *et al.*, 1970; Kovner, 1956; Rothacher, 1970). Au nord du Japon (Nakano, 1967) et de l'État du New Hampshire (Pierce *et al.*, 1970) la température se maintient sous 0°C en hiver et la coupe ne modifie pas l'écoulement durant cette période. À l'inverse, la reforestation dans le sud de l'État de New-York a augmenté l'interception en hiver et diminué l'écoulement au printemps (Eschner, 1965; Schneider & Ayer, 1961).

Écoulement de crue

Les effets de la coupe sur l'écoulement en période de crue varient fortement en relation avec les caractéristiques physiques du milieu, l'intensité des précipitations durant la période d'étude et la superficie compactée par les opérations forestières. Les plus fortes augmentations se produisent durant la saison de croissance lorsque les débits sont faibles. Globalement, les études montrent des augmentations de 9 à 250% du débit de pointe (Anderson & Hobba, 1959; Black, 1968; Harr *et al.*, 1975; Harr *et al.*, 1979; Hewlett & Helvey, 1970; Hornbeck, 1973; Hornbeck *et al.*, 1970; Hornbeck & Pierce, 1969; Lynch, 1969; Maruyama & Inose, 1952; Nakano, 1967; Patric & Reinhart, 1971; Pierce *et al.*, 1970; Reinhart *et al.*, 1963; Rothacher, 1973; Rowe *et al.*, 1954; Sopper & Lynch, 1970; Swanson & Hillman, 1977; TVA, 1962; Ursic & Thames, 1960) et de 11 à 300% du volume de crue (Douglass & Swank, 1972; Hewlett & Helvey, 1970; Hornbeck, 1973; Hornbeck *et al.*, 1970; Lynch *et al.*, 1972, 1975; Reinhart *et al.*, 1963). Cependant, certaines études effectuées sous des climats humides n'ont montré aucune modification de l'écoulement de pointe (Harr, 1980; Meginnis, 1959; Reinhart & Trimble, 1962) et même une réduction (Cheng *et al.*, 1975) suite à l'ablation de la forêt. Cheng *et al.*, (1975) attribuent cette diminution aux perturbations du sol qui ont modifié la transmission de l'eau dans les macropores et forcé cette dernière à couler plus lentement à travers le sol. Considérées ensemble, ces études indiquent que l'écoulement de pointe est plus souvent augmenté que diminué et que l'effet dépend de la partie du cycle hydrologique qui est altéré par la coupe. Deux études montrent que le reboisement peut réduire le débit de pointe (Harrold *et al.*, 1962; TVA, 1962).

En général, l'augmentation des débits de pointe de pluie (DeWalle & Lynch, 1975) et de fonte (Anderson & Hobba, 1959) est proportionnelle à la superficie dégagée. La coupe, distribuée en petites assiettes désynchronise la fonte et réduit le débit de pointe (Goodell, 1958; Harr & McCorison, 1979; Satterlund, 1972; Verry, 1972) à l'exception des printemps tardifs où l'effet contraire peut se produire (Goodell, 1958). La présence de la forêt n'assure pas nécessairement une réduction du débit de pointe de fonte. Déjà en 1908, Kellogg observait que la forêt accumule la neige durant l'hiver, retarde la fonte et que le manteau nival fond subite-

ment lorsque les températures sont élevées vers la fin du printemps en produisant des inondations. Satterlund & Eschner (1965) démontrent que la période de fonte devient de plus en plus courte avec l'augmentation des superficies agricoles reboisées et tend à augmenter la pointe.

Étiage

En 1967, les conséquences d'une modification de la végétation sur le débit d'étiage étaient qualifiées d'imprévisibles (Johnson, 1967). Dans le cas de la coupe, on a rapporté plus fréquemment des augmentations (Croft, 1948; Harr *et al.*, 1979; Harr & Krygier, 1972; Johnson, 1960; Meginnis, 1959; Nakano, 1967; Rothacher, 1970, 1971; Sopper & Lynch, 1970) que des réductions (Harr, 1980) de l'écoulement. La réduction des étiages rapportée par Harr (1980) est attribuée à l'absence de captage de la vapeur d'eau suite à l'ablation des arbres. Une réduction des débits d'étiage suite au reboisement a été rapportée par Bailey & Copeland (1960) et Hill (1960), tandis que TVA (1962) ne rapporte aucun changement.

DIMINUTION DE L'ÉCOULEMENT ANNUEL

L'augmentation annuelle de l'écoulement est maximale l'année suivant la coupe, puis diminue ensuite de manière logarithmique en fonction du temps à cause du rétablissement de la végétation (Hewlett & Hibbert, 1961; Kovner, 1956; Swank & Helvey, 1970). Pour l'est des États-Unis, l'effet se fait sentir pendant une période de 9 à 25 ans (Douglass & Swank, 1972), quoique des durées de 4 (Hornbeck & Federer, 1975; Swank & Miner, 1968; Swank & Helvey, 1970), 7 (Lull & Reinhart, 1967), 35 (Kovner, 1956) et 49 ans (Swift & Swank, 1980) ont été mentionnées. Selon Hoover (1969), l'effet n'est plus significatif 5 à 15 ans après la coupe. Les résultats provenant du seul bassin coupé à deux reprises montrent des augmentations similaires d'écoulement (Swift & Swank, 1980), mais le déclin de cette augmentation a été plus rapide la deuxième fois à cause d'une croissance plus forte des rejets de souche (Swank & Helvey, 1970) confirmée par une densité plus élevée de la végétation (Swift & Swank, 1980).

Dans la région des Rocheuses, l'effet maximum dure de 15 à 30 ans, tandis qu'il devient négligeable 80 à 100 ans après la coupe (Leaf, 1975; Leaf & Alexander, 1975; Leaf & Brink, 1975). En se basant sur les résultats du Colorado et le délai de la régéné-

ration en Alberta, Swanson & Hillman (1977) estiment que l'effet demeurera près du maximum durant 30 ans.

Un retour à l'écoulement normal en l'espace de trois ans, suivi d'une réduction en deçà du débit antérieur, a été observé en Australie après un feu (Langford, 1976). Cette diminution est expliquée par une forte augmentation de la transpiration suite au remplacement des eucalyptus ayant une forte résistance stomatale à maturité (Langford, 1976; Connor *et al.*, 1977) par des semis vigoureux.

REBOISEMENT DES TERRAINS NON FORESTIERS

L'augmentation de l'écoulement suite à la coupe semble plus élevée que sa diminution après le reboisement. Outre le nombre d'observations plus faible que dans le deuxième cas (Hibbert, 1967) on doit s'attendre à un effet proportionnel correspondant à la différence d'évapotranspiration entre la végétation originale et la forêt (Douglass & Swank, 1972).

En Afrique du Sud, l'écoulement commença à diminuer 4 ans après la plantation de *Pinus radiata* sur deux bassins recouverts de broussailles (Branks & Krombout, 1963). Les résultats d'études de huit bassins agricoles reboisés, dans le nord-est des États-Unis montrent une diminution des débits (Eschner, 1965; Hibbert, 1967; Schneider & Ayer, 1961). Par exception, le reboisement de 34% de la superficie du bassin Hollow, ne produisit aucun changement dans les débits (TVA, 1962).

L'analyse des données du bassin Wappinger, dans l'État de New York, indique une augmentation des débits durant les stades végétatifs entre l'agriculture et la forêt. Cette augmentation est causée par une diminution de l'interception et par la présence d'arbres isolés qui ombragent la neige et prolongent la période de fonte. Le débit diminue ensuite avec la croissance des arbres (Black, 1968).

Conclusion

L'augmentation de l'écoulement annuel suite à la coupe et la distribution mensuelle de ces surplus varient selon le climat, le sol, la topographie, l'état de la forêt et d'autres facteurs plus difficiles à cerner. Cependant, les connaissances acquises quant aux facteurs responsables de ces variations permettent de prédire l'ordre de grandeur du chan-

gement de l'écoulement annuel et d'en tenir compte lors de l'aménagement des forêts. Le taux de diminution de l'écoulement durant la période postérieure à la coupe est proportionnel au taux de revégétation.

Les débits de pointe sont généralement augmentés par la coupe à blanc du bassin versant. La coupe à blanc distribuée en petites assiettes semble la meilleure garantie contre l'augmentation des débits de crues en période de fonte de la neige. Normalement, les débits d'étiages augmentent. Le reboisement des terrains agricoles abandonnés agit dans le sens contraire de la coupe mais de façon plus faible, parce que l'on remplace un type de végétation préétabli par un autre.

Vu la nature variable et encore mal connue des phénomènes hydrologiques ainsi que leurs complexités inhérentes, il appert qu'il sera nécessaire d'effectuer quelques études régionales pour quantifier les effets de la coupe et extrapoler, avec un degré de précision suffisante, les connaissances acquises ailleurs.

Références

- ANDERSON, H.W. & R.L. HOBBA, 1959. Forests and floods in the north-western United States. — Symp. Hannover-Münden, Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 48, p. 30-39.
- AZEVEDO, J. & D.L. MORGAN, 1974. Fog precipitation in coastal California forests. — *Ecology*, 55:1135-1141.
- BAILEY, R.W. & O.L. COPELAND, Jr., 1960. Low flow discharges and plant cover relations on two mountain watersheds in Utah. — Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 51, p. 267-268.
- BATES, C.A. & A.J. HENRY, 1928. Forest and streamflow experiment at Wagon Wheel Gap. Colorado. — *Mon. Weath. Rev.*, Suppl. no. 30, 79 p.
- BLACK, P.E., 1968. Streamflow increases following farm abandonment on Eastern New York Watershed. — *Wat. Resour. Res.*, 4:1171-1178.
- BRANKS, C.H. & C. KROMHOUT, 1963. The effect of afforestation with *Pinus radiata* on summer baseflow and total annual discharge from Jonker-schock catchments. — *For. Afr.*, 3:43-65.
- CHENG, J.D., T.A. BLACK, J. DE VRIES, R.P. WILLINGTON & B.C. GOODELL, 1975. The evaluation of initial changes in peak streamflow following logging of a watershed on the west coast of Canada. — Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 117, p. 475-486.
- CONNOR, D.J., N.J. LEGGE, & N.C. TURNER, 1977. Water relations of Mountain Ash (*Eucalyptus regnans* F. Muell.) Forest. — *Aust. J. Plant Physiol.*, 4:753-62.
- CORBETT, E.S. & J.M. HILLMAN, 1975. Effects of management practices on water quality and quantity: The Newark, New Jersey, Municipal Watershed. — Pages 45-47 in W.E. Sopper & E.S. Corbett (eds.). Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-13, 196 p.
- CORBETT, E.S. & W. SPENCER, 1975. Effects of management practices on water quality and quantity: Baltimore, Maryland, Municipal Watersheds. — Pages 25-31 in W.E. Sopper & E.S. Corbett (eds.). Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-13, 196 p.
- COSTIN, A.B. & R.O. SLATYER, 1967. Forest hydrology research in Australia. — Pages 11-16 in W.E. Sopper & H.W. Lull (eds.). Symp. For. Hydrol., Pergamon Press, New York, 813 p.
- CROFT, A.R., 1948. Water loss by stream surface evaporation and transpiration by riparian vegetation. — *Trans. Am. geophys. Un.*, 29:235-239.
- DE WALLE, D.R. & J.A. LYNCH, 1975. Partial forest clearing effects on snowmelt runoff. — Symp. Watershed Management. ASCE irrigation and drainage division Logan Utah, p. 337-346.
- DOUGLASS, J.E. & W.T. SWANK, 1972. Streamflow modification through management of eastern forests. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., SE-94, 15 p.
- DOUGLASS, J.E. & W.T. SWANK, 1975. Effects of management practices on water quality and quantity Coweeta Hydrologic Laboratory, North Carolina. — Pages 1-13 in W.E. Sopper & E.S. Corbett (eds.). Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-13, 196 p.
- EKERN, P.C., 1964. Direct interception of cloud water on Lanaihale, Hawaii. — *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 28:419-421.
- ENVIRONMENT COUNCIL OF ALBERTA, 1979. Management of water resources within the Oldman River Basin: Report and recommendations, 245 p.
- ESCHNER, A.R., 1965. Forest protection and streamflow from an Adirondack watershed. — Ph. D. thesis, St. Coll., Syracuse, N.Y., 209 p.
- FOX, J.D. Jr. 1976. A forest hydrology model of vegetation-streamflow relations. — Ph.D. thesis, Washington, 275 p.
- GARCZYNSKI, F., 1980a. Influence du taux de boisement sur le régime hydrologique dans trois régions des U.S.A. — International symposium on the influence of man on the hydrological regime. Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 136, p. 67-74.
- GARCZYNSKI, F., 1980b. Traitement par les corrélations multiples des données de 14 bassins versants polonais. — Rapport, Centre techni-

- que du génie rural des eaux et des forêts. Grenoble, France, 42 p.
- GOODELL, B. C., 1958. A preliminary report on the first year's effects of timber harvesting on water yield from a Colorado watershed. — Pap. Rocky Mountain Exp. Sta. For. Serv. U.S. Dep. Agric., no. 36, 12 p.
- GOODELL, B. C., 1959. Management of forest stands in western United States: to influence the flow of snow-fed streams. — Symposium, Hannover-Münden, Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 48, p. 49-58.
- HARR, D. R., 1976. Hydrology of small forest streams in western Oregon. — Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric., PNW-55, 15 p.
- HARR, R. D., 1980. Streamflow after patch logging in small drainages within the Bull Run municipal watershed, Oregon. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., PNW-268, 16 p.
- HARR, R. D. & J. T. KRYGIER, 1972. Clearcut logging and low flows in Oregon coastal watersheds. — *Oreg. State Univ., Res. Note, Sch. For. Res. Lab. Oreg. State Univ.*, no. 54, 3 p.
- HARR, R. & F. MCCORISON, 1979. Initial effects of clearcut logging on size and timing of peak flows in a small watershed in western Oregon. — *Wat. Resour. Res.*, 15: 90-94.
- HARR, R. D., R. L. FREDRIKSEN, & J. ROTHACHER, 1979. Changes in streamflow following timber harvest in Southwestern Oregon. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., PNW-249, 22 p.
- HARR, R. D., W. D. HARPEN, J. T. KRYGIER, & F. S. HSIEH, 1975. Changes in storm hydrographs after roadbuilding and clearcutting in the Oregon Coast Range. — *Wat. Resour. Res.*, 11: 436-444.
- HARRIS, D. D., 1973. Hydrologic changes after clearcut logging in a small Oregon Coastal watershed. — *J. Res. U.S. Geol. Surv.*, 1: 487-491.
- HARRIS, D. D., 1977. Hydrologic changes after logging in two small Oregon Coastal watersheds. — *Water-Supply Pap. Geol. Surv. U.S. Dep. Int.*, no. 2037, 31 p.
- HARROLD, L. L., D. L. BRAKENSIEK, & J. L. MCGUINNESS, 1962. Influence of land use and treatment on the hydrology of small watersheds at Coshocton, Ohio. — *Tech. Bull. U.S. Dep. Agric.*, no. 1256, 194 p.
- HELVEY, J. D., 1967. Interception by Eastern White Pine. — *Wat. Resour. Res.*, 3: 723-729.
- HELVEY, J. D., 1971. A summary of rainfall interception by certain conifers of North America. — *Proc. Third Int. Seminar Hydrology Purdue Univ., West Lafayette, Indiana*, p. 103-113.
- HEWLETT, J. D., 1970. Review of the catchment experiment to determine water yield. — *Proc. of the joint FAO/USSR Int. Symp. on forest influences and watershed management, Moscow Aug.-Sept. 1970, FAO (Rome)*, p. 145-155.
- HEWLETT, J. D. & J. D. HELVEY, 1970. Effects of forest clear-felling on the storm hydrograph. — *Wat. Resour. Res.*, 6: 768-782.
- HEWLETT, J. D. & A. R. HIBBERT, 1961. Increases in water yield after several types of forest cutting. — *Bull. int. Ass. Sci. Hydrol.*, 6: 5-17.
- HEWLETT, J. D. & L. PIENAAR, 1973. Design and analyses of the catchment experiment. — Pages 88-106 in E. D. White (ed.). *Proc. Symp. on the use of small watersheds in determining effects of forest land use on water quality*, 106 p.
- HIBBERT, A. R., 1967. Forest treatment effects on water yield. — Pages 527-543 in W. E. Sopper & H. W. Lull (eds.). *Symp. For. Hydrol.*, Pergamon Press, New York, 813 p.
- HIBBERT, A. R., 1969. Water yield changes after converting a forested catchment to grass. — *Wat. Resour. Res.*, 5: 634-640.
- HIBBERT, A. R., 1971. Increase in streamflow after converting chaparral to grass. — *Wat. Resour. Res.*, 7: 71-80.
- HILL, L. W., 1960. Forest plantation development. — *Proc. Soc. Am. Foresters*, p. 168-171.
- HOOVER, D., 1969. Vegetation management for water yield. *Sess. V.: Water balance modification-increasing the yield.* — *Symp. on water balance in North America. Proc. Serv. Am. Wat. Resour. Ass.*, 7: 191-195.
- HORNBECK, J. W., 1973. Storm flow from hardwood forested and cleared watersheds in New Hampshire. — *Wat. Resour. Res.*, 9: 346-354.
- HORNBECK, J. W. & C. A. FEDERER, 1975. Effect of management practice on water quality and quantity: Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. — Pages 58-65 in W. E. Sopper & E. S. Corbett (eds.). *Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric.*, NE-13, 196 p.
- HORNBECK, J. W. & R. S. PIERCE, 1969. Changes in snowmelt runoff after forest clearing on a New England watershed. *E. Snow Conf. Proc.*, p. 104-112.
- HORNBECK, J. W., R. W. PIERCE & C. A. FEDERER, 1970. Streamflow changes after forest clearing in New England. — *Wat. Resour. Res.*, 6: 1124-1132.
- ISAAC, L. A., 1946. Fog drip and rain interception in coastal forests. — *Res. Note, For. Serv. Portland, Oreg. U.S. Dep. Agric.*, no. 34, p. 15-16.
- JEFFREY, W. W., 1967. Forest hydrology research in Canada. — Pages 21-30 in W. E. Sopper & H. W. Lull (eds.). *Symp. For. Hydrol.*, Pergamon Press, New York, 813 p.
- JOHNSON, E. A., 1960. Effect of altering forest vegetation on low flows of small streams. — *Publ. int. Ass. Sci. Hydrol.* no. 51, p. 257-266.
- JOHNSON, E. A., 1967. Effects of multiple use on peak and low flows. — Pages 545-550 in

- W.E. Sooper & H.W. Lull (eds.). Symp. For. Hydrol., Pergamon Press, New York, 813 p.
- KELLOGG, R.S., 1908. Forest conservation. — New Engl. WatWks Ass. J., 22:389-408.
- KITTREDGE, J., 1948. Forest influences. — McGraw-Hill New York, 394 p.
- KOCHENDERFER, J.N. & G.M. AUBERTIN, 1975. Effects of management practice on water quality and quantity: Fernow Experimental Forest, West Virginia. — Pages 14-24 in W.E. Sooper & E.S. Corbett (eds.). Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. Dep. Agric., NE-13, 196 p.
- KOVNER, J.L., 1956. Evapotranspiration and water yields following forest cutting and natural regrowth. — Proc. Soc. Am. Foresters, p. 106-110.
- KOVNER, J.L. & T.C. EVANS, 1954. A method for determining the minimum duration of watershed experiments. — Trans. Am. geophys. Un., 35:608-612.
- LANGFORD, J.J., 1976. Change in yield of water following a bushfire in a forest of *Eucalyptus regnans*. — J. Hydrol., 29:87-114.
- LAW, F., 1956. The effect of afforestation upon the yield of water in catchment areas. — J. Br. WatWks Ass., 5:489-494.
- LEAF, C.F., 1975. Watershed management in the Rocky Mountain subalpine zone: the status of our knowledge. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., RM-137, 31 p.
- LEAF, C.F. & R.R. ALEXANDER, 1975. Simulating timber yields and hydrologic impacts resulting from timber harvest on subalpine watersheds. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., RM-133, 20 p.
- LEAF, C.F. & G.E. BRINK, 1975. Land use stimulation model of the subalpine coniferous forest zone. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., RM-135, 42 p.
- LOVE, L.D., 1955. The effect on stream flow of the killing of spruce and pine by the Engelmann Spruce beetle. — Trans. Am. geophys. Un., 36:113-118.
- LULL, H.W. & K.G. REINHART, 1967. Increasing water yield in the North-East by management of forested watershed. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-66, 45 p.
- LYNCH, J.A., 1969. Changes in streamflow following partial clearcutting on a forested watershed. — M.Sc. thesis, Pa. State Univ. Dept. For. and Wild., Univ. Park, Pa., 129 p.
- LYNCH, J.A., W.E. SOPPER, & D.B. PARTRIDGE, 1972. Changes in streamflow following partial clearcutting on a forested watershed. — Proc. Symp. on Watersheds in Transition, Fort Collins, Colorado, p. 313-320.
- LYNCH, J.A., W.E. SOPPER, E.S. CORBETT & D. AURAND, 1975. Effects of management practices on water quality and quantity: Penn. State Experimental watershed. — Pages 32-46 in W.E. Sooper & E.S. Corbett (eds.). Symp. Proc. Municipal Watershed Management. Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-13, 196 p.
- MARTIN, I.L. & E.R. TINNEY, 1962. Logging in west coast watershed shows no effects on area's water yield. — The Timberman, p. 46-48.
- MARTINELLI, M., Jr., 1964. Watershed management in the Rocky Mountain alpine and subalpine zones. — Res. Note For. Serv. U.S. Dep. Agric., RM-36, 7 p.
- MARUYAMA, I. & T. INOSE, 1952. Experiment of forest influences upon streamflow at Kamabuti. — Bull. Govt. For. Expt. Sta. Maguro-Tokyo, Japan, no. 53, 44 p.
- McMINN, J.W. & J.D. HEWLETT, 1975. First-year water yield increase after forest cutting: an alternative model. — J. For., 73:654-655.
- MEGINNIS, H.G., 1959. Increasing water yields by cutting forest vegetation. — Symp. Hannoversch-Münden, Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 48, p. 59-68.
- MOORE, W.L., 1910. Report on the influences of forests on climate and on floods. — U.S. Weather Bureau, Washington, D.C.
- NAKANO, H., 1967. Effects of changes of forest conditions on water yield, peak flow and direct runoff of small watersheds in Japan. — Pages 551-664 in W.E. Sooper & H.W. Lull (eds.). Symp. For. Hydrol., Pergamon Press, New York, 813 p.
- OBERLANDER, G.T., 1956. Summer fog precipitation on the San Francisco Peninsula. — Ecology, 37:851-852.
- PATRIC, J.H., 1970. Changes in streamflow, duration of flow, and water quality on two partially clearcut watersheds in West Virginia. — Trans. Am. geophys. Un., 144 (Abstract).
- PATRIC, J.H. & K.G. REINHART, 1971. Hydrologic effects of deforesting two mountain watersheds in West Virginia. — Wat. Resour. Res., 7:1182-1188.
- PIERCE, R.S., J.W. HORNBECK, G.E. LIKENS & F.H. BORMANN, 1970. Effect of elimination of vegetation on stream water quantity and quality. Symp. On results of Research on Representative and Experimental Bassins. — Int. Ass. Sci. Hydrol., no. 96, p. 311-328.
- PLAMONDON, A.O. & D.C. OUELLET, 1980. Coupe à blanc partielle et régime d'écoulement du bassin expérimental du ruisseau des Eaux-Volées. — Symp. on the influence of men on the hydrological regime with special reference to representative and experimental bassins. Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 130, p. 139-136.
- RABER, O., 1937. Water utilization by trees with special reference to the economic forest species of the north temperate zone. — Misc. Publ. U.S. Dep. Agric., no. 257, 97 p.

- RAKHMANOV, V.V., 1970. Dependence of streamflow upon the percentage of forest cover of catchments. Symp. sur les influences de la forêt et de l'aménagement des bassins versants. Moscou. URSS, p. 55-69.
- REINHART, K.G., 1967. Watershed calibration methods. — Pages 715-723 in W.E. Sopper & H.W. Lull (eds.). Symp. For. Hydrol., Pergamon Press, New York, 813 p.
- REINHART, K.G. A.R. ESCHNER & G.R. TRIMBLE, 1963. Effect of streamflow of four forest practices in the mountains of West Virginia. — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., NE-1, 79 p.
- REINHART, K.G. & G.R. TRIMBLE, 1962. Forest cutting and increased water yield. — J. Am. WatWks Ass., 54: 1464-1472.
- ROTHACHER, J., 1970. Increases in water yield watersheds on the western slope of the Cascade Range of Oregon. — Wat. Resour. Res., 1:125-134.
- ROTHACHER, J., 1970. Increases in water yield following clear-cut logging in the Pacific-Northwest. — Wat. Resour. Res., 6:653-658.
- ROTHACHER, J., 1971. Regimes of streamflow and their modification by logging. — Pages 40-54 in J.T. Krygier & J.D. Hall (eds.). Symp. Forest land uses and stream environment. Oreg. State Univ., Corvallis, 252 p.
- ROTHACHER, J., 1973. Does harvest in west slope Douglass-fir increase peak flow in small forest stream? — Res. Pap. For. Serv. U.S. Dep. Agric., PNW-163, 13 p.
- ROWE, P.B., 1963. Streamflow increases after removing woodland riparian vegetation from a southern California watershed. — J. For., 61: 365-370.
- ROWE, P.B., C.M. COUNTRYMAN & H.C. STOREY, 1954. Hydrologic analysis to determine effects of fire on peak discharges and erosion rates. — Mimeo For. Serv. U.S. Dep. Agric., 13 p.
- SATTERLUND, D.R., 1972. Wildland watershed management. The Ronald Press. Co., New York, 370 p.
- SATTERLUND, D.R. & A.R. ESCHNER, 1965. Land use, snow and streamflow regimen in Central New York. — Wat. Resour. Res., 1:397-405.
- SCHNEIDER, W.J. & G.R. AYER, 1961. Effect of reforestation on streamflow in central New York. — Water-Supply Paper U.S. Geol. Surv., no. 1602, 61 p.
- SOPPER, W.E. & J.E. LYNCH, 1970. Changes in water yield following partial forest cover removal on an experimental watershed. — Publ. int. Ass. Sci. Hydrol., no. 26, p. 369-389.
- SWANK, W.T. & J.E. DOUGLASS, 1974. Streamflow greatly reduced by converting deciduous hardwood stands by pine. Science, 185: 857-859.
- SWANK, W.T. & J.D. HELVEY, 1970. Reduction of streamflow increases following regrowth of clearcut hardwood forest. — Symp. on Results of Research on Rep. Exp. Basins. Publ. int. Ass. Sci. Hydrol. no. 96, p. 346-360.
- SWANK, W.T. & N.H. MINER, 1968. Conversion of Hardwood-covered watersheds to white pine reduces water yield. — Wat. Resour. Res., 4: 947-954.
- SWANK, W.T. & H.T. SCHREUDER, 1973. Temporal changes in biomass, surface area, and net productivity from a *Pinus strobus* L. Forest. — Proc. int. Un. For. Res. Org. working party for forest biomass, Univ. Maine Press, Orono.
- SWANSON, R.H. & G.R. HILLMAN, 1977. Predicted increased water yield after clearcutting verified in West-Central Alberta. — Inf. Rep. North. For. Res. Centre Env. Can., NOR-X-198, 40 p.
- SWIFT, L.W., 1960. The effects of mountain topography upon solar energy theoretically available for evapotranspiration. — M. Sc. thesis, N.C. State College, 76 p.
- SWIFT, L.W. Jr., 1972. Effect of forest cover and mountain physiography on the radiant energy balance. — Ph.D. thesis, Duke Univ., 87 p.
- SWIFT, L.W. & W.T. SWANK, 1980. Long term responses of streamflow following clearcutting and regrowth. — Mimeo. For. Serv. South. For. Expt. Station U.S. Dep. Agric., 21 p.
- SWIFT, L.W., W.T. SWANK, J.B. MANKIN, R.J. LUXMOORE & R.A. GOLDSTEIN, 1975. Simulation of evapotranspiration and drainage from nature and clearcut deciduous forests and young pine plantation. — Wat. Resour. Res., 11:667-673.
- TAJCHMAN, S.J., 1971. Evapotranspiration and energy balances of forest and field. — Wat. Resour. Res., 7: 511-523.
- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY, 1962. Reforestation and erosion control influences upon the hydrology of the Pine Branch Watershed 1941 to 1960. — Rep. Div. Water Control Planning. Tenn. Valley Auth., 98 p.
- TROENDLE, C.A., 1970. The flow interval method for analysing timber harvesting effects on streamflow regimen. — Wat. Resour. Res., 6: 328-332.
- URSIC, S.J. & J.L. THAMES, 1960. Effect of cover types and soils on runoff in northern Mississippi. — J. geophys. Res., 65:663-667.
- U.S. FOREST SERVICE, 1964. Moist-site timber harvest increases streamflow in Arizona. — Page 59 in Annual Report 1963, Rocky Mountain Forest Expt. Sta. For. Serv. U.S. Dep. Agric.
- VERRY, E.S., 1972. Effect of an aspen clearcutting on water yield and quality in Northern Minnesota. — Proc. Symp. on Watersheds in Transition. Am. Wat. Resour. Ass. Series, no. 14, p. 276-284.
- VOGL, R.L., 1973. Ecology of knobcone pine in the Santa Anna Mountains, California. — Ecol. Monogr., 43:125-143.

- WHITTAKER, R. H. & G. M. WOODWELL, 1967. Surface area relations of woody plants and forest communities. — *Am. J. Bot.*, 54: 931-939.
- WICHT, C. L., 1967. Forest hydrology research in the South African Republic. — Pages 75-84 *in* W. E. Sopper & H. W. Lull (eds.). *Int. Symp. For. Hydrol.* Pergamon Press, New York, 813 p.
- WILM, H. C., 1943. Statistical control of hydrologic data from experimental watersheds. — *Trans. Am. geophys. Un.*, Part 2, p. 618-624.
- ZON, R., 1912. Forests and water in the light of scientific investigation. — *Doc. U.S. Congress* 62nd Session, no. 469, p. 205-302.

COMMUNICATIONS BRÈVES

LERNAEA CRUCIATA (LESUEUR) (COPEPODA : LERNAEIDAE) FROM AMBLOPLITES RUPESTRIS (RAFINESQUE) (PERCIFORMES : CENTRARCHIDAE) IN LAC SAINT-LOUIS, QUÉBEC

D. J. LEWIS

*Department of Entomology, Macdonald Campus of McGill University,
Ste-Anne-de-Bellevue, Québec H9X 1C0*

G. J. DOUCET

*Department of Renewable Resources,
Macdonald Campus of McGill University,
Ste-Anne-de-Bellevue, Québec H9X 1C0*

Résumé

La présence de copépodes *Lernaea cruciata* (LeSueur) sur des spécimens d'*Ambloplites rupestris* (Rafinesque) provenant du lac Saint-Louis, Québec, constitue la première mention d'une telle association dans les eaux canadiennes.

Abstract

Lernaea cruciata (LeSueur) is reported from *Ambloplites rupestris* (Rafinesque) collected in lac Saint-Louis, Québec. This constitutes the first report of this parasite in Canadian waters.

Introduction

In Canada, the rock bass [*Ambloplites rupestris* (Rafinesque)] usually inhabits rocky areas of relatively shallow fresh waters from southeastern Saskatchewan to southern Québec. Its distribution in the United States extends west of the Appalachians to Oklahoma and Arkansas and south to the Gulf of Mexico (Scott & Crossman, 1973). Despite the great abundance of rock bass in some regions of its range, there appears to be a paucity of published information on the biology of the Canadian populations.

During the ichthyological phase of an ecological study of lac Saint-Louis, Québec, a number of specimens of an external parasite were collected from the rock bass; the identification of these specimens is reported herein.

Materials and methods

Fish were collected from 8 May to 3 November 1980 in a submerged fish trap located in the littoral zone of lac Saint-Louis near Ste-Anne-de-Bellevue, Québec (45°24' N, 73°56' W). The trap was thus located in the Ottawa River waters approximately 2 km upstream from where they meet the waters of the St. Lawrence system. The trap consisted of two nylon leaders which directed fish into the 1 m × 1 m × 2 m trap and holding pen; one leader (15 m) extended from the shore to the trap, the other (100 m) extended from the trap towards the middle of the lake. The fish caught in the trap were processed daily at approximately 8 h30. Several morphometric parameters were recorded, after which the fish were tagged and released. When parasites were observed,

they were removed by means of forceps from the fish without apparent external damage to the latter. Intact specimens of the parasite were preserved in 70% ethanol, and transported to the laboratory for identification. The parasites were identified using the keys of Wilson (1917) and Causey (1957) and the morphological descriptions of Yamaguti (1963) and Hoffman (1967). However, the systematics of the genus *Lernaea* are in a state of flux (Z. Kabata, pers. comm.). To remain consistent, the taxa used are those of Margolis & Arthur (1979).

Results

Twenty-five female specimens of *Lernaea cruciata* (LeSueur) were collected from 20 rock bass between 24 June and 2 August 1980. A total of 111 rock bass were collected during that 40-day period. Ninety-six rock bass were collected between 8 May and 24 June and 83 rock bass were collected from 3 August until 3 November 1980; none of these harbored specimens of *L. cruciata*. During the time that the parasites and parasitized fish were collected (24 June-2 August) the water temperature ranged from 20.0-23.5°C. Lengths of parasitized rock bass ranged from 154-207 mm, while their weights ranged from 96-167 gm. All specimens of *L. cruciata* were taken from the trunk of the rock bass, their anchor-like anterior ends deeply embedded in the musculature of the fish. The length of the cylindrical trunk, which extends externally from the body of the fish, ranged from 7 to 11 mm, with a mean of 9.5 mm. Several specimens possessed a pair of egg sacs projecting from the terminal abdominal region; one specimen collected on 13 July 1980 had extremely well-developed eggs.

Discussion

The presence of *L. cruciata* on *A. rupertis* in lac Saint-Louis constitutes an eastern extension of the known range of this copepod and is the first published record of this organism in Canadian waters. In a recent synopsis of the parasites of Canadian fishes, Margolis & Arthur (1979) reported that *L. cyprinacea* Linnaeus had been collected from

several genera of fish, but the rock bass was not one of them.

Lernaea cruciata has been taken from several genera of fishes in the United States (Hoffman, 1967; Yamaguti, 1963), but only Causey (1957) and Kellicott (1879) recorded this species from the rock bass; these records were from fresh waters of Louisiana and Michigan respectively.

Yamaguti (1963) reported that complete development of this organism requires 35 days at room temperature, and that several generations occur per year under natural conditions. It is uncertain how many generations *L. cruciata* has in lac Saint-Louis. The mean length of adult female *L. cruciata* in lac Saint-Louis (9.5 mm) very closely approximates the measurements (10 mm) provided for this species by Wilson (1917).

Acknowledgements

The authors are indebted to D.T. Brown, J.-L. Deveau, I. Smythe and A. Chênevert for assistance in operating the fish trap. Dr. Z. Kabata (Pacific Biological Station, Nanaimo) supplied information concerning *Lernaea* systematics, and Dr. M.E. Rau (Institute of Parasitology, McGill University) provided valuable criticism of the manuscript. Financial support was provided by le Ministère de l'Éducation du Québec through an FCAC grant.

References

- CAUSEY, D., 1957. Parasitic Copepoda from Louisiana fresh water fish. — *Am. Midl. Nat.*, 58: 378-382.
- HOFFMAN, G. L., 1967. Parasites of North American fishes. — Univ. Calif. Press, Berkeley, 486 p.
- KELLCOTT, D. S., 1879. On certain Crustacea, parasitic on fish from the Great Lakes. — *Am. J. Micr.*, 4:208-210.
- MARGOLIS, L. & J. R. ARTHUR, 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. — *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, no. 199, 269 p.
- SCOTT, W. B. & E. J. CROSSMAN, 1973. Freshwater fishes of Canada. — *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, no. 184, 966 p.
- WILSON, C. B., 1917. North American parasitic copepods belonging to the family Lernaeidae, with a revision of the entire family. — *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 53:1-150.
- YAMAGUTI, S., 1963. Parasitic Copepoda and Branchiura of fishes. — Interscience Publ., New York, 1104 p.

RANGE EXTENSION OF STEELHEAD TROUT (*SALMO GAIRDNERI*) IN NEWFOUNDLAND

E.M.P. CHADWICK and W. J. BRUCE

Department of Fisheries and Oceans, Research and Resource Services,
Newfoundland Region, P.O. Box 5667, St. John's, Newfoundland A1C 5X1

Résumé

Des truites arc-en-ciel anadromes (*Salmo gairdneri*) furent capturées sur la côte nord-ouest de Terre-Neuve en 1979, 1980 et 1981, à 300 km au nord de sa limite actuelle de distribution sur la côte atlantique canadienne. Les seules autres captures avaient été faites dans des ruisseaux de la côte est en 1974. Il est possible que le pH limite la reproduction et la répartition de cette espèce dans les eaux terre-neuviennes.

Abstract

Anadromous *Salmo gairdneri* (steelhead) were captured from the northwest coast of Newfoundland in 1979, 1980, and 1981, 300 km north of the present distribution for this species in Atlantic Canada. Steelhead were also collected from four east coast streams in 1974. It is suggested that pH may limit successful natural reproduction and distribution of steelhead in Newfoundland waters.

Introduction

Salmo gairdneri was first introduced into Long Pond in the St. John's area of Newfoundland in 1887 (Scott & Crossman, 1964) and then introduced into ponds along the railway in the early 1900's (Andrews, 1965). Since then, small landlocked populations have been reported from the Avalon Peninsula, Notre Dame Bay area and in small lakes near Corner Brook (Scott & Crossman, 1964). Until now, there was no evidence that these populations had extended their range; and, there was also no record of anadromous *S. gairdneri* (steelhead) in the waters of Newfoundland.

Recently, we examined four steelhead captured on the northwest coast of Newfoundland, 300 km north of the documented range for this species in Atlantic Canada (MacCrimmon, 1971). An angler reported capturing several specimens in late May 1979 in freshwater at the mouth of Watt's Bight Brook (51°35' N and 56°00' W) on the Great Northern Peninsula. One of these fish was brought to us by fishery officer A. Ollerhead. It was preserved in 10% formalin. The fork length was 548 mm and the eviscerated, preserved weight was 1 311 g. The jaw shape suggested that it was a male. The red flush on the flanks suggested that a breeding

population of *S. gairdneri* could be established in this northern river. The second fish was captured by a commercial salmon net in the bay off Daniels Harbour (50°15' N and 57°35' W), on 2 July, 1980. This fish was brought to us by fishery officer C. Sheppard and preserved in 10% formalin. The fork length was 445 mm, the preserved whole weight was 1174 g and internal examination indicated it was also a male. Scales of both fish indicated that they had spent at least one season at sea and had overwintered in freshwater. The third fish was angled on the Serpentine River (48°56' N and 58°30' W) in early July 1980. The tail section was sent to us by Mr. M. T. Schulstad from Bowater Newfoundland Limited. It was identified as *S. gairdneri* by radiating lines of black spots along the caudal fin rays. It was one of two such fish taken at the same time. The fourth fish was angled on Trout River (49°30' N and 58°10' W) in early September 1981. The fish was brought to our attention by Mr. J. Marshall. The jaw shape suggested it was a female. It had a gutted weight of 1 382 g and a fork length of 410 mm. The scales indicated that it had spent three years in freshwater and it had spent two seasons feeding in the marine environment.

In 1974, anadromous populations were sampled from four streams near Clarendville,

Trinity Bay (Georges Brook, Shoal Harbour River, Lower Shoal Harbour River and Adeptown Brook) (Anon., 1974). One steelhead angled from Shoal Harbour River by Mr. A. Jamieson had a fork length of 315 mm, but there are no further details available on other sea run adults. For further information on the biological characteristics of juvenile *S. gairdneri* sampled in these rivers see Anon., 1974.

The five watershed areas where *S. gairdneri* were found are all characterized by draining sedimentary limestone and shale bedrock (Fig. 1). The pH in these waters would be relatively high (6.0-7.5) in comparison to most waters of Newfoundland which drain igneous bedrock and have pH < 5.5 (Jamieson, 1974). Rainbow trout are the least acid resistant of salmonids; their lower tolerance limit is pH 5.5-6.0 (Grande *et al.*, 1978).

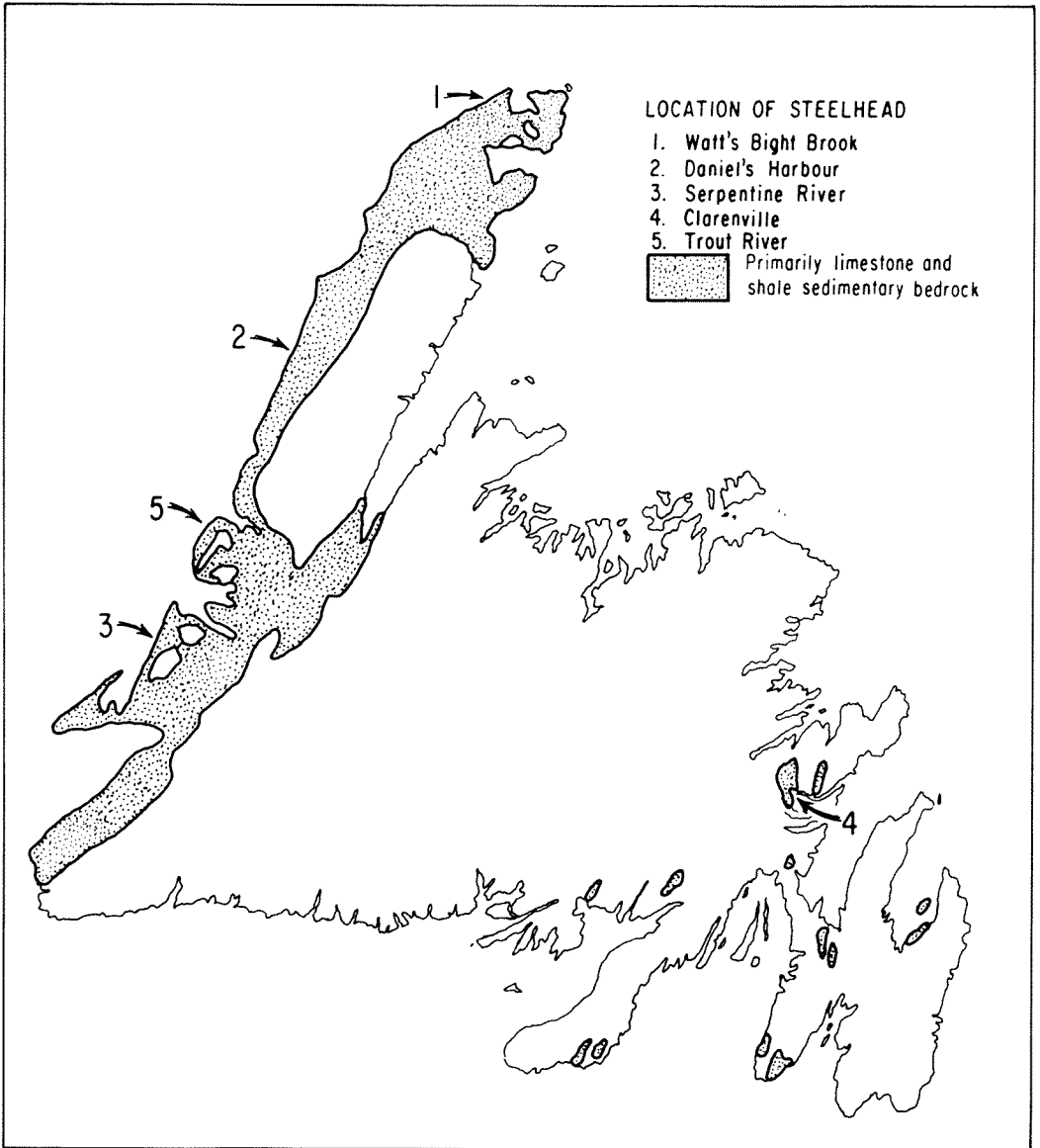


Figure 1. The location of anadromous *S. gairdneri* (Steelhead) found in the waters of insular Newfoundland. The distribution of sedimentary bedrock is also indicated.

MacCrimmon (1971) has suggested that low pH may be the reason for unsuccessful plantings of *S. gairdneri* in certain parts of North America and Europe. Thus, it would appear that water quality may be limiting the successful reproduction of this species throughout most of insular Newfoundland.

The discovery of this species on the west coast of the island indicates that *S. gairdneri* has extended its range in Atlantic Canada. Occasional specimens have been caught in several rivers along the North Shore of the Gulf of St. Lawrence (Ouellet & Côté, 1977; Gibson, 1977a). This was recently confirmed by Whoriskey et al. (1981). However, these fish were probably of hatchery origin as they were immature, had spent only one summer at sea, and most had fin clips. If these fish were strays from an aquaculture project, then they do not represent a true range extension of this species. To date, there is no evidence of breeding populations being established on the North Shore, and the igneous bedrock in this area would suggest it is impossible. The present reported occurrence of a mature male in Watt's Bight Brook represents an extension 300 km north of the previously documented range.

The successful colonization of *S. gairdneri* in rivers which drain sedimentary bedrock could pose a potential threat to resident populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). The rivers along the west coast of Newfoundland are among the best Atlantic salmon rivers in North America. It has been suggested that juvenile rainbow trout and Atlantic salmon could be severe competitors, as they have similar ecological requirements (Gibson, 1977b). Both species are riffle dwellers, eat similar food and are highly territorial. However, behavioral and morphological adaptations favor juvenile Atlantic salmon in fast water (Gibson, 1980). Despite many years of naturalization there is no evidence that rainbow trout have occurred in other rivers of insular Newfoundland and their interaction with Atlantic salmon is unknown. This could be due to the bedrock geology of these rivers. It appears that more field work is needed in this area.

Acknowledgments

Dr. D.E. McAllister confirmed the identification of the fish. Dr. R.J. Gibson reviewed the manuscript and provided some useful information.

References

- ANDREWS, C.W., 1965. Early importation and distribution of exotic fresh water fish species in Newfoundland. Newfoundland Game Fish Protection Society Ltd., 30 p.
- Anonymous, 1974. Annual Report, 1974. — Res. Dev. Brch Nfld. Reg. NEW/A-74, 48 p.
- GIBSON, R.J., 1977a. Matamek Annual Report for 1976. Woods Hole Oceanogr. Inst., WHOI-77-28, 116 p.
- GIBSON, R.J., 1977b. Behavioural interactions between juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). — ICES C.M. 1977/17 : 23, 18 p.
- GIBSON, R.J., 1980. Behavioural interactions between coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), Atlantic salmon (*Salmo salar*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*), at the juvenile fluvial stages. — Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 1029 : v + 116 p.
- GRANDE, M., I.P. MUNING & S. ANDERSEN, 1978. Relative tolerance of some salmonids to acid waters. — Verh. int. Verein. Limnol., 20 : 2076-2084.
- JAMIESON, A., 1974. A water quality atlas for streams and lakes of insular Newfoundland. — Res. Dev. Br., Fish. Mar. Serv., St. John's, Nfld. New/D-74-4.
- MACCRIMMON, H.R., 1971. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). — J. Fish. Res. Bd Can., 28 : 663-704.
- OUELLET, G. & Y. CÔTÉ, 1977. La propagation de salmonidés non-endémiques dans les tributaires du cours inférieur et du golfe St-Laurent. — M.S. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 5 p.
- SCOTT, W.B. & E.J. CROSSMAN, 1964. Fishes occurring in the freshwaters of insular Newfoundland. — Dep. Fish. Ottawa and R. Ont. Mus. Contr., no. 58, 124 p.
- WHORISKEY, F.G., R.J. NAIMAN & P.H. HEINERMANN, 1981. Steelhead trout (*Salmo gairdneri*) on the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, near Sept. Îles, Québec. — Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38 : 245-246.

EXTRACTION DU POLLEN DES MOUSSES DE SURFACE

À L'AIDE DE L'ACIDE SULFURIQUE

P. COMTOIS

Centre d'études nordiques, Université Laval,
Ste-Foy, Québec G1K 7P4

Résumé

Afin de calibrer les spectres polliniques fossiles, on étudie fréquemment la relation entre une communauté végétale donnée et le pollen recueilli à la surface du sol. L'extraction du pollen contenu dans le matériel organique se fait généralement à l'aide de l'hydroxyde de potassium. Comme cette méthode semble favoriser une extraction différentielle des grains, nous proposons l'emploi de l'acide sulfurique, qui détruit complètement le milieu de captation. La comparaison d'échantillons traités selon les deux méthodes montre en effet que ces deux méthodes ne livrent pas les mêmes résultats. L'acide sulfurique n'exerce aucun effet nocif sur les grains, mais son emploi ne permet pas l'application des méthodes biométriques courantes.

Abstract

In order to calibrate the fossil spectra, the relation between a plant community and the pollen collected at the soil surface is frequently studied. The extraction of the pollen in organic material is generally done with potassium hydroxide. This method seems to lead to a differential extraction of the pollen grains. We propose the use of sulfuric acid, which destroy completely the captation medium. The comparison of samples, treated according to the two methods, show indeed that they do not deliver the same results. Even if sulfuric acid has no corrosive effect on the pollen grains, its use prohibits the application of biometric methods.

On connaît depuis longtemps la différence existant entre la composition floristique d'une unité de végétation et la flore pollinique que cette dernière produit. De nombreux auteurs ont essayé de corriger cette situation en récoltant le pollen produit par ces unités, en échantillonnant un volume connu d'air ou de sol. L'étude d'échantillons de surface est la méthode la plus courante, car elle permet d'établir une relation avec les échantillons de pollen fossile (pour une revue bibliographique, voir Comtois, 1979).

Quoique certains auteurs aient étudié la fidélité de cette relation, quant aux paysages analysés (Heim, 1971), peu d'entre eux se sont attardés à la valeur de l'extraction proprement dite. Presque tous les auteurs travaillant sur du matériel organique procèdent à une extraction à l'hydroxyde de potassium (KOH), 10%, à 100°C pendant 20 minutes, puis à une filtration par jets d'eau sur un tamis. Cependant cette méthode semble favoriser une extraction différentielle des grains, car la filtration ne peut extraire tous

les grains de pollen. On suppose généralement qu'une homogénéisation adéquate de l'échantillon permet de recueillir une fraction représentative de la pluie sporopollinique. Pierre Cour (comm. pers.) récolte des échantillons aéropalynologiques sur des filtres de cellulose qu'il détruit à l'acide sulfurique (H₂SO₄) pur pendant une nuit, avant de poursuivre l'extraction des grains. Il n'a observé aucune action érosive sur les grains de pollen. Cette méthode ne peut conduire à une extraction différentielle, parce qu'elle détruit complètement le milieu de récolte.

Connaissant les différents aspects de ces deux méthodes, il devenait intéressant de les comparer sur les mêmes échantillons de mousses. Nous avons traité, selon les deux méthodes, cinq échantillons de la tourbière de Lanoraie au Québec (n° 6, 14, 20, 39, 43; Comtois, 1979), tous situés dans une formation à *Betula populifolia* et *Ericacées*. Les échantillons sont d'abord débarassés de leurs impuretés (feuilles, bois, etc.), coupés en fines lanières et puis homogénéisés. Après extraction au tamis (500 µm), la solu-

tion est centrifugée. La forte densité du H₂SO₄ ne permettant pas un dépôt homogène après une centrifugation aux vitesses courantes, la solution est d'abord diluée dans l'eau (1:1). La suite du traitement se déroule selon la même méthode que celle employée pour les grains fossiles (Faegri & Iversen, 1975).

La quantité importante de matière organique microscopique produit par la dissolution au H₂SO₄ nécessite plusieurs oxydations de Luber. Il s'agit d'une technique d'oxydation par le chlore, modifiée d'après la technique d'Erdtman & Erdtman (1933). On prépare la solution en ajoutant cinq à six gouttes d'acide chloridrique (HCl) concentrée à 100 ml d'une solution d'acide nitrique (HNO₃) à 50%. On ajoute le mélange à l'échantillon et on laisse agir pendant une à trois minutes, soit jusqu'à ce que le matériel organique soit bien dispersé et que le culot soit éclairci.

Si le résultat n'est pas satisfaisant, on recommence avec 10 à 12 gouttes de HCl dans 100 ml de HNO₃ à 71% et on laisse agir plus longtemps (jusqu'à dix minutes). Le dégagement de Cl₂ qui a lieu lors de la réaction blanchit le sédiment.

Les résultats obtenus avec les deux méthodes sont tout à fait incompatibles (tableau I). L'extraction au H₂SO₄, en plus de produire une plus grande quantité de pollens par volume traité (une moyenne de 61 200 par rapport à 37 700, soit 1,8 fois plus en moyenne), montre une différence appréciable au niveau de la présence des espèces (13 espèces différentes en moyenne, soit 8% en moyenne). Les différences floristiques concernent notamment les pollens des espèces faiblement représentées [*Juglans* (2/5), *Carpinus Ostrya* (2/5), *Thuja* (3/5), *Carya* (4/5)] ou les pollens de grande taille [*Larix* (2/5), *Picea* (2/5), *Osmunda* (4/5), *Lycopo-*

TABLEAU I

Pourcentages polliniques selon les deux méthodes, pour les espèces présentes dans plus de deux spectres. La première ligne correspond à l'extraction au H₂SO₄, et la seconde à l'extraction au KOH.

<i>Abies</i>	1,2	1,7	0,4	0,4	0,8	<i>Ericaceae</i>	34,5	7,2	0,4	1,7	22,5
<i>balsamea</i>	0,6	1,0	0,8	1,6	0,2		18,2	11,3	0,7	5,4	29,5
<i>Acer</i>	0,5	0,2	2,6	0,4	0,2	<i>Cyperaceae</i>	0,5	8,3	5,3	1,9	0,6
<i>saccharum</i>	0,2	0,3	0,5	0,4	0,2		1,2	28,0	6,1	8,3	0,6
<i>Acer</i>	0,9	1,5	1,9	0,8	0,8	<i>Ambrosia</i> spp.	13,8	11,6	14,3	32,7	17,5
<i>rubrum</i>	0,4	0,3	1,2	0,0	0,2		12,3	7,9	16,3	9,9	12,4
<i>Acer</i>			0,9	0,4	0,2	<i>Chenopodiaceae</i>	0,3	0,3	0,6	0,8	0,2
<i>saccharinum</i>			1,0	0,0	0,2		2,5	0,8	0,8	4,0	0,2
<i>Betula</i> spp.	20,3	42,4	41,7	26,4	20,0	<i>Gramineae</i>	2,4	3,4	2,1	7,1	6,0
	41,4	25,6	44,4	9,2	20,2		7,6	3,5	1,5	9,7	5,3
<i>Pinus</i>	4,2	5,3	4,0	6,1	7,9	<i>Fraxinus</i>	0,9	1,0	2,6	1,1	1,2
<i>strobus</i>	8,1	4,8	3,5	12,4	8,5	<i>nigra</i>	4,9	0,3	0,9	0,0	1,0
<i>Pinus</i>	0,7	1,9	3,0	2,1	2,7	<i>Carpinus/</i>			0,2	0,2	0,2
<i>divaricata</i>	0,4	5,1	3,6	19,8	1,6	<i>Ostrya</i>			0,2	0,0	0,0
<i>Picea</i>	0,0	0,2	1,3	0,8	0,0	<i>Populus</i>			1,7	0,5	1,0
<i>mariana</i>	0,4	1,1	0,7	3,1	0,6	<i>tremuloides</i>			1,0	0,0	0,6
<i>Tsuga</i>	0,3	0,8	0,8	0,6	0,2	<i>Alnus</i>	2,1	3,7	5,5	3,8	2,3
<i>canadensis</i>	1,7	0,8	0,6	3,8	0,2	<i>rugosa</i>	0,0	0,5	6,6	0,9	1,6
<i>Quercus</i> spp.	1,6	1,7	1,5	2,1	1,5	<i>Nemopanthus</i> spp.			1,5	1,5	0,0
	4,4	1,0	1,7	1,1	2,0				1,4	1,0	0,2
<i>Fagus</i>	0,9	0,5	0,0	0,2	0,6	<i>Artemisia</i> spp.		0,2	0,2	1,9	0,4
<i>grandifolia</i>	2,5	0,5	0,8	0,4	0,6			0,2	0,0	0,2	0,4
<i>Ulmus</i>	0,5	1,2	1,3	1,9	1,0	<i>Tubulifloreae</i>	0,3	0,0	0,8	0,9	0,6
<i>americanus</i>	3,3	1,0	1,4	0,7	1,4		0,6	0,2	0,9	0,4	0,2
<i>Carya</i>		0,2	0,0	0,2	0,2	<i>Rumex</i> spp.			0,2	0,2	0,2
<i>ovata</i>		0,0	0,1	0,0	0,0				0,2	0,2	0,6
<i>Fraxinus</i>	0,3	0,2	1,5	0,9	0,4	<i>Rosaceae</i>			0,5	0,0	2,1
<i>pennsylvanica</i>	1,8	1,0	1,2	1,3	0,8				0,3	0,1	1,6
<i>Salix</i> spp.	0,9	2,2	2,3	1,5	2,5						
	0,8	1,6	2,2	0,2	1,0						

dium (4/5)]. Ces différences renforcent notre hypothèse d'une extraction différentielle par le KOH.

Il est assez difficile de comparer statistiquement les pourcentages obtenus par les deux méthodes. En effet, il est important de tenir compte de l'interprétation palynologique qui peut être faite des résultats pour savoir si les deux méthodes sont vraiment différentes. C'est pourquoi nous avons préféré comparer la différence entre les deux méthodes en fonction de leur représentation pollinique, et ceci pour chaque espèce. On calcule, pour chaque espèce présente dans plus d'un relevé, la moyenne de l'écart entre les deux méthodes, exprimée en pourcentage pollinique, que l'on divise par la moyenne du pourcentage pollinique de l'espèce. Les relevés où une espèce est absente sont ignorés dans ce calcul. Les espèces présentant un écart moyen inférieur à la moitié de la moyenne (0,5) sont reconnues comme ayant une représentation susceptible d'être interprétée de la même façon par les deux méthodes.

Seulement 7% des espèces considérées rencontrent ce critère. Ce sont *Pinus strobus* (0,3), *Ambrosia* spp. (0,4), *Rumex* spp. (0,3) et les Graminées (0,3) (tableau II). Une seule espèce, *Pinus strobus*, montre un indice maximum inférieur à 1,0. Ce regroupement d'espèces est assez difficile à expliquer. S'agit-il des espèces qui forment une véritable pluie sporopollinique par une présence à caractère régional le long du parcours de notre échantillonnage ou par une forte production pollinique, ou s'agit-il d'un concours

de circonstances ? Une étude de la représentation pollinique actuelle à Lanoraie (Comtois, 1982) montre que ces quatre espèces font partie du groupe d'espèces les plus caractéristiques de la région, tel que défini par la somme d'indices d'association.

Il est moins important de savoir laquelle des deux méthodes représente le mieux la végétation environnante, que d'avoir la méthode pour reconstituer le mieux possible les conditions représentées par l'échantillonnage d'une séquence fossile. Il n'y a pas de rétention possible du pollen par la matière organique déjà décomposée dans les échantillons fossiles. On sait que l'emploi du H₂SO₄ détruit complètement toutes les structures organiques, à l'exception de l'exine des grains de pollen. Aucune rétention n'est possible, et une homogénéisation du résidu permet d'obtenir un échantillon représentatif. L'extraction au H₂SO₄ représente donc une bonne approximation des processus de décomposition conduisant aux tourbes fossiles. Le seul problème inhérent à cette méthode serait lié à la destruction de certains grains par l'effet corrosif du H₂SO₄. Cependant, les grains réputés les plus fragiles, soit *Sphagnum* spp., *Populus* spp. et *Potamogeton* spp., ont été retrouvés en bon état et souvent en abondance.

En conclusion, l'emploi de l'hydroxyde de potassium, utilisé jusqu'à présent par les palynologues pour extraire les pollens d'échantillons de surface, ne semble pas approprié pour permettre une comparaison objective entre la pluie sporopollinique actuelle accumulée dans les mousses, et les spectres

TABLEAU II

Rapport entre la moyenne de l'écart entre les deux méthodes
et la moyenne de la représentation pollinique

<i>Abies balsamea</i>	0,9	Ericaceae	0,6
<i>Acer saccharum</i>	0,5	Cyperaceae	0,7
<i>Acer rubrum</i>	1,1	<i>Ambrosia</i> spp.	0,4
<i>Acer saccharinum</i>	0,7	Chenopodiaceae	0,8
<i>Betula</i> spp.	0,5	Gramineae	0,3
<i>Pinus strobus</i>	0,3	<i>Fraxinus nigra</i>	1,1
<i>Pinus divaricata</i>	0,7	<i>Carpinus/Ostrya</i>	1,3
<i>Picea mariana</i>	1,4	<i>Populus tremuloides</i>	1,0
<i>Tsuga canadensis</i>	0,6	<i>Alnus rugosa</i>	1,1
<i>Quercus</i> spp.	0,6	<i>Nemopanthus</i> sp.	0,8
<i>Fagus grandifolia</i>	0,7	<i>Artemisia</i> spp.	0,9
<i>Ulmus americanus</i>	0,6	Tubulifloreae	0,9
<i>Carya ovata</i>	2,0	<i>Rumex</i> spp.	0,3
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0,8	Rosaceae	0,9
<i>Salix</i> spp.	0,5		

polliniques fossiles. Des différences dans la structure des sédiments permettent une extraction différentielle de certains grains. L'emploi de l'acide sulfurique, qui détruit complètement le milieu de captation utilisé, permet une extraction homogène des grains. Cette dernière méthode semble donc plus appropriée aux études de représentation pollinique actuelle, et son emploi devrait se généraliser dans un avenir prochain. Cependant, il est évident que l'emploi des méthodes biométriques d'identification, parfois employées pour certaines espèces, ne peuvent être appliquées directement aux pollens traités de cette façon.

Références

- COMTOIS, P., 1979. Histoire holocène du climat et de la végétation à Lanoraie, Québec. — Thèse de maîtrise, Université de Montréal, 322 p.
- COMTOIS, P., 1982. Utilisation des indices de similarité et d'association dans l'interprétation des diagrammes polliniques. — *Naturaliste can.*, (sous presse).
- ERDRMAN, G.T. & H. ERDTMAN, 1933. The improvement of pollen analysis technique. — *Svensk bot. Tidskr.*, 27 : 347-357.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN, 1975. *Textbook of pollen analysis*. — 3rd ed., Hafner, New York, 295 p.
- HEIM, J., 1971. Étude statistique sur la validité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses. — *Lejeunia*, (Revue de botanique), n° 58, 34 p.

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

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

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à *double interligne* sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en *trois* exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

TEXTE

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

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

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

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

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

GENERAL PRACTICES

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

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

MANUSCRIPT DETAILS

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

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

REFERENCES

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

alphabetically by first author, according to the following examples:

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

LE NATURALISTE CANADIEN
Revue d'écologie et de systématique

Volume 108

1981

Numéro 3

NAGORSEN, D.W. & R.L. PETERSON. Distribution, abundance and species diversity of small mammals in Quetico Provincial Park, Ontario	209-218
CHAPDELAINÉ, G. & A. BOURGET. Distribution, abondance et fluctuations des populations d'oiseaux marins de l'archipel de Mingan (golfe du Saint-Laurent, Québec)	219-227
RILEY, J. L. The vascular flora of Akimiski Island, James Bay, N.W.T.	229-235
MCNEILL, J. Taxonomic, nomenclatural and distributional notes on canadian weeds and aliens	237-244
COMTOIS, P. & A. LAROUCHE. Morphologie pollinique des Éricales du Québec ..	245-262
SEOANE, J.R., M.C. MORENO & P. GERVAIS. Évaluation nutritionnelle de six cultivars de la fléole des prés utilisés dans l'alimentation des ovins	263-269
DESCHÊNES, J.-M. & A. LÉGÈRE. Effet de la densité du chiendent et de la présence de l'orge sur la croissance du chiendent	271-277
VISSER, S.A., M. BISSON & P. COUTURE. Le bassin versant du lac Saint-Jean (Québec) : analyse et interprétation de la qualité des eaux	279-288
 ANALYSES ET COMMENTAIRES	
PLAMONDON, A.P. Écoulement et modification du couvert forestier	289-298
 COMMUNICATIONS BRÈVES	
LEWIS, D.J. & G.J. DOUCET. <i>Leanaea cruciata</i> (SeSueur) (Copepoda: Lernaeidae) from <i>Ambloplites rupestris</i> (Rafinesque) (Perciformes: Centrarchidae) in lac Saint-Louis, Québec	299-300
CHADWICK, E.M.P. & W.J. BRUCE. Range extension of steelhead trout (<i>Salmo gairdneri</i>) in Newfoundland	301-303
COMTOIS, P. Extraction du pollen des mousses de surface à l'aide de l'acide sulfurique	305-308

LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

VOLUME 108

NUMÉRO 4

1981



LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR

GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

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

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

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

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*

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

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

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

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

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

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement n° 1768

Dépôt légal — Quatrième trimestre 1961. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa

ELEVEN YEARS OF CHANGE IN THE SPECIES COMPOSITION OF PERMANENT QUADRATS IN DECIDUOUS FOREST ON MONT ST-HILAIRE, QUÉBECP.G. HOLLAND¹*Department of Geography, McGill University, Montréal H3A 2B2***Résumé**

Au cours des saisons de croissance de 1969-1971 et de 1976-1979, l'auteur a relevé les plantes vasculaires présentes dans deux séries de peuplements (I et II) de quadrats permanents de 1 m² situés dans une forêt décidue mature sur le mont Saint-Hilaire (Québec). Pendant la période d'observations de 11 ans, le nombre moyen d'espèces par quadrat a oscillé étroitement autour de 10 espèces dans le peuplement I et de 8 espèces dans le peuplement II. Cependant, durant cette période, des changements importants se sont produits dans la composition spécifique de chaque quadrat permanent. Entre 1969 et 1979, les quadrats du peuplement I ont connu un taux de remplacement des espèces de 24% en moyenne et ceux du peuplement II, de 18%. Les quadrats situés dans les sections du peuplement I dont l'environnement est plus dynamique avaient une richesse spécifique inférieure à la moyenne et un taux de remplacement supérieur à la moyenne. Les quadrats situés dans les sections plus stables avaient une flore plus riche avec un taux de remplacement plus faible. De ce point de vue, les deux séries de quadrats permanents se sont conformées aux prédictions de la théorie de la biogéographie insulaire.

Abstract

The vascular plants of two sets of permanent 1 m² quadrats (Stands I and II) in mature deciduous forest vegetation on Mont St-Hilaire, Québec, were listed during the growing seasons of 1969 to 1971, and 1976 to 1979. Average numbers of species per quadrat oscillated narrowly about 10 species (Stand I) and 8 species (Stand II) over the eleven years period of field observations. During that time, however, there were marked changes in the species compositions of permanent quadrats. Between 1969 and 1979, the quadrats of Stand I experienced an average 24% turnover in species composition, and the corresponding statistic for Stand II was 18%. Quadrats in environmentally dynamic parts of Stand I had smaller than average values of species richness, and greater than average rates of turnover. Those in more environmentally stable areas had richer floras with smaller rates of turnover. In these respects, both sets of permanent quadrats conformed to the predictions of island biogeographic theory.

Introduction

Despite ecologists' interest in vegetation dynamics (Knapp, 1974) the literature contains few quantitative accounts of change, over periods of several years, in the species composition of known areas (Beetink, 1979).

Amongst the reasons for this, two stand out. Although there have been several recent reviews of succession theory — Drury & Nisbet's (1973) essay is particularly fine — few conclusions are either sufficiently explicit or sufficiently restricted in scope to be treated as falsifiable hypotheses for field

¹ Present address: Department of Geography, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand
Naturaliste can., 108: 311-323 (1981).

assessment. Secondly, few plant ecologists have the resources to undertake longterm programmes of field observation in benchmark stations. Given recent developments in an allied area of animal ecology, however, it is tempting to observe that these two explanations may be interdependent: whereas imprecise statements of theory tend to inhibit research, strong theory acts as a spur.

To date, plant ecologists have given greater attention to seral stages than to the qualities of either climax or near-climax communities. Succession theory suggests (Kauppi *et al.*, 1978), however, that in areas of mature vegetation there should be only negligible change over time in either species richness or species composition. It is nevertheless remarkable that even such basic notions have seldom been evaluated with the observations of longterm experiments.

Several animal ecologists, mostly members of the island biogeography school of MacArthur & Wilson (1967), have proposed and tested experimentally a number of hypotheses concerning the dynamics of equilibrium (= mature) ensembles. It is my contention that their theories may refresh plant ecologists' approaches to the study of vegetation dynamics.

Of the predictions of the island biogeography model, only three will be considered here: first, that mature systems are better characterized by species richness than by species identity; second, that although species composition may change with time, it does so without effect on species richness; and, third, that different habitats are distinguished by both species richness and rate of change in species composition. The research strategy involved in assessing these proposals consists of taking regular censuses of the biotas of defined areas.

To those ends, permanent quadrats were pegged in late winter, 1969, in mature deciduous forest on Mont St-Hilaire, Québec. It was intended that these quadrats would be checked at regular intervals, over a number of years, to provide annual listings of their vascular plants. The needs for repeated censuses of species in the permanent quadrats, and the resolution of such ecologically important microhabitats as snowmelt channels and blowdown mounds with their associated pits, required one square metre quadrats. It proved virtually impossible to list

plants frequently in larger areas without damage to young shoots.

Field areas

Two suitable stands were located in mature beech (*Fagus grandifolia*) and sugar maple (*Acer saccharum*) forest which had been neither cutover nor grossly disturbed this century. One area (Stand I) contained 137 evenly spaced quadrats over an area of 1.75 ha and the other (Stand II) had 90 over 1.05 ha. Their canopy trees had 75 to 180 wood rings, but these numbers give only a conservative estimate of stand age, since heart rot was prevalent.

Each stand had a 10-12 m canopy dominated by beech and sugar maple, with scattered white ash (*Fraxinus americana*), oak (*Quercus rubra*), red maple (*Acer rubrum*) and hemlock (*Tsuga canadensis*). In Stand II, the latter species, in association with red maple, dominated the forest cover of approximately 0.2 ha. The field layers of each stand contributed the bulk of the species: 75% and 65%, respectively, of the floras of Stands I and II. Like many other areas of beech and sugar maple forest in the Montegian Hills of southern Québec, both stands lacked continuous, floristically diverse shrub layers. Shrubby plants tended to be more common in damper ground, with *Amelanchier*, *Prunus* and *Viburnum* the most important genera.

Stand I included a sufficiently broad range of habitats for its 137 permanent quadrats to be assigned to smaller groups. The following division was given by the results of a formal mathematical analysis of the 1969 quadrat composition data (Holland, 1971), and field observations made in subsequent years confirmed its merits:

- i Seasonally flooded, virtually level, ground with often thick (5 to 35 cm) organic soils over saturated sand and gravel layers-42 quadrats.
- ii Moderate slopes (15 to 25°) with 2 to 50 cm of coarse texture soils over either basalts or slopewash sands and gravels-24 quadrats.
- iii Steep slopes (greater than 25°) with patches of thin, coarse texture soils between hardrock outcrops and boulders-17 quadrats.
- iv Gently sloping terraces (5 to 10°) on deep fluvio-glacial gravels with well-drained, coarse texture soils and a microrelief of pits and mounds-54 quadrats.

Stand II occupied a low hill and extended from a narrow boggy depression, over a broad band of occasionally steep sloping land (15 to 40°) with numerous outcrops of basalt, to a gently sloping convex crest underlain by a basaltic sill. This area was ecologically less heterogeneous than Stand I and was, accordingly, not subdivided into smaller groups of quadrats.

Both sets of quadrats were checked at intervals of between two and three weeks during the snowfree months of 1969, 1970, 1971, 1976, 1977, 1978 and 1979. On each such occasion the vascular plants of every quadrat were identified. From these observations master lists were assembled of species found at least once in each quadrat during the particular year. Seedlings which failed to develop secondary leaves were excluded from annual listings. These lists provided the data for the analyses described in this paper. Over the eleven years period of field study, 96 species were encountered at various times in the permanent quadrats of Stand I, and 64 species in those of Stand II.

Results

SPECIES RICHNESS

From 1969 to 1979, between 81 and 89 vascular plant species were found in any census year over the permanent quadrats of Stand I, and between 51 and 56 species over those of Stand II (see Appendix for detail: the taxonomical nomenclature follows Gleason & Cronquist, 1963). The aggregated floras of Stands I and II appear to have stabilized at, respectively, 82 and 54 species in any year. For each census year mean numbers of species per quadrat tended to cluster around 10 species — rounded to the nearest whole number — for Stand I and 8 for Stand II (Fig. 1). Over the eleven years period of field observations there were fluctuations in the values of this statistic. The Stand I averages for 1969 and 1970 differed significantly, at the $P_{0.01}$ level, from those of the other five census years, but none of the means for Stand II was statistically different from the other yearly averages for that stand. It can be concluded, therefore, that both sets of quadrats had essentially invariable values for mean species richness over the eleven years period of field observations.

SPECIES COMPOSITION

There were notable changes in species composition in both sets of permanent qua-

drats. With the exception of *Verbascum* sp., a native of Eurasia, species not encountered in permanent quadrats in a particular year were always seen elsewhere in their respective stands. Although mean species richness for Stand I in 1969 was 11.2 species, an average of 12.2 species were found in the first two years: i.e. 1969 plus 1970. For 1969 to 1971, inclusive, the average accumulated flora was 13.1 species per quadrat. Because neither stand was surveyed between 1972 and 1975, computed mean numbers of species accumulated by the 1976 and subsequent censuses are almost certainly too small (Fig. 1): species which first appeared in a particular quadrat in 1972, but which had disappeared by 1976, would not show on master lists for the 1976 to 1979 censuses. Despite these limitations the field observations indicated a sizeable number of additions to individual quadrat floras. The relatively steady values for mean species richness (Fig. 1) signify, however, that additions to particular quadrat floras were virtually balanced by losses.

A useful measure of change in species composition is the turnover ratio. This statistic, which is widely used in island biogeographic research (Brown & Kodric-Brown, 1977; Diamond, 1969; Heatwole & Levins, 1972) is the ratio of two values. The numerator is the sum of species unique to the first census plus the number unique to the second. The denominator is the sum of the species in both censuses. It ranges between zero, when the two listings reveal identical floras for the quadrat in question, and unity, when none of the species recorded in one census is noted in the other.

Turnover ratios were computed for every quadrat in both stands over each of the 21 possible intervals between census years. For all comparisons between pairs of censuses, average per quadrat turnover ratios (t_i) were calculated and plotted against time (i years).

Computed values of t_1 (Fig. 2) ranged between 0.07 and 0.14 for Stand I, and between 0.06 and 0.10 for Stand II. For $i = 10$ years, the longest interval between censuses, average turnover ratios were 0.24 and 0.18 for Stands I and II, respectively. The greater spread in t_i values for short intervals between censuses is not surprising. As most quadrats had only small floras — typically between 5 and 14 species — the replacement of even one species had great effect on the value of the turnover ratio. In addition, many

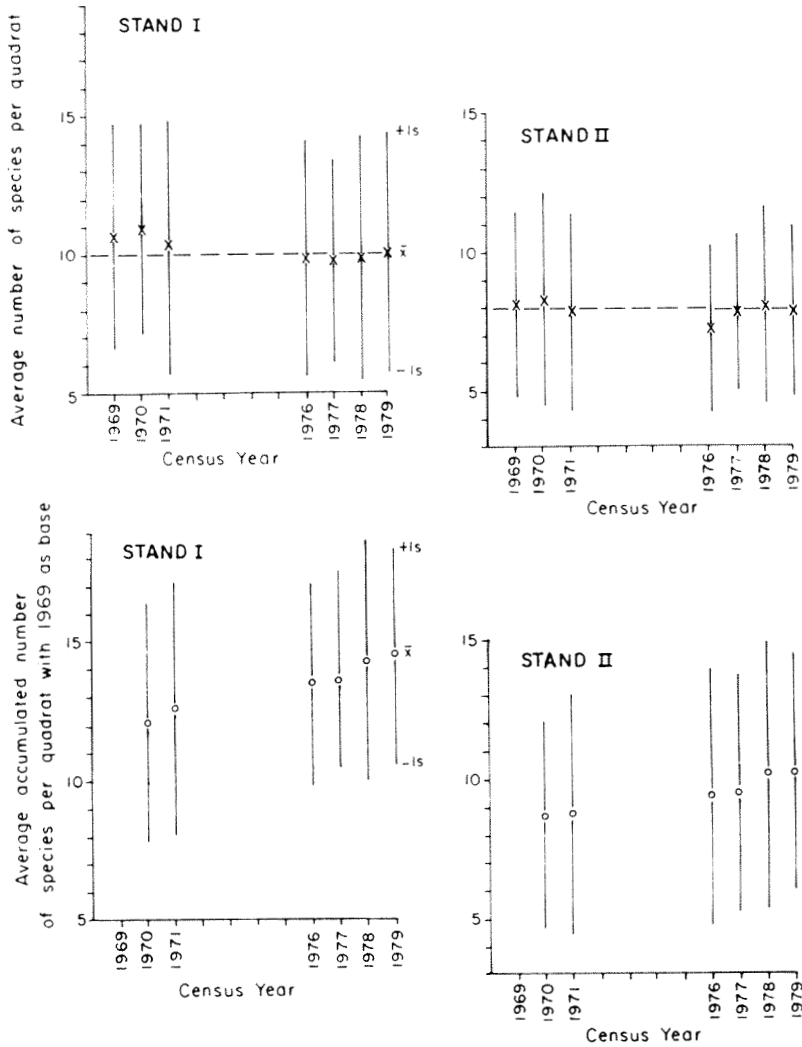


Figure 1. Temporal changes in average numbers of species per 1 m² quadrat (crosses), and in average accumulated numbers of species per quadrat (circles), for Stands I and II on Mont St-Hilaire. Arithmetic means and + / - one standard deviation values are shown. The pecked horizontal lines depict overall average values of species richness — rounded to the nearest whole number — for each stand.

quadrats showed no change in species composition from one year to the next, thus ensuring frequent zeros in the sets of numbers from which mean turnover ratios were calculated. Conversely, for intervals of four or more years between censuses, zeros were seldom encountered and there were few extreme values.

When one-tail statistical tests were conducted it was generally found that the null hypothesis of no significant difference be-

tween pairs of t_i values could be rejected at the $P_{0.01}$ level whenever time between the two censuses was greater than one year. Although neither set of t_i values showed either a levelling out or a return to smaller mean turnover ratios, change in t_i diminished with increasing time between censuses. Many more years of observations are required, however, before the strict mathematical form of the relationship between t_i and time (i years) can be specified with any certainty,

hence only sketched curves on Fig. 2 to indicate temporal trends.

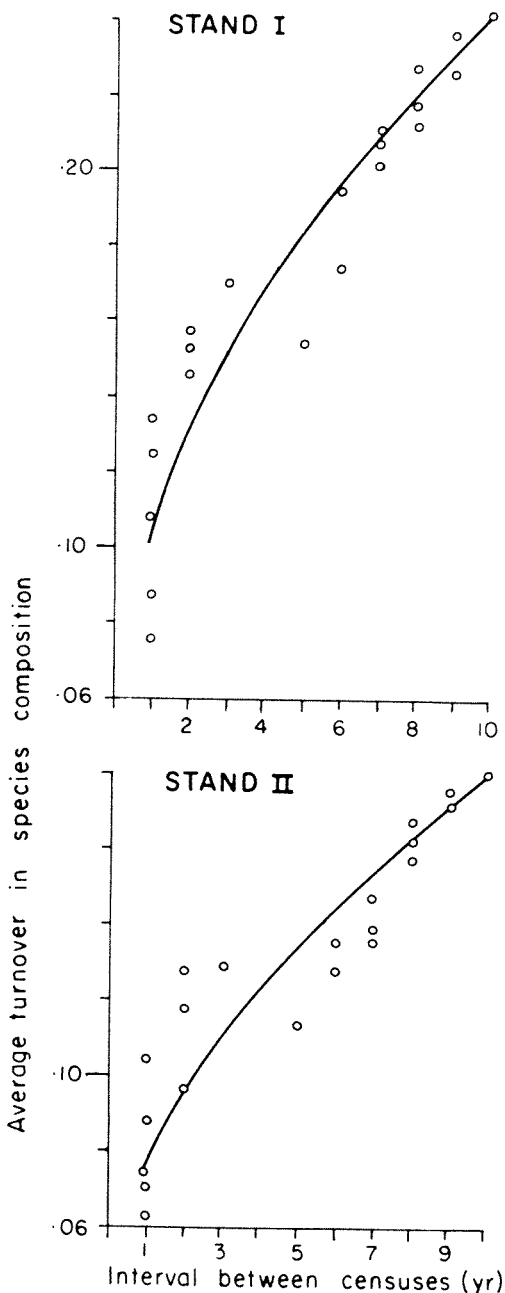


Figure 2. Average turnover in species composition of permanent 1 m² quadrats in Stands I and II, for all possible comparisons between the seven census years. The sketched curves indicate temporal trends in average per quadrat turnover in species composition.

HABITAT EFFECTS

The permanent quadrats of all four habitat divisions of Stand I showed considerable variations in mean species richness. The 42 in seasonally flooded ground (Group i) had means ranging between 9.0 and 11.5 species per quadrat. For Group (ii), on gentle slopes, the means ranged between 7.2 and 9.1 species per quadrat. The corresponding statistics for quadrats on steep rubbly slopes (Group iii) were 8.9 to 10.5 species per quadrat. And the set of 54 quadrats on the fluvio-glacial terrace (Group iv) had means ranging between 9.9 and 12.0 species per quadrat.

All 21 possible values of mean per quadrat turnover were computed for the four habitat divisions of Stand I (Fig. 3). Quadrats in seasonally flooded ground and on the gentle slopes had generally larger than average values of this statistic. Quadrats on steep rubbly slopes and on the fluvio-glacial terrace typically had smaller turnover ratios.

Because of changes in base flow, some Group (i) quadrats were underwater for an entire growing season yet fully exposed the following year. Further, deposition of detritus during spring melt, and channel scouring at virtually all times of the year, made this a notably dynamic habitat for all but deeply rooted saplings and mature trees. In contrast to this, the fluvio-glacial terrace (Group iv) was ecologically stable, with only the occasional wind-lodged tree creating novel environmental conditions.

Although quadrats on sloping ground (Groups ii and iii) were subjected to a variety of environmental forces, they did not experience the more extreme events of the Group (i) quadrats. Some years, when springs continued flowing until late July or August, these quadrats were well supplied with water. Other years, forest tree blowdown exposed mounds of gravel and coarse sand. Because of soil creep on the often steep slopes, such mounds seldom lasted more than four or five years, and with their passing went the localized suites of herbs they supported.

These data imply that quadrats in environmentally dynamic habitats on Mont St-Hilaire have, on average, smaller floras with greater turnover in species composition.

Conclusions

Over the eleven years period of field work there were marked changes in the floras of

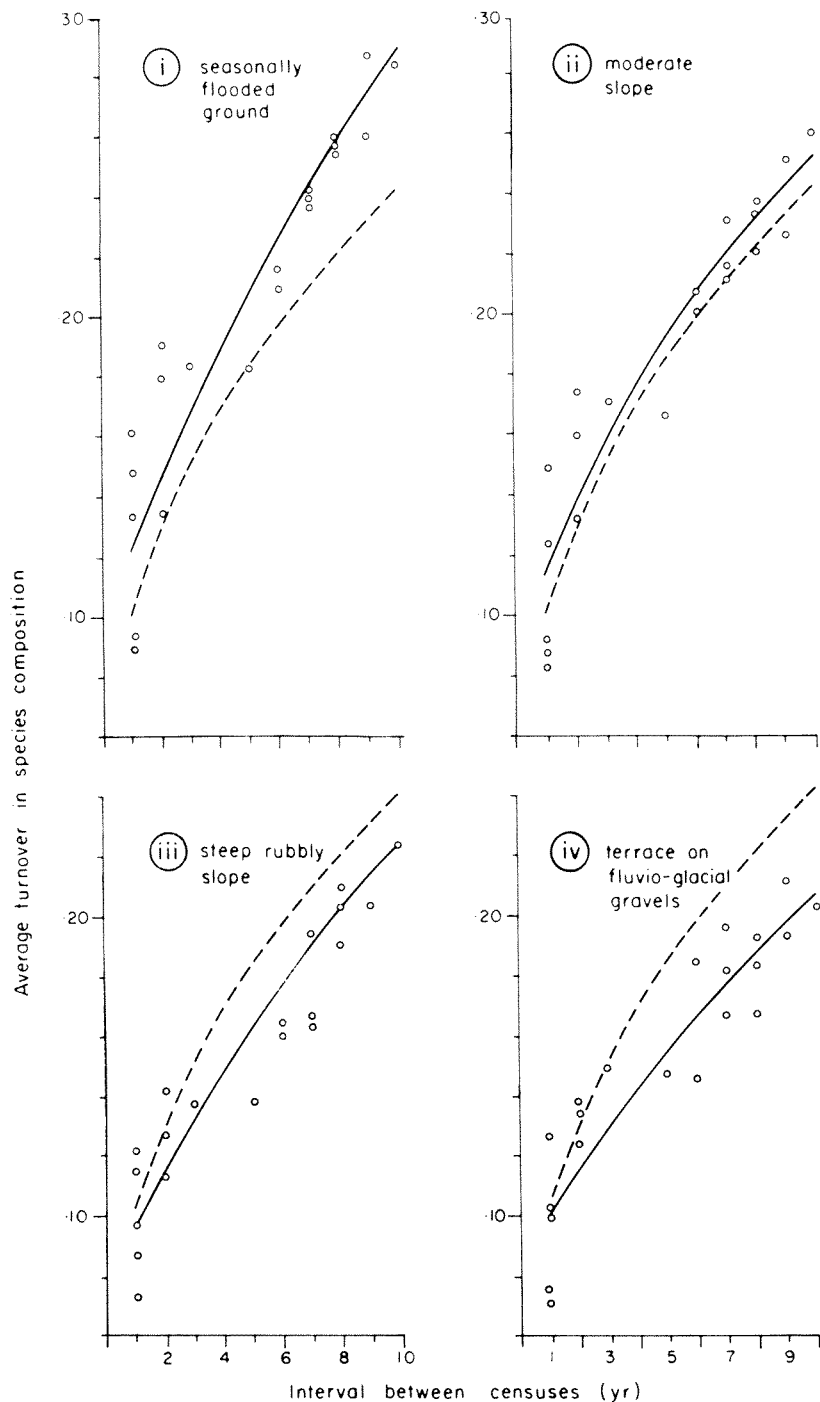


Figure 3. Average turnover in species composition of permanent 1 m² quadrats in Stand I, grouped by habitat division: (i) seasonally flooded ground; (ii) 15-25° slopes with coarse texture soils; (iii) slopes steeper than 25° with thin patchy coarse texture soils; (iv) 5-10° sloping terrace on deep fluvio-glacial gravels. The solid lines indicate temporal trends in turnover, by habitat division, between 1969 and 1979. For comparison, the curve for Stand I as a whole (ref. Fig. 2) is shown as a broken line on each graph.

both sets of permanent quadrats. Despite this, there was essentially no change in the total flora of each stand, and mean species richness varied only slightly from one year to the next.

Similar research done in a comparable vegetation type in Sweden (Malmer *et al.*, 1978) documented floristic changes between 1918 and 1976. The area studied had been regularly cutover until 1914-16. Little wonder, therefore, that as the canopy closed and a more homogeneous vegetation developed, quadrat floras declined from 256 species in 1925, to 204 in 1935, and to 149 in 1970. Ash & Barkham (1976) found similar changes in the field layers of coppiced deciduous woods in England. There, mean species richness reached evidently stable values after about 30 years.

In the respect of constant values for mean species richness, the two sets of quadrats on Mont St-Hilaire conform to the predictions of both succession theory and the equilibrium island biogeography model for mature systems. The latter body of theory, however, is valuable in that it offers reasons for the observed variations in species composition.

In island biogeography theory, two concepts assume positions of great importance: first, that mature systems are characterized by equilibrium numbers of species and, secondly, that even mature systems show turnover in species composition. Considerable efforts have been expended in finding support for these notions. Diamond (1969) reported close agreement between numbers of breeding bird species on nine islands off the California coast during censuses taken in 1917 and 1968. Stable values of species richness were also recognized by Heatwole & Levins (1972) on a sandbar island in the Caribbean. By monitoring the arthropods of thistle 'islands' before and at intervals after artificial removal of all insect species, Brown & Kodric-Brown (1977) demonstrated that plant 'islands' supported equilibrium numbers of arthropods.

Turnover in species composition has proven difficult to demonstrate from field observations. Simberloff & Wilson's (1969) now classic study still provides the strongest support for the notion. In another field experiment Molles (1978) was unable to detect statistically significant differences between reef habitats in the respect of species turnover. Nilsson & Nilsson (1978), however,

concluded that their observations from deciduous forested islands created when a lake was artificially raised are consistent with the general prediction that turnover rates are inversely proportional to island area.

Island biogeography theory suggests that turnover rates should lessen as the system approaches maturity. Holland (1978) found that the following equation

$$t_i = t_1 (1 + t_1)^{i-1}$$

gave a good account of mean per quadrat turnover (t_i) in species composition in Stands I and II on Mont St. Hilaire over the seven years between 1969 and 1976. Assuming a t_1 value of 0.05 (this is equivalent to, on average, an annual replacement of 5% of the species in every quadrat of the stand) it follows that none of the species found in each quadrat during the initial census should remain after approximately 60 years, this being the time required for t_i to reach unity. The corresponding estimate for $t_1 = 0.10$ is 25 years.

These predictions are difficult to support since the Mont St-Hilaire woods are not in an early successional state. One-for-one substitutions for several forest herb species may be feasible, but the regional tree flora is not large enough for present canopy species to be replaced by others now growing in adjoining parts of the forest. The more likely thing is for values of t_i either to vary in a cyclic fashion, or to tend to some value smaller than unity.

Wilson (1969) proposed that with time an interactive equilibrium mixture of species should be synthesized in which turnover would be small. The results from Mont St-Hilaire neither support nor refute that view since they come from studies in small quadrats only. Following island biogeography theory we can predict that smaller values of t_i would be observed in quadrats larger than those used in this research. For Wilson's proposal to be fairly assessed it will be necessary to conduct regular annual censuses of plants in nested quadrats, of which the largest may need to be at least 50 m².

Island biogeography theory, with its focus on quantitative properties of ecosystems, may be a useful adjunct to succession theory in plant ecology. Of the three propositions addressed in this essay, the first two seem readily acceptable. First, for both study areas in the mature deciduous forests of Mont St-Hilaire, mean species richness

remained essentially constant over the eleven years period of field observations in permanent quadrats. Second, despite the evidently stable values of mean species richness, both sets of quadrats experienced significant changes in species composition, with 24% and 18% turnover, respectively, for the quadrats of Stands I and II between 1969 and 1979. The third prediction concerned possible habitat effects. Quadrats in ecologically dynamic sites in Stand I, when compared with the stand as a whole, had smaller than average floras with greater than average rates of turnover. Quadrats in less dynamic environments tended to have larger floras with smaller turnover. Until the strict mathematical form of the relationship between turnover and time can be specified, however, it might be better to reserve judgment on the merits of this prediction.

Acknowledgments

I acknowledge financial support from the National Research Council of Canada. The diagrams were drafted in the cartography unit of the Department of Geography, University of Canterbury. Mrs M. Harbert of the McGill University Herbarium confirmed species identifications.

References

- ASH, J.E. & J.P. BARKHAM, 1976. Changes and variability in the field layer of a coppiced woodland in Norfolk, England. — *J. Ecol.*, 64: 697-712.
- BEEFTINK, W.G., 1979. Vegetation dynamics in retrospect and prospect: Introduction to the proceedings of the second symposium of the working group on succession research on permanent plots. — *Vegetatio*, 40: 101-105.
- BROWN, J.H. & A. KODRIC-BROWN, 1977. Turnover rates in insular biogeography: Effect of immigration on extinction. — *Ecology*, 58: 445-449.
- DIAMOND, J.M., 1969. Avifaunal equilibria and species turnover rates on the Channel Islands of California. — *Proc. natn. Acad. Sci.*, 64: 57-63.
- DRURY, W.H. & I.C.T. NISBET, 1973. Succession. — *J. Arnold Arbor.*, 54: 331-368.
- GLEASON, H.A. & A. CRONQUIST, 1963. Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada. — Van Nostrand, Princeton, 810 p.
- HEATWOLE, H. & R. LEVINS, 1972. Biogeography of the Puerto Rican Bank: Species-turnover on a small cay, Cayo Ahogado. — *Ecology*, 54: 1042-1055.
- HOLLAND, P.G., 1971. Seasonal change in the plant patterns of deciduous forest in southern Québec, Canada. — *Oikos*, 22: 137-148.
- HOLLAND, P.G., 1978. Species turnover in deciduous forest vegetation. — *Vegetatio*, 38: 113-118.
- KAUPPI, P., P. HARI & S. KELLOMÄKI, 1978. A discrete time model for succession of ground cover communities after clear cutting. — *Oikos*, 30: 100-105.
- KNAPP, R. (ed.), 1974. Vegetation dynamics. — Dr W. Junk, The Hague, 364 p.
- MACARTHUR, R.H. & E.O. WILSON, 1967. The theory of island biogeography. — Princeton Univ Press, Princeton, 203 p.
- MALMER, N., L. LINDGREN & S. PERSSON, 1978. Vegetational succession in a south Swedish deciduous wood. — *Vegetatio*, 36: 17-29.
- MOLLES, M.C., 1978. Fish species diversity on model and natural reef patches: experimental insular biogeography. — *Ecol. Monogr.*, 48: 289-305.
- NILSSON, S.G. and I.N. NILSSON, 1978. Species richness and dispersal of vascular plants to islands in Lake Möckeln, southern Sweden. — *Ecology*, 59: 473-480.
- SIMBERLOFF, D.S. & E.O. WILSON, 1969. Experimental zoogeography of islands: The colonisation of empty islands. — *Ecology*, 50: 278-296.
- WILSON, E.O., 1969. The species equilibrium. — *Brookhaven Symp. Biol.*, 22: 38-47.

APPENDIX

Vascular floras of Stands I and II for each of the seven census years :
 numbers of permanent quadrats with the named species are tabulated

	<i>Stand I (137 permanent quadrats)</i>							<i>Stand II (90 permanent quadrats)</i>						
	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979
PTERIDOPHYTA														
Equisetaceae														
<i>Equisetum hyemale</i> L.	10	10	9	8	9	9	9	—	—	—	—	—	—	—
Lycopodiaceae														
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	1	1	1	1
Ophioglossaceae														
<i>Botrychium simplex</i> E. Hitch.	2	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<i>B. virginianum</i> (L.) Sw.	3	3	1	1	2	3	3	0	0	0	0	0	0	1
Polypodiaceae														
<i>Adiantum pedatum</i> L.	3	3	4	4	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Asplenium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	6	6	7	6	6	8	8	0	0	0	1	1	1	1
<i>Cystopteris bulbifera</i> (L.) Bernh.	0	0	0	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dryopteris marginalis</i> (L.) Gray	2	2	2	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Matteucia struthiopteris</i> (L.) Todaro	1	2	2	3	3	4	3	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polystichum acrostichoides</i> (Michx.) Schott.	18	18	18	18	16	20	19	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	—	—	—	—	—	—	—	19	18	20	17	18	17	14
SPERMATOPHYTA														
Aceraceae														
<i>Acer pensylvanicum</i> L.	6	7	9	7	6	5	6	51	56	54	52	53	54	53
<i>A. rubrum</i> L.	2	1	1	1	1	0	0	25	29	27	26	28	27	26
<i>A. saccharum</i> Marsh.	134	134	133	132	132	134	134	49	52	46	47	62	60	57
<i>A. spicatum</i> Lam.	8	6	9	8	8	6	4	11	12	10	10	15	25	21
Araceae														
<i>Arisaema triphyllum</i> (L.) Schott.	28	36	21	29	31	37	39	4	4	2	3	2	6	5
Araliaceae														
<i>Aralia nudicaulis</i> L.	26	28	22	20	21	22	19	29	32	33	26	27	25	23
<i>Panax trifolium</i> L.	1	1	1	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—

	Stand I (137 permanent quadrats)							Stand II (90 permanent quadrats)						
	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979
Aristolochiaceae														
<i>Asarum canadense</i> L.	11	14	16	17	12	17	19	—	—	—	—	—	—	—
Balsaminaceae														
<i>Impatiens biflora</i> Walt.	17	23	26	25	21	19	19	0	1	2	1	0	0	0
Berberidaceae														
<i>Caulophyllum thalictroides</i> (L.) Michx.	51	50	51	50	48	51	54	—	—	—	—	—	—	—
Betulaceae														
<i>Betula lutea</i> Michx. f.	9	9	8	8	7	6	6	1	1	1	3	1	0	0
<i>B. papyrifera</i> Marsh.	12	12	11	10	11	11	9	10	10	10	10	11	10	9
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch.	5	8	8	6	7	5	5	8	8	8	8	7	9	9
Caprifoliaceae														
<i>Diervilla lonicera</i> Mill.	1	1	1	1	1	1	1	7	8	7	6	7	7	7
<i>Linnaea borealis</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1	2	2	2
<i>Lonicera canadensis</i> Marsh.	1	1	1	1	1	1	0	8	8	9	9	10	11	10
<i>Lonicera</i> sp.	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sambucus canadensis</i> L.	3	4	4	3	4	3	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Viburnum acerifolium</i> L.	1	1	2	2	2	3	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>V. alnifolium</i> Marsh.	1	1	1	1	2	2	2	5	4	4	4	5	5	4
Compositae														
<i>Aster acuminatus</i> Michx.	6	9	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5
<i>A. cordifolius</i> L.	11	10	9	9	8	12	10	3	4	3	2	3	4	3
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	20	19	11	10	7	8	8	7	5	4	3	2	2	3
<i>Prenanthes altissima</i> L.	23	24	24	24	23	22	21	2	2	2	2	2	2	3
<i>Solidago caesia</i> L.	35	36	35	30	31	28	27	2	2	2	2	2	2	2
<i>S. flexicaulis</i> L.	1	1	1	1	2	3	3	—	—	—	—	—	—	—
Cornaceae														
<i>Cornus canadensis</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1
Cruciferae														
<i>Dentaria diphylla</i> Michx.	0	1	1	0	0	0	1	—	—	—	—	—	—	—
Cupressaceae														
<i>Thuja occidentalis</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	2	2	2
Cyperaceae														
<i>Carex communis</i> Bailey.	12	16	16	16	15	15	14	10	11	9	8	9	11	10
<i>C. pedunculata</i> Muhl.	25	23	19	18	13	14	16	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. plantaginea</i> Lam.	3	3	3	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. platyphylla</i> Carey.	12	14	14	13	12	13	15	—	—	—	—	—	—	—
Ericaceae														
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Bart.	—	—	—	—	—	—	—	4	5	4	3	3	2	2
<i>Monotropa uniflora</i> L.	4	2	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0

	Stand I (137 permanent quadrats)							Stand II (90 permanent quadrats)						
	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0	0	0	0	0
<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.	—	—	—	—	—	—	—	37	34	33	32	33	29	29
Fabaceae														
<i>Amphicarpa bracteata</i> (L.) Fern.	11	17	10	9	8	6	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Desmodium</i> sp.	1	1	1	1	1	2	3	—	—	—	—	—	—	—
Fagaceae														
<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.	123	125	125	123	123	123	122	46	46	46	43	45	48	48
<i>Quercus rubra</i> L. (nom. ambig.)	25	24	21	23	21	20	19	70	69	68	67	66	67	67
Fumariaceae														
<i>Dicentra cucullaria</i> (L.) Bernh.	17	19	19	20	19	18	23	—	—	—	—	—	—	—
Graminae														
<i>Agrostis perennans</i> (Walt.) Tuckerm.	9	10	6	4	5	4	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Danthonia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	2	2	1
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	2	3	2
<i>Glyceria</i> sp.	6	5	6	4	5	4	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oryzopsis asperifolia</i> Michx.	12	12	14	12	12	13	14	17	15	15	14	16	15	14
Juglandaceae														
<i>Juglans cinerea</i> L.	2	2	2	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—
Labiataeae														
<i>Scutellaria laterifolia</i> L.	1	1	0	2	2	0	0	—	—	—	—	—	—	—
Liliaceae														
<i>Clintonia borealis</i> (Ait.) Raf.	0	0	0	1	1	0	0	5	5	5	6	7	7	10
<i>Erythronium americanum</i> Ker.	57	60	60	63	59	59	58	—	—	—	—	—	—	—
<i>Maianthemum canadense</i> Desf.	20	21	20	19	20	20	19	55	55	53	48	54	51	49
<i>Medeola virginiana</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	7	9	7	5	4	5	7
<i>Polygonatum pubescens</i> (Wild.) Pursh.	18	21	17	19	17	20	19	11	10	12	10	12	13	13
<i>Smilacina racemosa</i> (L.) Desf.	6	7	7	6	6	5	5	1	1	0	0	0	0	1
<i>Streptopus roseus</i> Michx.	4	5	4	5	5	5	3	3	6	6	3	7	5	4
<i>Trillium erectum</i> L.	23	24	28	22	25	25	34	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. grandiflorum</i> (Michx.) Salisb.	96	100	100	95	94	98	99	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. undulatum</i> Willd.	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	3	4	3	6
<i>Uvularia grandiflora</i> Sm.	16	17	12	11	13	13	14	4	5	6	7	8	7	8
Oleaceae														
<i>Fraxinus americana</i> L.	11	14	10	9	10	6	6	2	1	0	0	3	0	0
<i>F. nigra</i> Marsh.	1	2	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Onagraceae														
<i>Circaea alpina</i> L.	2	5	3	3	2	2	3	1	1	0	0	0	0	1
<i>C. quadrisulcata</i> (Maxim.) Franch. & Sav.	4	3	4	4	6	7	9	—	—	—	—	—	—	—

	Stand I (137 permanent quadrats)							Stand II (90 permanent quadrats)						
	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979
Orchidaceae														
<i>Corallorhiza maculata</i> Raf.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	13	14	10	6	6	7	8
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.	39	37	25	17	19	23	23	3	4	2	2	2	4	3
<i>Habenaria hyperborea</i> (L.) R.Br.	4	2	2	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
Orobanchaceae														
<i>Epifagus virginiana</i> (L.) Bart.	9	4	0	0	0	0	0	3	1	0	1	2	0	0
Papaveraceae														
<i>Sanguinaria canadensis</i> L.	6	9	8	6	7	7	6	—	—	—	—	—	—	—
Pinaceae														
<i>Pinus resinosa</i> Ait.	—	—	—	—	—	—	—	12	13	14	11	11	10	9
<i>P. strobus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	3	4	4	4	3	3	4
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.	1	1	1	1	1	1	1	70	80	69	69	70	69	68
Portulacaceae														
<i>Claytonia caroliniana</i> Michx.	54	59	59	48	49	39	45	1	1	1	2	0	0	1
Primulaceae														
<i>Trientalis borealis</i> Raf.	0	0	1	0	1	1	0	13	12	10	11	15	15	17
Ranunculaceae														
<i>Actaea alba</i> (L.) Mill.	18	21	21	25	21	28	28	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coptis trifolia</i> (L.) Salisb.	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	1	1	1
<i>Hepatica acutiloba</i> DC.	30	31	28	28	26	28	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus abortivus</i> L.	1	1	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<i>R. recurvatus</i> Poir.	3	2	2	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thalictrum dioicum</i> L.	53	62	57	57	56	53	58	—	—	—	—	—	—	—
Rosaceae														
<i>Amelanchier laevis</i> Wieg.	1	1	1	1	0	0	0	29	29	28	27	26	25	27
<i>Amelanchier</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	22	23	20	21	23	22	22
<i>Prunus</i> sp.	1	1	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus odoratus</i> L.	1	1	1	1	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
Rubiaceae														
<i>Galium</i> sp.	7	9	8	6	7	4	5	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mitchella repens</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	10	11	11	10	9	9	9
Salicaceae														
<i>Populus grandidentata</i> Michx.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	1	0	0
Saxifragaceae														
<i>Chrysosplenium americanum</i> Schw.	2	2	2	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mitella diphylla</i> L.	4	5	4	3	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tiarella cordifolia</i> L.	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1

	Stand I (137 permanent quadrats)							Stand II (90 permanent quadrats)						
	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979	1969	1970	1971	1976	1977	1978	1979
Scrophulariaceae														
<i>Verbascum</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
Taxaceae														
<i>Taxus canadensis</i> Marsh.	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Tiliaceae														
<i>Tilia americana</i> L.	16	20	21	16	17	14	18	—	—	—	—	—	—	—
Ulmaceae														
<i>Ulmus americana</i> L.	2	3	2	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Umbelliferae														
<i>Osmorhiza claytonii</i> (Michx.) Clarke.	36	40	42	35	35	43	46	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sanicula trifoliata</i> Bickn.	8	8	5	7	6	6	6	—	—	—	—	—	—	—
Urticaceae														
<i>Laportea canadensis</i> (L.) Wedd.	10	13	12	13	12	12	12	0	0	0	0	1	1	1
Violaceae														
<i>Viola canadensis</i> L.	26	30	27	23	23	21	21	—	—	—	—	—	—	—
<i>V. eriocarpa</i> Schw.	11	13	12	12	13	13	10	—	—	—	—	—	—	—
<i>V. pallens</i> (Banks) Brainerd.	8	7	7	7	7	5	5	1	1	1	1	1	1	1
<i>V. pubescens</i> Ait.	8	7	7	6	7	7	6	—	—	—	—	—	—	—
<i>V. selkirkii</i> Pursh.	0	0	0	0	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Numbers of species found over the permanent quadrats of the stand	89	89	82	83	83	81	81	56	56	51	54	55	52	56

RÉGIMES ALIMENTAIRES DE *BUFO AMERICANUS* (HOLBROOK) ET *RANA SYLVATICA* LECONTE (AMPHIBIA: ANURA) NOUVELLEMENT MÉTAMORPHOSÉS

R. LECLAIR Jr et L. VALLIÈRES

Groupe de recherche sur les insectes piqueurs, Département de chimie-biologie, Université du Québec
à Trois-Rivières, C.P. 500, Trois-Rivières, Québec G9A 5H7

Résumé

Une comparaison entre les régimes alimentaires de deux Anoures nouvellement métamorphosés est effectuée d'après une analyse de fréquence et de poids des proies ingérées. Les crapelets *Bufo americanus* Holbrook consomment nombre de petits invertébrés terrestres: Collemboles, Acariens, Hyménoptères proctotrupoidés et formicidés, Coléoptères staphylinidés et carabidés. En forêt mixte, Collemboles et Formicidés sont délaissés par les jeunes *Rana sylvatica* LeConte qui exploitent principalement mais en nombre restreint des larves de Lépidoptères, Aranéides, Coléoptères et Diptères adultes. Les différences de régimes alimentaires entre *Bufo* et *Rana* seraient manifestes dès après la métamorphose.

Abstract

A comparison of the food habits of two recently metamorphosed Anuran species is established through occurrence and weight analysis of stomach contents. Toadlets *Bufo americanus* Holbrook feed on numerous small terrestrial invertebrates: Collembola, Acarina, proctotrupoid and formicid Hymenoptera, and staphylinid and carabid Coleoptera. Froglets *Rana sylvatica* LeConte in mixed forests eat mostly, but in small number, lepidopterous larvae, spiders, adult Coleoptera and Diptera; Hymenoptera (Formicia) and Collembola are neglected. Diet differences between *Bufo* and *Rana* are evident soon after metamorphosis.

Introduction

Les travaux portant sur les habitudes alimentaires d'Amphibiens anoures juvéniles sont peu nombreux (v.g. Livezey, 1961; Whitaker, 1961; Jenssen & Klimstra, 1966; Linzey, 1967; Oplinger, 1967; Kramek, 1972; Loman, 1979; Bruneau & Magnin, 1980), comparativement à ceux qui en traitent chez les adultes (cf. Porter, 1972). Plus rares encore sont les travaux touchant l'alimentation des anoures dans les premiers jours suivant la métamorphose (Munz, 1920; Smith & Bragg, 1949; Guyétant, 1967). À propos de l'alimentation des adultes, Inger & Marx (1961) et Clarke (1974) ont fait ressortir une intéressante distinction entre les Bufonidés et les Ranidés, les premiers consommant maintes petites proies, les seconds, quelques proies volumineuses. L'analyse qui suit du régime alimentaire des très jeunes crapauds d'Amérique (*Bufo americanus*) et grenouilles des bois (*Rana sylvatica*) vise à vérifier l'existence d'une distinction similaire pour des

individus nouvellement métamorphosés. Cette recherche tire son intérêt du fait qu'une partie importante de l'activité des crapelets a lieu de jour (FitzGerald & Bider, 1974) alors que les Bufonidés adultes appartiennent à la guilde (cf. Blondel, 1979, pour une discussion du concept) des consommateurs d'arthropodes nocturnes épigés (Clarke, 1974).

Matériel et méthodes

Au cours de l'après-midi ensoleillé du 4 juillet 1978, 50 *R. sylvatica* nouvellement métamorphosés et 43 crapelets *B. americanus* ont été capturés à la main dans une forêt mixte à la périphérie de la ville de Trois-Rivières-Ouest, Québec. En même temps, sur une sablière abandonnée adjacente à la forêt mixte, 25 autres crapelets étaient capturés; treize jours plus tôt (21 juin 1978, en fin d'avant-midi), 16 spécimens avaient été récoltés sur les berges des mares

de la sablière d'où ils venaient à peine d'achever leur métamorphose. Tous les spécimens ont été fixés dès leur capture dans une solution de formaldéhyde (10%) jusqu'à examen des contenus stomacaux.

Le poids humide et la longueur (rostre-urostyle) des anoures ont alors été mesurés et les proies ingérées identifiées au niveau de la famille sauf les Acariens et les Collembolles. Les proies ont été pesées sur une balance analytique une fois débarrassées de leur surplus de formaldéhyde par absorption sur papier-mouchoir. Après regroupement systématique des proies au niveau de l'ordre, les données sont agencées en fréquence (%) d'estomacs contenant telle catégorie de proies (méthode d'occurrence) et en pourcentage de poids que représente cette catégorie par rapport au poids total de toutes les proies ingérées (méthode gravimétrique). La méthode gravimétrique de présentation permet l'application sur les pourcentages pondéraux du test des rangs de Spearman (Fritz, 1974) et du test statistique de Hutcheson (Zar, 1974) qui compare les diversités (indices de Shannon-Weaver) de proies consommées. Les moyennes des divers paramètres mesurés sont comparées au moyen du test de *t* de Student; le degré de signification est $P < 0,01$ sauf avis contraire.

Résultats

Les poids et longueurs moyennes respectives des crapelets de la sablière et de la forêt ne diffèrent pas significativement entre eux ($P > 0,05$). Ils sont cependant plus grands ($P < 0,01$) que ceux des crapelets

associés aux berges des mares (tableau I). D'autre part, poids et longueurs moyennes des *R. sylvatica* nouvellement métamorphosées sont significativement plus grands que ceux des crapelets cohabitant dans la forêt.

L'analyse des contenus stomacaux révèle que les crapelets de la forêt ont un nombre de proies par estomac (7,9) plus grand que celui (3,4) des jeunes grenouilles des bois qui les côtoient dans le même habitat (fig. 1). La différence est significative. Le nombre moyen de proies par estomac est encore plus élevé (18,6) chez les crapelets de la sablière (tableau I). Leur alimentation dans cet habitat est basée sur de petits Coléoptères adultes (Staphylinidés surtout, et Carabidés) qui constituent en poids 36% de leur régime. Le nombre de taxons par estomac est élevé chez ces crapelets de la sablière (tableau I): les Hyménoptères (Proctotrupeoïdea, Chalcidoïdés), les Collembolles et les Acariens sont fréquents dans leur estomac mais ne représentent qu'un faible pourcentage pondéral des proies (tableau II).

Chez les petits crapelets (10,6 mm) encore associés aux berges des mares de la sablière, ce sont les Collembolles, les Acariens et de petits Hyménoptères adultes (Proctotrupeoïdea, Chalcidoïdés) qui constituent l'essentiel du bol alimentaire (tableau II). Leur nombre de proies par estomac varie de 4 à 28. Par ailleurs, l'estomac était vide de nourriture chez les individus ($N = 5$) parvenus au stade 44 de Gosner (1960) mais avec une certaine persistance de la queue (2 à 4 mm).

Les jeunes *R. sylvatica* et les *B. americanus* de la forêt mixte ne montrent pas de diffé-

TABLEAU I

Nombre de proies et nombre de taxons par estomac pour quatre échantillons d'Anoures nouvellement métamorphosés. Les poids humides moyens, les longueurs (rostre-urostyle) moyennes et les effectifs sont ceux des Anoures disséqués.

Site	Nombre	Poids (g)	Longueur (mm)	No. taxons (étendue)	No. proies (étendue)
<i>Bufo americanus</i>					
Berge	16	0,11 ± 0,01	10,60 ± 0,60	2,7 (2-4)	11,0 (4-28)
Sablière	25	0,32 ± 0,12	14,35 ± 1,48	6,7 (1-10)	18,6 (2-37)
Forêt	43	0,34 ± 0,07	14,92 ± 0,49	3,6 (1-8)	7,9 (1-31)
<i>Rana sylvatica</i>					
Forêt	50	0,55 ± 0,23	18,49 ± 1,94	2,9 (1-6)	3,4 (1-9)

rence significative du nombre de taxons par estomac non plus que d'indice de diversité des types de proies consommées ($P < 0,05$; cf. Matériel et méthodes). Le test des rangs de Spearman indique toutefois une différence significative ($P < 0,05$, $r_s = 0,426$; $N = 17$) de l'importance pondérale des divers types de proies. La différence majeure concerne les Collemboles, bien exploités par les crapelets ($1/4$ du poids des aliments) mais pratiquement délaissés par les *R. sylvatica*. Par contre, 10% des jeunes de cette espèce ont consommé des larves de Lépidoptères pour un total pondéral de 25,8% (tableau II).

Les quelques Hyménoptères adultes consommés par les *R. sylvatica* sont presque exclusivement des proctotrupoides alors que ce sont des fourmis qui constituent les 11,7% d'Hyménoptères capturés par les crapelets. Les autres parties du régime de ces deux jeunes anoues comportent peu d'éléments distinctifs si ce n'est la fréquence des Coléoptères staphylinides dans l'estomac des crapelets.

Discussion

Selon les travaux d'Inger & Marx (1961) et de Clarke (1974) l'alimentation des Bufonidés adultes diffère profondément de celle d'autres anoues, notamment des Ranidés. Les premiers se distinguent par la quantité des proies minuscules consommées (Coléoptères surtout) et leur capacité d'avaler sans risque d'intoxication des Formicidés en abondance. La présente comparaison du régime alimentaire de *B. americanus* et *R. sylvatica* valide cette distinction pour les premiers stades postmétamorphiques des deux espèces. Pour de jeunes crapauds d'Amérique, longs de 15 à 29 mm, Smith & Bragg (1949) font part de la présence de 465 proies chez 21 spécimens, soit une moyenne de 22,1 proies/estomac. Les moyennes indiquées au tableau I s'avèrent quelque peu inférieures mais nos crapauds sont plus petits. Par contre, chez 40 *R. sylvatica* mesurant de 13 à 18 mm, Munz (1920) dénombre 173 proies, soit 4,3 proies/estomac. Nous trouvons une valeur moyenne de 3,4 pour 50 spécimens.

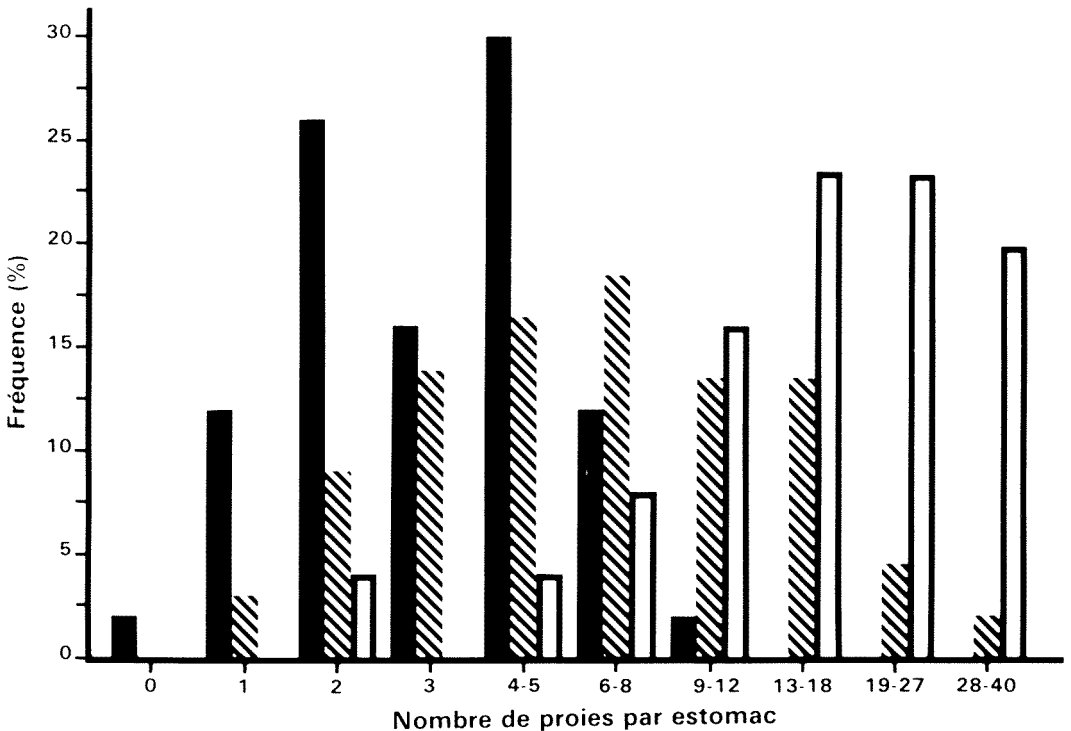


Figure 1. Distribution de fréquences du nombre de proies par estomac chez trois groupes d'anoues nouvellement métamorphosés. Légende : bande noire : *Rana sylvatica* (N = 50); bande hachurée : *Bufo americanus* (N = 43) capturés en forêt; bande blanche : *B. americanus* (N = 25) capturés dans une sablière.

TABLEAU II

Résultats d'analyses gravimétriques (% pds : pourcentage pondéral) et d'occurrence (% occ.) des proies relevées dans les estomacs de spécimens d'Anoures nouvellement métamorphosés. Effectif entre parenthèses pour chaque site d'échantillonnage.

Types de proies	<i>Bufo americanus</i>						<i>Rana sylvatica</i>	
	Berge (16)		Sablière (25)		Forêt (43)		Forêt (50)	
	%pds	%occ.	%pds	%occ.	%pds	%occ.	%pds	%occ.
MOLLUSQUES							1,78	2,0
Gastéropodes								
ARTHROPODES								
Arachnides								
Aranéidés	2,16	6,2	7,75	48,0	6,31	32,5	13,13	42,0
Acariens	15,72	93,7	1,33	68,0	6,81	55,8	2,29	12,0
Phalangidés							0,66	4,0
Insectes								
Collemboles	37,6	100,0	8,31	80,0	25,26	60,4	2,15	20,0
Orthoptères			5,20	4,0				
Thysanoptères			0,66	8,0	0,78	6,9		
Hémiptères	9,24	6,2	3,94	36,0	5,69	20,9	3,86	10,0
Homoptères	4,36	6,2	7,33	60,0	1,78	2,3	2,01	6,0
Neuroptères – larves			4,84	12,0	1,24	0,3		
Coléoptères – larves			7,80	56,0	8,83	32,5	3,56	18,0
– adultes			35,98	96,0	10,60	48,8	10,75	26,0
Trichoptères					9,59	13,9	5,25	8,0
Lépidoptères – larves			1,60	4,0	1,23	2,3	25,85	10,0
Hyménoptères – larves			0,47	4,0	2,29	4,6	5,25	8,0
– adultes	30,97	50,0	4,84	84,0	11,71	53,4	4,21	50,0
Diptères – larves			2,82	40,0			0,86	2,0
– adultes			7,51	48,0	7,72	25,5	10,64	50,0
MATIÈRE VÉGÉTALE					1,41		2,85	
MATIÈRE ANIMALE NON IDENT.							3,22	
ŒUFS D'ARTHROPODES							1,65	4,0

La taille des proies explique en grande partie les différences interspécifiques du nombre de proies par estomac. En forêt mixte par exemple, les larves de Lépidoptères, les Diptères adultes et les Araignées sont consommés plutôt par les *R. sylvatica* que par les *B. americanus*. Ces derniers exploitent davantage l'entomofaune épigée (Collemboles, Hyménoptères formicidés, Coléoptères staphylinidés). Guyétant (1967, p. 77) a d'ailleurs conclu «...à l'aptitude du jeune crapaud à rechercher les espèces se déplaçant au sol...» en comparant le régime alimentaire des *Bufo bufo* L. à deux espèces de *Rana*.

Puisque dans la forêt mixte, crapelets et jeunes grenouilles des bois ont été capturés en activité dans les mêmes sites et aux mêmes heures du jour, on peut conclure à un partage partiel des ressources alimentaires entre les deux espèces. Loman (1979) distingue trois dimensions à la niche écologique alimentaire : les habitats, les modes et

les temps de chasse. Nous avons observé que les *R. sylvatica* nouvellement émergées des mares de la sablière ne demeurent guère sur ce terrain pauvre en couvert végétal. Elles se réfugient rapidement dans la forêt avoisinante contrairement aux crapelets qui séjournent temporairement dans la sablière. Les habitats de chasse sont donc distincts pour un certain temps, au début de la phase postmétamorphique. En forêt, quoique les temps de chasse puissent être synchrones, les régimes alimentaires diffèrent. La distinction doit refléter des modes spécifiques d'alimentation. Ceux-ci restent cependant à préciser de même que les efficacités de croissance et de survie qui en résultent.

Remerciements

Nous remercions monsieur Christian Back pour l'aide apportée à l'identification des insectes ingérés. L'étude a été rendue possible grâce à une subvention du Fonds institutionnel de recherche

de l'Université du Québec à Trois-Rivières accordée au premier auteur.

Références

- BLONDEL, J., 1979. Biogéographie et écologie. — Collection d'écologie 15, Masson, Paris, 173 p.
- BRUNEAU, M. & E. MAGNIN, 1980. Croissance, nutrition et reproduction des ouaouarons *Rana catesbeiana* Shaw (Amphibia, Anura) des Laurentides au nord de Montréal. — Can. J. Zool., 58:175-183.
- CLARKE, R.D., 1974. Food habits of toads, genus *Bufo* (Amphibia: Bufonidae). — Am. Midl. Nat., 91:140-147.
- FITZGERALD, G.J. & J.R. BIDER, 1974. Evidence of a relationship between age and activity in the toad *Bufo americanus*. — Can. Fld Nat., 88:499-501.
- FRITZ, E.S., 1974. Total diet comparison in fishes by Spearman rank correlation coefficients. — Copeia, 1974:210-214.
- GOSNER, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. — Herpetologica, 16:184-190.
- GUYÉTANT, R., 1967. Étude de l'alimentation de jeunes batraciens anoures durant la saison estivale. — Ann. Sci. Univ. Besançon. (B) Ecologie, fasc. 3, p. 69-78.
- INGER, R.F. & H. MARX, 1961. The food of amphibians. Exploration du Parc National de l'Upemba, Mission G.F. de Witte, fasc. no. 64, 86 p.
- JENSSEN, T.A. & W.D. KLIMSTRA, 1966. Food habits of the green frog, *Rana clamitans*, in southern Illinois. — Am. Midl. nat., 76:169-182.
- KRAMEK, N.C., 1972. Food of the frog *Rana septentrionalis* in New York. — Copeia, 1972:390-392.
- LINZEY, D.W., 1967. Food of the leopard frog, *Rana p. pipiens* in central New York. — Herpetologica, 23:11-17.
- LIVEZEY, R.L., 1961. Food of adult and juvenile *Bufo boreas exsul*. — Herpetologica, 17:267-268.
- LOMAN, J., 1979. Food, feeding rates and prey size selection in juvenile and adult frogs, *Rana arvalis* Nilss. and *R. temporaria* L. — Ekol. pol., 27:581-601.
- MUNZ, P.A., 1920. A study of the food habits of the Ithacan species of anura during transformation. — J. Ent. Zool., 12:33-56.
- OPLINGER, C.S., 1967. Food and feeding activity of recently transformed and adult *Hyla crucifer crucifer* Wied. — Herpetologica, 23:209-217.
- PORTER, K., 1972. Herpetology. — W. B. Saunders, Philadelphia, 524 p.
- SMITH, C.C. & A.N. BRAGG, 1949. Observations on the ecology and natural history of Anura. VII. Food and feeding habits of the common species of toads in Oklahoma. — Ecology, 30:333-349.
- WHITAKER, J.O. Jr, 1961. Habitat and food of mouse-trapped young *Rana pipiens* and *Rana clamitans*. — Herpetologica, 17:173-179.
- ZAR, J.H., 1974. Biostatistical analysis. — Prentice-Hall, New Jersey, 620 p.

NORTH AMERICAN SPECIES OF *PHYTODIETUS* AND *NEUCHORUS* (HYMENOPTERA : ICHNEUMONIDAE, TRYPHONINAE)

C. C. LOAN

Ottawa Research Station, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario K1A 0C6

Résumé

La tribu des Phytodietini est redéfinie de façon à exclure le genre *Netelia* Gray et à inclure les genres *Phytodietus* Gravenhorst et *Neuchorus* Uchida, ce dernier étant rétabli dans sa position générique. Dans le genre *Phytodietus*, 29 espèces néarctiques sont reconnues, dont 22 sont décrites comme nouvelles espèces : ***conflictanae*, *coxanotus*, *criddleanae*, *emicus*, *fuscus*, *hecatius*, *improbanae*, *lunigerellae*, *malinus*, *oregonensis*, *rubellus*, *rubelloides*, *rubidus*, *rufosus*, *semialbidus*, *semifuscus*, *semirufus*, *solandrianae*, *solicitanae*, *terminatus*, *variana*** et ***zebra***. *P. plesia* Rohwer n'est plus désormais considéré comme synonyme; par contre, *P. parvus* Rohwer est maintenant considéré comme synonyme de *P. pleuralis* Cresson, et *P. facialis* Rohwer comme synonyme de *P. burgessi* (Cresson). Dans le genre *Neuchorus*, deux espèces néarctiques sont reconnues : *rufipes pulcherrimus* (Cresson) et *rutilus* (Krebs). *Phytodietus* et *Neuchorus* sont des parasites des Microlépidoptères. La liste de leurs hôtes connus et d'autres informations biologiques sont résumées.

Abstract

The tribe Phytodietini is re-defined to exclude the genus *Netelia* Gray and to include the genera *Phytodietus* Gravenhorst and *Neuchorus* Uchida, the latter being restored to full generic rank. In *Phytodietus*, 29 Nearctic species are recognized of which 22 are described as new: ***conflictanae*, *coxanotus*, *criddleanae*, *emicus*, *fuscus*, *hecatius*, *improbanae*, *lunigerellae*, *malinus*, *oregonensis*, *rubellus*, *rubelloides*, *rubidus*, *rufosus*, *semialbidus*, *semifuscus*, *semirufus*, *solandrianae*, *solicitanae*, *terminatus*, *variana***, and ***zebra***. *P. plesia* Rohwer is resurrected from synonymy and these species are newly synonymized, viz., *P. parvus* Rohwer under *P. pleuralis* Cresson, *P. facialis* Rohwer under *P. burgessi* (Cresson) and *Meniscus 4-cinctus* Ashmead under *P. vulgaris* Cresson. In *Neuchorus* two Nearctic species are recognized, *N. rufipes pulcherrimus* (Cresson) and *N. rutilus* (Krebs). *Phytodietus* and *Neuchorus* are parasites of Microlepidoptera. The known host records and other biological information are summarized.

Introduction

The Phytodietini constitute a distinct tribe of the subfamily Tryphoninae recognized by the following combination of characters: propodeum without carinae, mandible normal in shape and not twisted basally, eye orbit not indented opposite insertion of antenna, nervellus usually interrupted below its middle, and the ovipositor sheaths about as long as the hind tibia.

In the present interpretation, this tribe includes two Nearctic genera, *Phytodietus* Gravenhorst and *Neuchorus* Uchida, the latter here treated as a separate genus rather than as a subgenus of *Phytodietus*. The

generic characters which distinguish *Neuchorus* from *Phytodietus* are the presence of the epomia, a basal constriction of the tergite 1, the propodeum smooth and lacking transverse striae, and a yellowish mark on the cheek below the eye of the female. Excluded from the tribe is the genus *Netelia* Gray which is considered here to represent a monotypic tribe (Netelini) differing from the Phytodietini in morphology and habits of the adult.

The species of *Netelia* are predominantly stramineous with a habitus not unlike *Ophion* Fabr., and with specializations of the male genitalia which furnish characters to distinguish the species (Townes, 1938). The spe-

TABLE I

Contrasting characters of the tribes Phytodietini and Neteliini

Character	<i>Phytodietini</i>	<i>Neteliini</i>
Color	Generally fuscous or fuscous with white, rufous other markings	Stramineous or ferruginous
Clypeus	Margin without a fringe of hair	Margin with a fringe of hair
Mandibles	Normal with lower tooth about as long as upper	Upper tooth twisted basally, long and slender; lower tooth smaller and concealed.
Ocelli	Not enlarged	Enlarged so that ocelli may touch the eye
Inner eye margin	Not indented opposite insertion of antenna	Indented opposite insertion of antenna
Occipital carina	Always present	Present or absent
Malar space	Typically not constricted	Constricted
Membranous flange of front tibial spur	More than 0.5 times as long as spur	Less than 0.5 times as long as spur
Scutellum	Without carinae on lateral margins	Lateral margins carinate
Nervellus	Usually broken well below its middle	Broken above its middle
Wing color	Hyaline	Hyaline or lightly opaque
Gaster	Depressed behind tergite 1 (males), tergites 2-3 depressed with subsequent tergites compressed (females)	Compressed behind tergite 1 in males and females
Propodeum	Entirely without carinae, smooth or with transverse striae	Short, transverse lateral carina or lateral crest at poste 0.6 of dorsal face
Male genitalia	Without a specialized clasping structure	Specialized clasping structure present
Ovipositor	About 4.0-6.0 times as long as apical depth of gaster	Not more than 2.0 times as long as apical depth of gaster

cies of *Phytodietus*, on the other hand, are fuscous, or fuscous with markings of rufous or white, and the color patterns distinguish the species. A relatively smooth propodeum is the chief structural character relating *Netelia* to *Phytodietus*. The relationship is further indicated by larval characters and development of the immature stages. The differences in taxonomic characters of the adults of these genera are summarized in Table I.

In a recent paper, Short (1976) described some tryphonine final instar larvae including examples of *Phytodietus* and *Netelia*; other published descriptions of these groups are cited by Short and consequently not noted here. Short (1959) described the final instar larva of *Neuchorus pulcherrimus* (Cresson)¹ which is similar to species of *Phytodietus*; only these genera among the tryphonines have a lightly sclerotized labial plate. The attachment of the egg to the host larva and

development of successive instars from the site of the egg is also similar (Vance, 1927; Schaff, 1972; Renfer, 1975). The cocoon of *Netelia* is black without a medial band indicated on its internal or external surface (Fig. 120). The cocoon of *Phytodietus* is usually semitransparent and light testaceous but it may also be opaque and white (e.g. Fig. 122, *fumiferanae* Rohwer) or opaque and greyish (Figs. 111-119, 121). In the latter examples, the medial band of the cocoon is more distinct on the inside surface. The cocoon of *Neuchorus pulcherrimus* (Fig. 110) is similar to the light testaceous cocoons of *Phytodietus*.

The hosts of *Netelia* are Macrolepidoptera of the families Noctuidae, Notodontidae and Geometridae. Though species of the latter two families are arboreal leaf-feeders, it is probable that their larvae are attacked on the ground as they search for pupation sites like the cutworm hosts of *Netelia* (Schaff, 1972), and at night as noted by Vance (1927). The stinging habit of *Netelia* was noted by Townes (1938).

¹ For this name in this paper, read *Neuchorus rutipes pulcherrimus* (Note added in press).

Phytodietus also attacks penultimate or final stage larvae but in other respects its habits are unlike those of *Netelia*. Hosts are arboreal Microlepidoptera feeding in sheltered situations where they are parasitized. *Phytodietus* species are apparently diurnal and they do not sting, though such ability is more or less a function of size in the Ichneumonidae (R. W. Carlson *in litt.*).

The host records of *Neuchorus* and *Phytodietus* were confirmed from reared material, and they are summarized in Table II.

Cushman & Rohwer (1920) removed *Phytodietus* from the Lissonotini *sensu* Ashmead (1900) and proposed a new tribe, Phytodietini, for *Phytodietus*. This also included *Neuchorus* whose only species was treated as belonging to *Phytodietus*. Townes (1938) placed *Phytodietus* with *Netelia* in the Neteliini; re-instated the tribal name Phytodietini (Townes, 1944); synonymized *Neuchorus* with *Phytodietus* (Townes, 1957); and combined *Neuchorus*, *Weisia* Schmiedeknecht and *Euctenopus* Ashmead as subgenera of *Phytodietus* (Townes, 1969). Cresson (1865) described *P. pleuralis*, the first known North American species of *Phytodie-*

tus; three other valid species, *Tryphon burgessi*, *P. vulgaris*, and *P. californicus* (1868, 1870, 1878); and *Mesoleptus pulcherrimus* and its synonym *P. distinctus*. Provancher (1874, 1882, 1886) described *P. zonatus*, *Mesostenus nobilis* and *Mesoleius telarius*, all synonyms of *pulcherrimus*; and *Mesoleius annulatus* which is a synonym of *P. vulgaris* Cresson. Davis (1894, 1898) transferred the Provancher names *nobilis* and *telarius*, and the Ashmead name *Ctenopelma pulchra* to *Phytodietus* but did not recognize their synonymy with *pulcherrimus*. Ashmead (1894, 1896, 1902) described *Meniscus 4-cinctus*, a synonym of *vulgaris*; and *P. clypearis*, a valid species, and its synonym *flavifrons*, in addition to *Ctenopelma pulchra* which is a synonym of *pulcherrimus*. Rohwer (1920) revised the North American species of *Phytodietus* and included what he considered as 11 valid species. Three of these became synonyms: *distinctus* Cresson (by Cushman, 1942), *plesia* Rohwer (Townes & Townes *in* Muesebeck, 1951), and *Mesoleius annulatus* Provancher (Townes, 1944). In this paper, *plesia* is reinstated as a valid species, *facialis* Rohwer is synonymized with *burgessi* (Cresson), and *parvus* Rohwer with *pleuralis* Cresson.

TABLE II

Host records of Nearctic *Phytodietus* and *Neuchorus*

Species of <i>Phytodietus</i> or <i>Neuchorus</i>	Host species and larval feeding habits	Plant hosts
<i>vulgaris</i> (3), <i>burgessi</i> (2) ¹ <i>conflictanae</i> (3)	T ² <i>Choristoneura conflictana</i> (Wlk.). Solitary leaf roller	Aspen
<i>vulgaris</i> (3), <i>improbanae</i> (1)	<i>C. fumiferana</i> (Clem.). Solitary defoliator	Balsam fir, spruce
<i>fumiferanae</i> (203)	<i>C. occidentalis</i> Free. Solitary defoliator	Spruce, Douglas Fir
<i>vulgaris</i> (6), <i>burgessi</i> (2), <i>pleuralis</i> (1)	<i>C. rosaceana</i> (Harr.). Solitary leaf roller	Aspen, Birch
<i>vulgaris</i> (1)	T <i>Aphelia alleniana</i> (Fern.). Solitary defoliator	Weeds, clovers, conifers
<i>vulgaris</i> (1), <i>burgessi</i> (1)	<i>A. pallorana</i> (Rob.). Solitary web maker	Weeds, clovers, conifers
<i>vulgaris</i> (48)	T <i>Archippus packardianus</i> (Fern.). Solitary web maker	Spruce, balsam fir
<i>vulgaris</i> (3)	T <i>Archips argyrospilos</i> . Solitary leaf roller	Birch, other deciduous trees
<i>vulgaris</i> (9)	<i>A. rosanus</i> (L.). Solitary leaf roller	Alder
<i>vulgaris</i> (5), <i>improbanae</i> (1), <i>varianae</i> (386)	T <i>Acleris variana</i> (Fern.). Solitary defoliator	Spruce, balsam fir
<i>vulgaris</i> (11)	T <i>Argyrotaenia mariana</i> (Fern.). Solitary leaf roller	Birch, other deciduous trees
<i>vulgaris</i> (1)	<i>A. occultana</i> Free. Solitary defoliator	Spruce, other conifers
<i>vulgaris</i> (12)	<i>A. tabulana</i> Free. Solitary leaf miner within webbed leaves	Jack pine, other conifers
<i>vulgaris</i> (11)	<i>A. pinatubana</i> (Kft.). Tube maker within a clump of webbed needles	White pine, other conifers

TABLE II (continued)

Species of <i>Phytodietus</i> or <i>Neuchorus</i>	Host species and larval feeding habits	Plant hosts
<i>vulgaris</i> (71)	T <i>A. velutinana</i> (Wlk.). Solitary defoliator	Spruce, balsam fir
<i>vulgaris</i> (1)	T <i>Clepsis persicana</i> (Fitch). Solitary defoliator	General feeder on coniferous and deciduous trees
<i>vulgaris</i> (4), <i>burgessi</i> (1)	T <i>Sparganothis sulfureana</i> (Clem). Solitary defoliator	Red pine, other coniferous and deciduous trees
<i>vulgaris</i> (1)	S. <i>unifasciana</i> Clem. (incomplete data)	Scots pine
<i>vulgaris</i> (1)	S. <i>tristriata</i> Kft. Solitary defoliator	Jack pine, other coniferous and deciduous trees
<i>vulgaris</i> (2)	T <i>Eulia</i> sp., no other data	
<i>vulgaris</i> (1)	T <i>Pandemis</i> sp., no other data	
<i>vulgaris</i> (1), <i>burgessi</i> (2)	T <i>Sparganothis pettitana</i> Rob. Solitary leaf roller	Basswood, other deciduous trees
<i>vulgaris</i> (3)	T <i>Parapandemis borealis</i> Free (incomplete data)	
<i>vulgaris</i> (1)	T <i>Badebecia utticana</i> (Hbn.). Solitary leaf roller	Aspen, other deciduous trees
<i>burgessi</i> (18)	T <i>Amorbia humerosana</i> (Clem.). Solitary defoliator	White spruce, other conifers and some deciduous trees
<i>burgessi</i> (1)	T <i>Acleris semiannula</i> (Rob.). Solitary leaf roller	Birch
<i>burgessi</i> (4)	OE <i>Psilicorsis fletcherella</i> Gibs. Solitary leaf roller	Aspen
<i>burgessi</i> (1)	P. <i>faginella</i> (Cham.). Solitary leaf roller	Beech
<i>burgessi</i> (1)	P. <i>quercicella</i> Clem. Solitary leaf roller	Oak
<i>burgessi</i> (12)	T <i>Cnephasia longana</i> (Haw.) (incomplete data)	Douglas fir
<i>burgessi</i> (1)	P <i>Acrobasis betulella</i> Hlst. Solitary defoliator within a silken tube	Birch
<i>burgessi</i> (1)	A. <i>rubrifasciella</i> Pack. Solitary defoliator	Alder
<i>burgessi</i> (1)	A. <i>comptoniella</i> Hlst. Solitary defoliator within a silken tube	Sweet fern
<i>burgessi</i> (1)	P <i>Dioryctria reniculelloides</i> Mut. and Mun. Cone and new growth feeder	Spruce, balsam fir
<i>pleuralis</i> (17), <i>semirufus</i> (1)	T <i>Acleris minuta</i> (Rob.) (Incomplete data)	
<i>pleuralis</i> (2)	T <i>Croasia semipurpurana</i> Kft. Solitary leaf roller	Oak
<i>pleuralis</i> (1)	GR <i>Gracillaria</i> sp. Leafminer (incomplete data)	
<i>pleuralis</i> (1)	G <i>Chionodes terminimaculella</i> Kft. Solitary leaf roller	Aspen
<i>pleuralis</i> (3)	G <i>Compsolechia niveopulvella</i> Cham. Solitary leaf roller	Aspen
<i>pleuralis</i> (5)	G <i>Anacamptis innocuella</i> Zell. Solitary leaf roller	Aspen
<i>pleuralis</i> (1)	G <i>Dichomeris ligulella</i> Hbn. Solitary leaf roller	Basswood, other deciduous trees
<i>pleuralis</i> (2)	T <i>Sciaphila duplex</i> (Wishm.). Solitary leaf roller	Aspen
<i>improbanae</i> (3)	Z. <i>Zeiraphera fortunana</i> (Kft.). Solitary defoliator	Spruce, other conifers
<i>improbanae</i> (1)	Z. <i>improbana</i> (Wlk.). Solitary defoliator	Tamarack, other conifers
<i>improbanae</i> (2)	T <i>Griselda radicana</i> (Wishm.). Solitary defoliator	Spruce, other conifers
<i>improbanae</i> (3)	G <i>Eucordylea atrupictella</i> Dietz. Needle, budminer or shootborer	Douglas fir, other conifers
<i>lunigerellae</i> (2)	P <i>Promylea lunigerella</i> Rag. Solitary defoliator	Grand fir, other conifers
<i>solandrianae</i> (6)	T <i>Epinotia solandriana</i> (L). Solitary leaf roller	Aspen
<i>solicitanae</i> (1)	E. <i>solicitana</i> (Wlk.). Solitary leaf roller	Birch

TABLE II (continued)

Species of <i>Phytodietus</i> or <i>Neuchorus</i>	Host species and larval feeding habits	Plant hosts
<i>solicitanae</i> (1)	T <i>Anchyloptera platana</i> Clem. (incomplete data)	
<i>solicitanae</i> (1)	T <i>Ancylis comptana fragariae</i> (Walsh and Riley) (incomplete data)	
<i>criddleanae</i> (1)	T <i>Epinotia criddleana</i> (Kft.). Solitary leaf roller	Aspen
<i>criddleanae</i> (1)	T <i>Pseudexentera cressoniana</i> (Clem.). Solitary leaf roller	Oak
<i>criddleanae</i> (1)	T <i>P. oregonana</i> (Wishm.). Solitary leaf roller	Aspen
<i>conflictanae</i> (1)	T <i>Pandemis canadana</i> Kft. Solitary leaf roller	Aspen
<i>plesia</i> (23)	P <i>Tetralopha asperatella</i> (Clem.). Colonial defoliator within webbed leaves	Sugar maple
<i>plesia</i> (2)	P <i>Meroptera pravella</i> (Grt.). Solitary defoliator within webbed leaves	Aspen
<i>plesia</i> (1)	P <i>Nephopteryx crassifasciella</i> Rag. Solitary leaf roller within a grass tube	Blue-berry and Haw
<i>Neuchorus pulcherrimus</i> (11)	P <i>Loxostege sticticalis</i> (L.). Defoliator within sparse webbing	Sugar beets
<i>pulcherrimus</i> (1)	P <i>Phlyctaenia coronata tertialis</i> Gn. Solitary leaf roller	Elder

¹ Number of specimens reared in parentheses.

² Family of Microlepidoptera: T—Tortricidae; OE—Oecophoridae; P—Pyralidae; G—Gelechiidae; GR—Gracillariidae.

The most recent reviews of European species of *Phytodietus* were provided by Sedivy (1961) and Tolkanitz (1973). Kerrich (1962) studied a complex of three closely related species and has useful information on synonymy and problem areas in the genus. Because types of some species are lost, the identification of European material, apart from easily recognized species, viz. *N. rufipes rufipes* Holmgren or *P. ornatus* Desvignes, remains uncertain.

This review is based on 2 350 specimens from three major collections: the Canadian National Collection Ottawa (CNC) (much field collected material, plus many specimens with host data, reared by officers of the Canadian Forestry Service, Environment Canada); the H.K. Townes collection (TOW) at the American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan (includes many specimens, especially from U.S. localities, including a number of previously undescribed species); and the material of the U.S. National Museum (USNM), Washington, D.C. The types of all the North American nominal species were studied and also those of the following species from Europe: *P. griseanae* Kerrich,

continuus Thomson, *crassitarsus* Thomson, *geniculatus* Thomson, and *Weisia bayeri* Gregor; from Japan: *Neuchorus longicauda* Uchida; and from New Zealand: *Euctenopus zealandicus* Ashmead.

Taxonomy

Tribe PHYTODIETINI Cushman & Rohwer, 1920

Phytodietini Cushman & Rohwer, 1920: 460.
Neteliini Townes, 1938: 173 (part).
Phytodietini Townes, 1944: 125 (part).

TRIBAL CHARACTERS: Chiefly variegated or less commonly fuscous or black, sexually dichromatic. Mandibles normal; inner sides of eyes evenly margined; occipital carina meeting hypostomal carina near base of mandible, rarely evanescent; occipital carina complete behind vertex. Epomia present or absent. Mesoscutum with notauli indicated anteriorly; mesepisternum lightly shagreened and punctured; prepectal carina usually well-developed, rarely absent. Areolet present, rarely absent; nervellus usually broken below its middle. Propodeum without carinae, transversely striate or smooth. Tergite 1 broadened evenly from base to apex, or with a distinct basal construction between base and spiracle;

dorsal face with a short basal carina mesad from each corner of tergite, or carinae absent.

Townes (1969) is found in the Palearctic, Ethiopian and Oriental regions.

This tribe is represented in the Nearctic region by the genera *Phytodietus* and *Neuchorus*. The genus *Euctenopus* occurs only in New Zealand, and *Weisia* according to

Comparative characteristics of the species of *Neuchorus* and *Phytodietus* are included in Table III.

TABLE III
Recognition characters of females of Nearctic species of *Phytodietus*

Group 1 tibia 3 chiefly or completely white	mesosternum rufous	tibia 3 white, <i>tergite 1 short and broad at apex; notauli absent</i> <i>rubelloides</i> tibia 3 white with a weak reddish dorsal stripe; <i>tergite 1 longer than wide at apex; notauli present</i> <i>rubellus</i>
Group 2 tibia 3 banded	mesosternum fuscous <i>pleuralis</i>
	mesosternum rufous	hypopygium white, <i>male with dorsal face of coxa 3 fuscous</i> <i>solicitanae</i> rufous mesepisternum, western distribution <i>rufosus</i> black and rufous mesepisternum, eastern distribution <i>semirufus</i>
Group 3 posterior face of tibia 3 white with apex fuscous	mesosternum fuscous	<i>malar space less than 0.5 times as wide as base of mandible</i> <i>terminatus</i>
	mesosternum rufous	<i>malar space less than 0.5 times as wide as base of mandible, legs 1-2 without fuscous markings</i> <i>criddleanae</i> <i>malar space about 0.5 times as wide as base of mandible, legs 1-2 partly fuscous</i> <i>zebra</i>
Group 4 tibia 3 without contrasting pale areas, <i>malar space constricted</i> , chiefly western distribution	mesosternum rufous	metapleurum rufous, coxae 2-3 without fuscous markings <i>californicus</i> metapleurum black, coxae 2-3 with fuscous markings <i>coxanotus</i> tibia 3 paler behind than in front, coxa 2 with fuscous marking, male with coxa 3 rufous .. <i>malinus</i> tibia 3 uniformly fuscous, coxa 2 without fuscous marking, <i>male with dorsal face of coxa 3 fuscous</i> <i>improbanae</i>
	mesosternum fuscous	coxae 2-3 usually fuscous, mesepisternum relatively smooth, malar space not as constricted ... <i>clypearius</i> coxae 2-3 incompletely fuscous, mesepisternum microsculptured with larger punctures, malar space more constricted <i>oregonensis</i>
Group 5 femur 3 and tibia 3 deeply fuscous, concolorous	mesosternum fuscous	<i>microsculpture of mesepisternum open and fine, ovipositor sheaths subequal to tibia 3, cocoon stramineous</i> , western distribution <i>Junigerellae</i> <i>shagreen microsculpture of mesepisternum, ovipositor sheaths longer than tibia 3, cocoon whitish, thick-walled, legs 1-2 without fuscous markings</i> , western distribution <i>fumiferanae</i> <i>mesepisternum with fine, closely-spaced punctures, legs 1-2 with fuscous markings, cocoon unknown, eastern distribution</i> <i>semifuscus</i>

TABLE III (continued)

Group 6 femur 3 rufous or with weak mark at apex, tibia 3 usually dusky	mesosternum fuscous	coxa 2 fuscous	trochantin 2 pale, coxa 3 partly fuscous, eastern distribution <i>emerigus</i> trochantin 2 fuscous, coxa 3 rufous, western distribution <i>fuscus</i>
		coxa 2 rufous	habitus reddish brown, mesepisternum and metapleurum often partly rufous ventrally, male with dorsal face of coxa 3 fuscous <i>varianae</i> habitus black, trochantins partly or completely fuscous, mesepisternum with dense punctation <i>solandrianae</i> habitus black, trochantins rufous, mesepisternum with relatively coarse, widely-spaced punctures <i>conflictanae</i>
Group 7 femur 3 with apical and basal bands, mesosternum usually fuscous, not rufous, tibia 3 dusky or pale area on posterior face	mesosternum fuscous		trochantins 2-3 fuscous, thorax and propodeum black, male with dorsal face of coxa 3 fuscous, eastern distribution <i>hecatus</i> trochantin 2 pale, 3 fuscous; flagellar articles 35-37, male with coxa 3 rufous <i>vulgaris</i>
	mesosternum white		ovipositor sheaths much shorter than tibia 3 <i>semialbidus</i>
Group 8 femur 3 with fuscous bands, tibia 3 pale in front and behind	mesosternum fuscous	 <i>plesia</i>
	mesosternum rufous		Tibia 3 dusky, with dorsal and ventral faces pale <i>burgessi</i> Tibia 3 completely fuscous <i>rubidus</i>

KEY TO GENERA OF PHYTODIETINI

1. Nervellus interrupted at its middle 2
Nervellus interrupted well below its middle 3
2. Prepectal carina present; areolet absent *Weisia* Schmiedeknecht
Prepectal carina absent; areolet present *Euctenopus* Ashmead
3. Epomia present; tergite 1 constricted basally between base and spiracle *Neuchorus* Uchida
Epomia absent; tergite 1 evenly broadened from base to apex without a basal constriction *Phytodietus* Gravenhorst

Genus *Neuchorus* Uchida, 1931

Neuchorus Uchida, 1931:143. Type species, *Neuchorus longicauda* Uchida. Holotype: ♀, labelled "Hokkaido Uchida; *Neuchorus* n.g. *longicauda* s. nov. det. Uchida; Type Matsumura". Type at Hokkaido University, Sapporo, Japan.

GENERIC CHARACTERS: Lower cheek with a discrete yellowish streak or tawny patch below eye, or less commonly eye orbit ringed with yellow (female); epomia present as a short medial carina; propodeum smooth without transverse striae; tergite 1 about 1.6 times as long as wide at its

apex, area between base and spiracle constricted (Figs. 128-129), glymma elliptical in outline with its posterior limit not far from spiracle; sternite 1 as long as scape + pedicel with posterior margin close to spiracle; males chiefly black and yellow.

DISTRIBUTION: Nearctic, Palearctic, Neotropical, Ethiopian, Oriental, Indo-Australian (Townes, 1969).

HOSTS: Parasitic on penultimate or final instar larvae of Microlepidoptera (Pyralidae).

KEY TO NEARCTIC SPECIES OF *NEUCHORUS*

Female: Usually fuscous or black (Fig. 1), infrequently reddish brown with prominent cream or yellowish markings (Fig. 2); tarsal articles of leg 3 fuscous or reddish fuscous; sternites white apically and fuscous basally, hypopygium fuscous or more fuscous than white; tergites with prominent acrotergites (Fig. 7) or gaster chiefly fuscous or black. *Male*: tarsal articles of leg 3 yellowish; sternites and tergites like female; head yellow and black, orbital ring yellow usually interrupted by black at temple (Fig. 3)(1) *rufipes pulcherrimus* (Cresson)

Female: Reddish; tarsal articles of leg 3 chiefly white with basitarsus 0.4 basally reddish fuscous and article 5 rufous; gaster rufous, acrotergites not evident (Fig. 8). *Male*: tarsal segments like female; sternites and tergites also like female or sides of tergites 1-3 with small fuscous mark; orbital ring of yellow complete at temple (Fig. 6)(2) *rutilus* (Krebs)

(1) *Neuchorus rufipes pulcherrimus*
(Cresson)

(Figs. 1-4, 7, 110, 128-129, 136)

Mesoleptus pulcherrimus Cresson, 1868: 101. Holotype: ♂, labelled "Ct., Type No. 1509; *Phytodietus pulcherrimus* Cress. *Mesoleptus*?" Type in the Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

Phytodietus distinctus Cresson, 1870: 166. Holotype: ♀, labelled "Del. Type No. 1501.7, *Phytodietus distinctus* Cresson". Type in the Academy of Natural Sciences, Philadelphia. Synonymized by Cushman (1942).

Phytodietus zonatus Provancher, 1874: 79. Holotype: ♀ labelled "514, (First Collection). Type at Université Laval, Ste-Foy. Synonymized by Cushman (1942).

Mesostenus nobilis Provancher, 1882: 363. Lectotype: ♀, labelled "1049, *Mesostenus nobilis* Prov." (Second collection). Type designation, Gahan & Rohwer, 1918: 101. Type at Université Laval, Ste-Foy. Synonymized by Cushman (1942).

Mesoleius telarius Provancher, 1886: 106. Lectotype: ♀, labelled "1241, *Mesoleius telarius* Prov." (Second Collection). Type designation, Gahan & Rohwer, 1918: 32. Type at Université Laval, Ste-Foy. Synonymized by Cushman (1942).

Ctenopelma pulchra Ashmead, 1896: 198. Holotype: ♂, labelled "...6. 21.79, Type, Collection Ashmead, Type No. 222161 U.S.N.M. *Ctenopelma pulchra* Ash." (date, the word Type, and name, handwritten by Ashmead). Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C. Synonymized by Rohwer (1920).

Phytodietus rufipes pulcherrimus (Cresson). New status by Townes (1969).

HOLOTYPE MALE OF *N. RUFIPES PULCHERRIMUS*: Length about 8.3 mm. Yellow and black. Face yellow; head black between bases of antenna and occipital carina; ocular orbit narrowly interrupted near upper cheek. Mesoscutum black with a large yellow mark medially and in front of lateral lobes; dorsal 0.3 of mesepisternum black with remainder, and mesosternum, yellow. Propodeum and gaster reddish black, gaster with prominent yellowish acrotergites. Legs chiefly reddish yellow with dorsal face of coxa 3 black and apex of tibia 3 dusky. Widest diameter of lateral ocellus about equal to ocular-ocellar space. Mesepisternum punctate with most punctures closer together than diameter of puncture.

HOLOTYPE FEMALE OF *P. DISTINCTUS*: Length about 9.9 mm. Black. Head reddish black with clypeus and mandibles reddish yellow, and ocular orbit yellow but interrupted narrowly at

lower cheek and broadly at upper cheek. Thorax, propodeum and gaster reddish brown. Mesoscutum with small yellow spot at front margin of lateral lobes; mesepisternum with subtegmental ridge yellow, similar marking at distal end of prepectal carina. Metapleurum medially and basally reddish, propodeum behind with yellowish areas basally. Gaster with acrotergites yellowish. Legs light reddish with tibia 3 apically and hind tarsal articles reddish dusky. Ovipositor sheaths about as long as tibia 3.

COCOON: Pale stramineous with a grey medial band, smooth (Fig. 110).

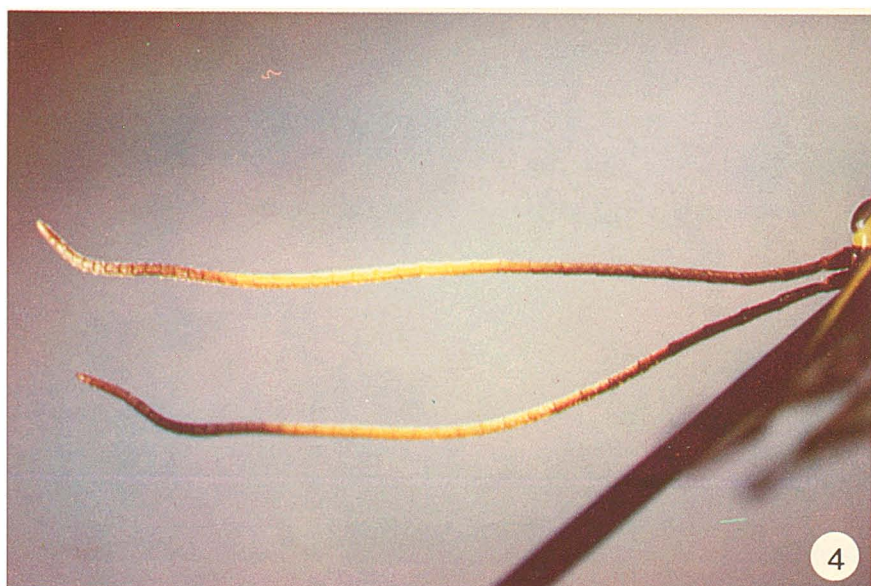
DIAGNOSTIC CHARACTERS: Body robust (♀, ♂); color pattern variegated, or fuscous with minor markings (♀); ocular orbit interrupted at upper cheek (♂); tarsal articles of leg 3 fuscous; sternites with white and fuscous markings; gaster fuscous or acrotergites distinct (♀, ♂).

COMMENTS: The extensive synonymy of *N. pulcherrimus* results from sexual dichromatism and variation of color patterns of the female. Cushman (1942) suspected that the male of *distinctus* was conspecific with the female of *pulcherrimus*. Rearings of both sexes at Columbus, Ohio, in 1935 confirmed that specimens under these names belonged to one species.

The male of *pulcherrimus* (Figs. 3, 4) is yellow and black, infrequently more reddish than yellow, with the dorsal face of coxa 3 fuscous or black; in 2 of the 76 males examined, the coxa is yellowish without any black. The presence of the epomia together with the basal constriction of tergite 1 (Fig. 129) immediately identifies the male as a species of *Neuchorus* rather than *Phytodietus*. Most of the females (Fig. 1) (exceeding 90 percent of the material) are fuscous or black without prominent yellow markings. This color phase is further characterized by a short, discrete, yellowish streak on the lower gena next to the eye. Some females (5 only of the series) (Fig. 2) have large, yellow markings on the thorax, the propodeum is reddish rather than fuscous, and the orbit of the eye is completely yellowish on the face continuous with the yellow streak of the lower gena. Apart from these extremes of color pattern, the variation is not as extensive as indicated by Cushman (1942).



Figures 1-2. *Neuchorus pulcherrimus*. Variation in color pattern of head and thorax of female.



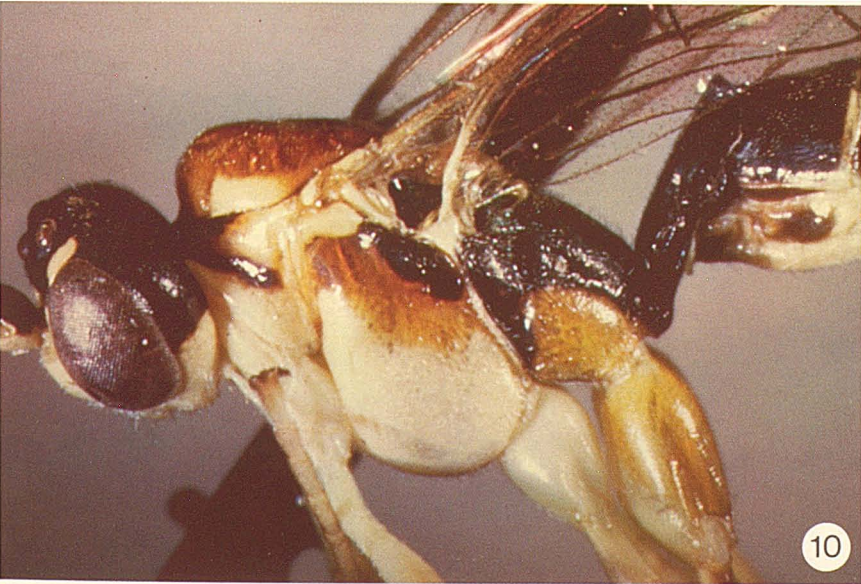
Figures 3-4. *Neuchorus pulcherrimus*. 3, head and thorax of male; 4, antennae of male.



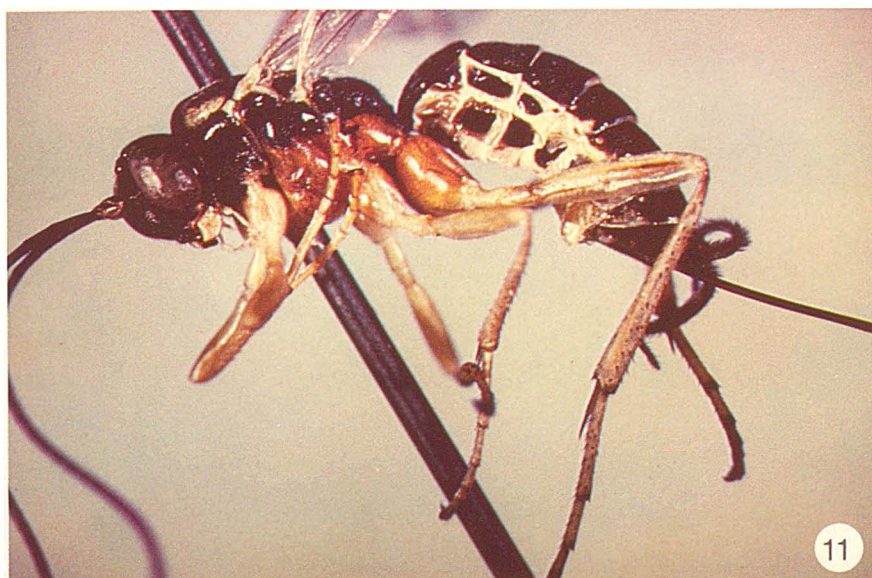
Figures 5-6. *Neuchorus rutilus*. 5, head and thorax of female; 6, lateral view of head and thorax of male.



Figures 7-8. *Neuchorus* species. 7, *pulcherrimus*, dorsal view of gaster behind tergite 1. 8, *rutilus*, dorsal view of gaster.



Figures 9-10. *Phytodietus rubellus*. 9, lateral view of female; 10, lateral view of male.

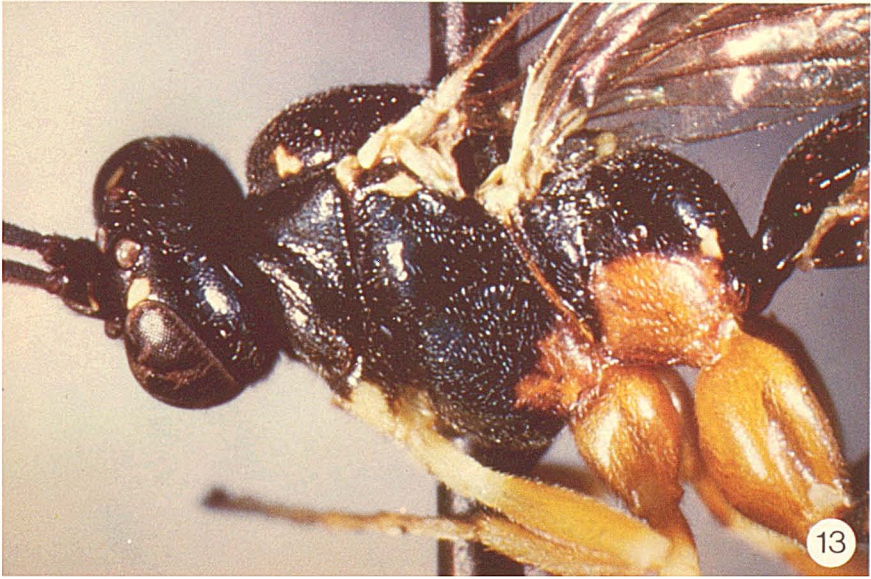


11



12

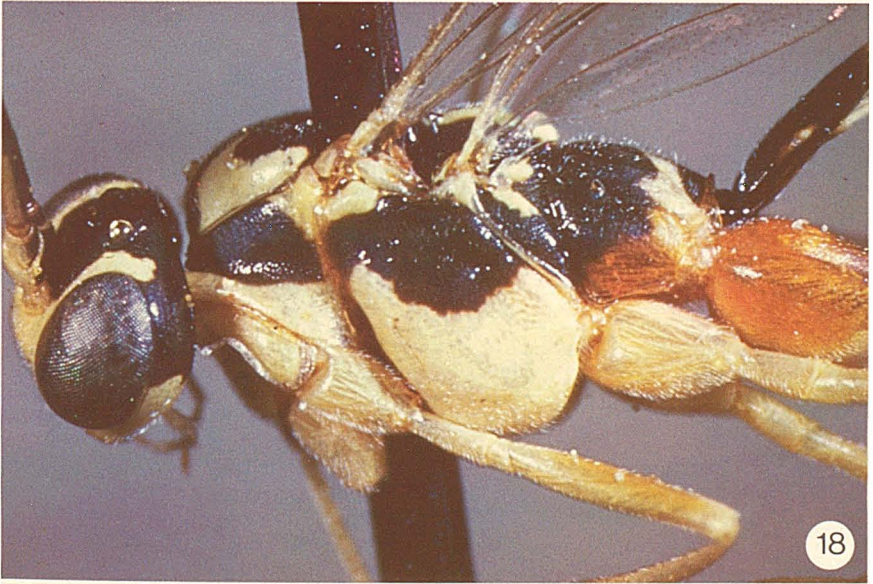
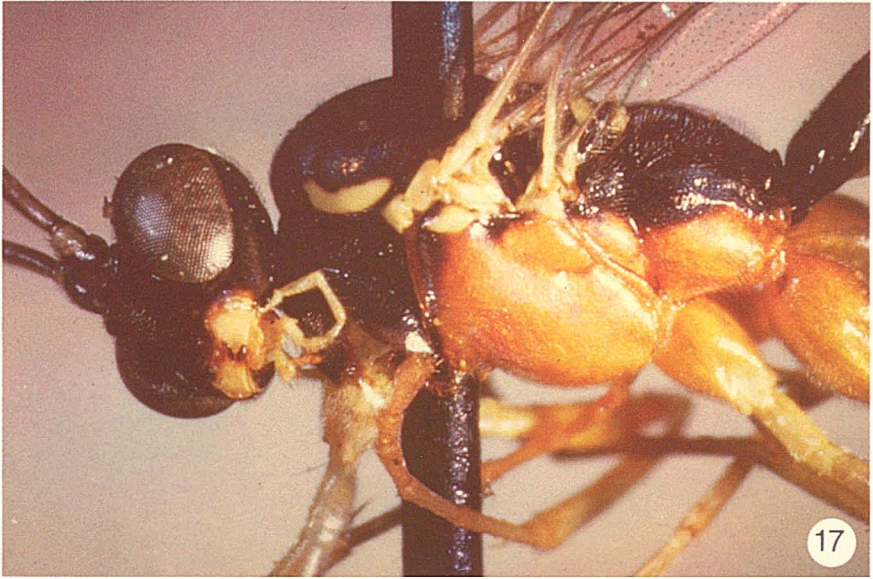
Figures 11-12. *Phytodietus rubelloides*. 11, lateral view of female; 12, view of mesoscutum.



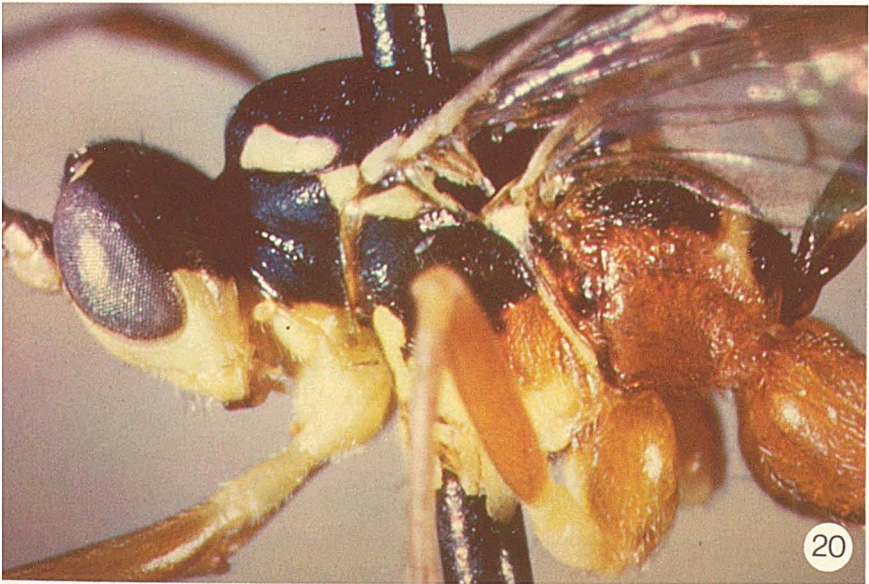
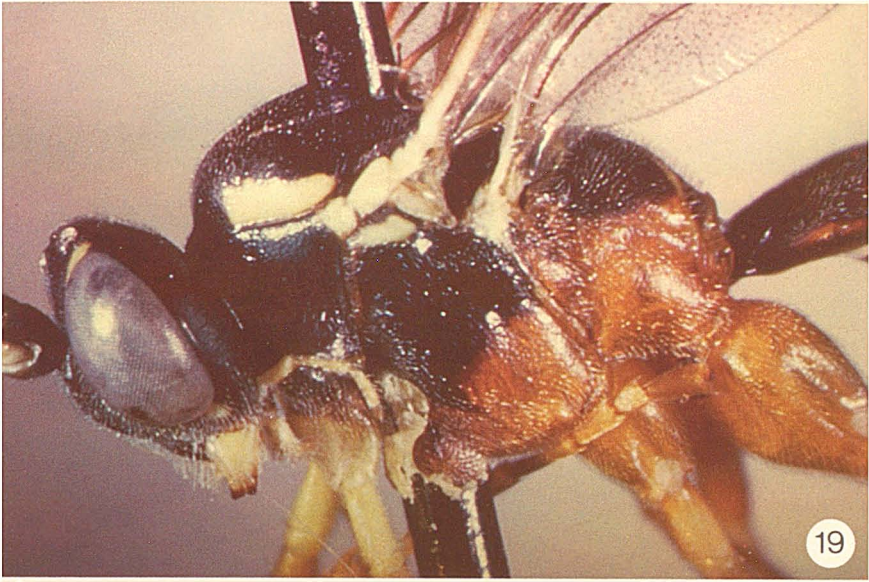
Figures 13-14. *Phytodietus pleuralis*. 13, lateral view of female; 14, lateral view of male.



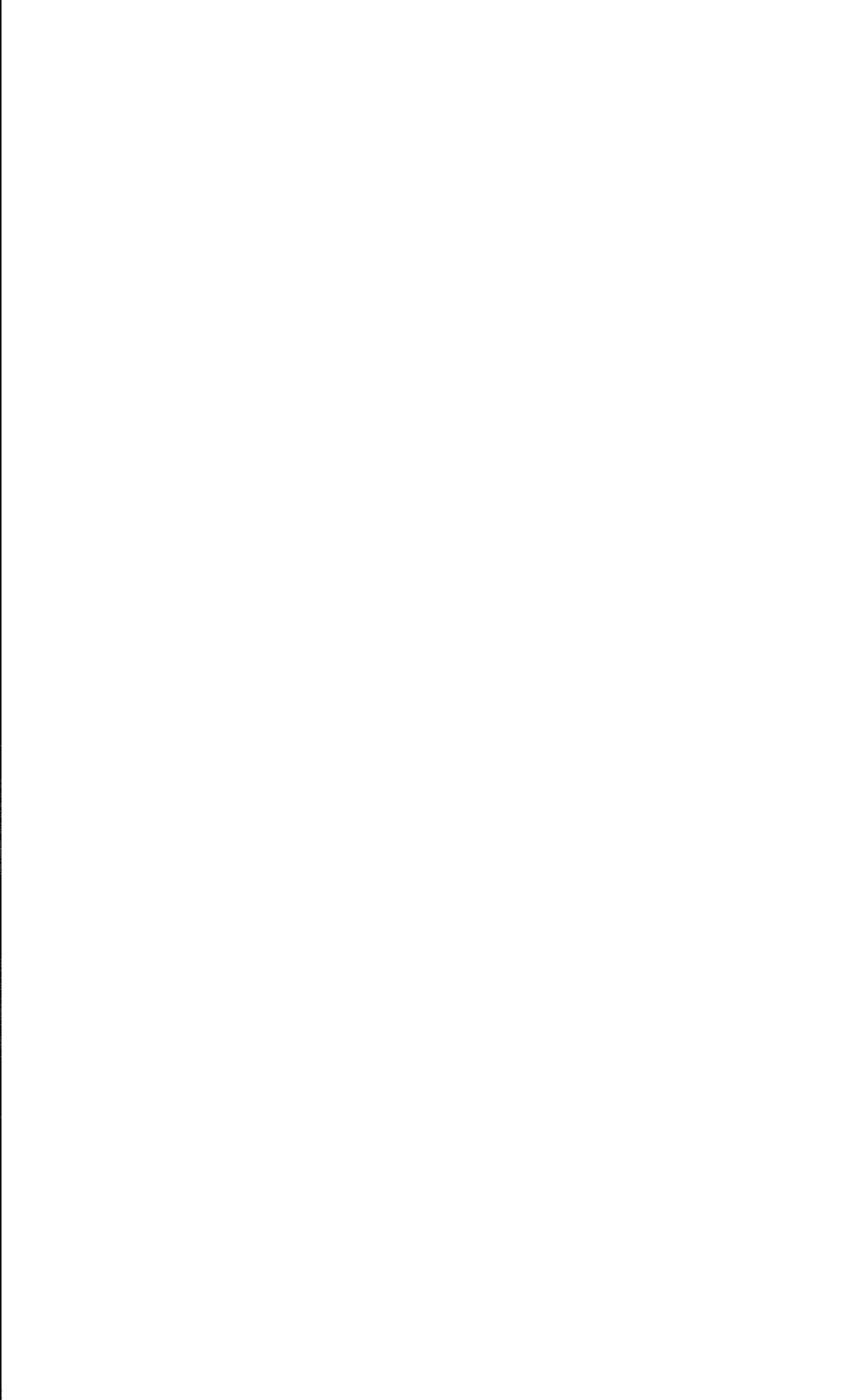
Figures 15-16. *Phytodietus solicitanae*. 15, lateral view of female; 16, lateral view of male.

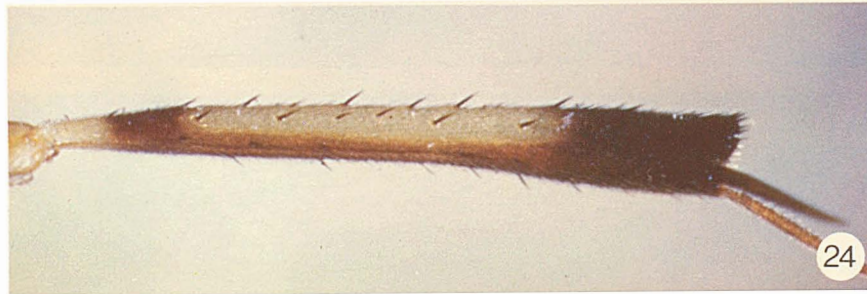
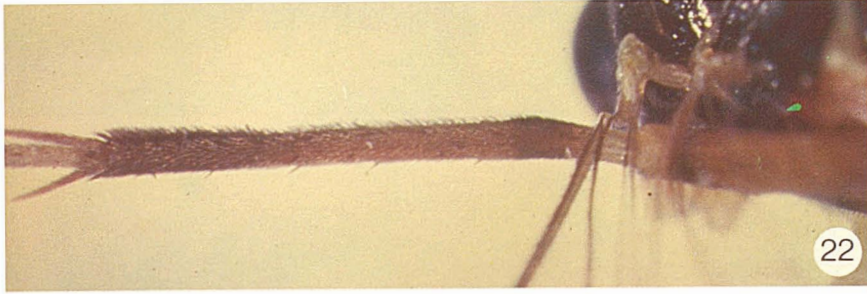
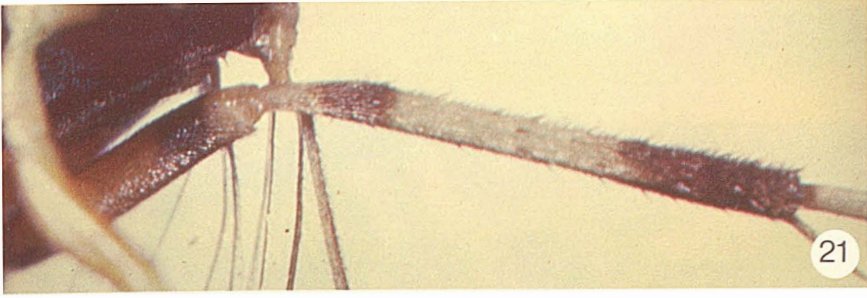


Figures 17-18. *Phytodietus rufosus*. 17, lateral view of female; 18, lateral view of male.



Figures 19-20. *Phytodietus semirufus*. 19, lateral view of female; 20, lateral view of male.

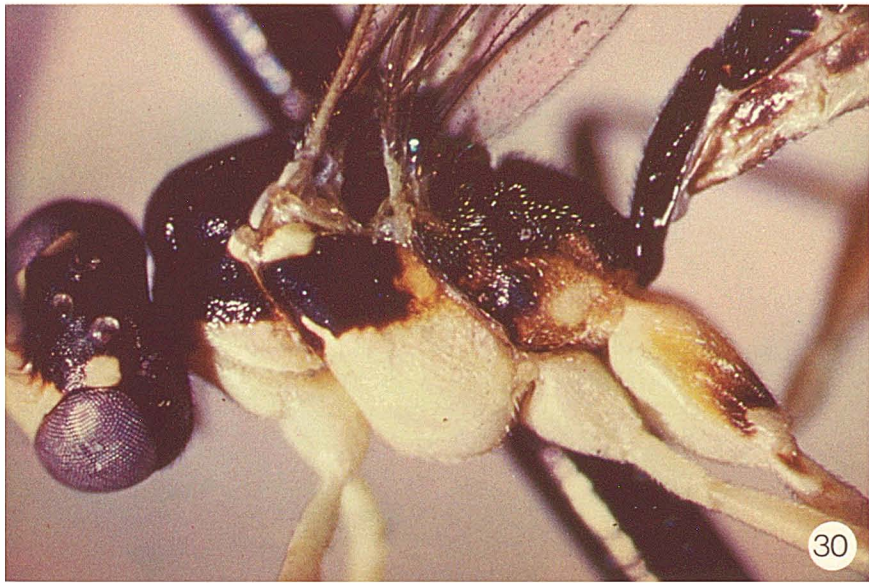




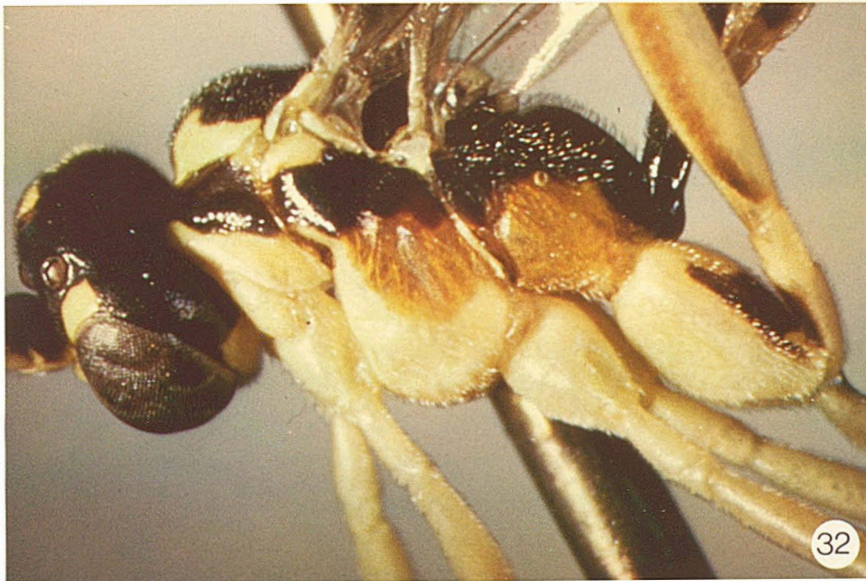
Figures 21-25. *Phytodietus* species, aspects of tibia 3. 21-22, *pleuralis*: 21, dorsal view; 22, ventral view. 23-24, *semirufus*: 23, dorsal view; 24, lateral view. 25, *rufosus*, dorsal view.



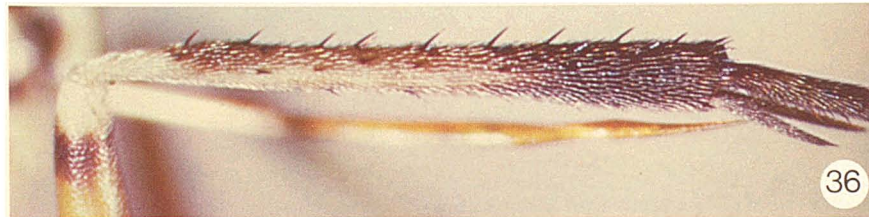
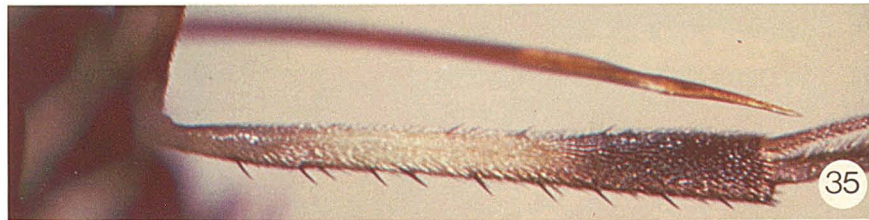
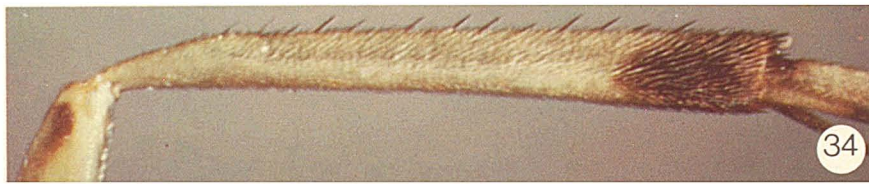
Figures 26-28. *Phytodietus* species. 26, *semirufus*, ventral view of gaster showing partly fuscous hypopygium. 27-28, *solicitanae*: 27, ventral view of gaster showing whitish hypopygium; 28, dorsal view of tibia 3.



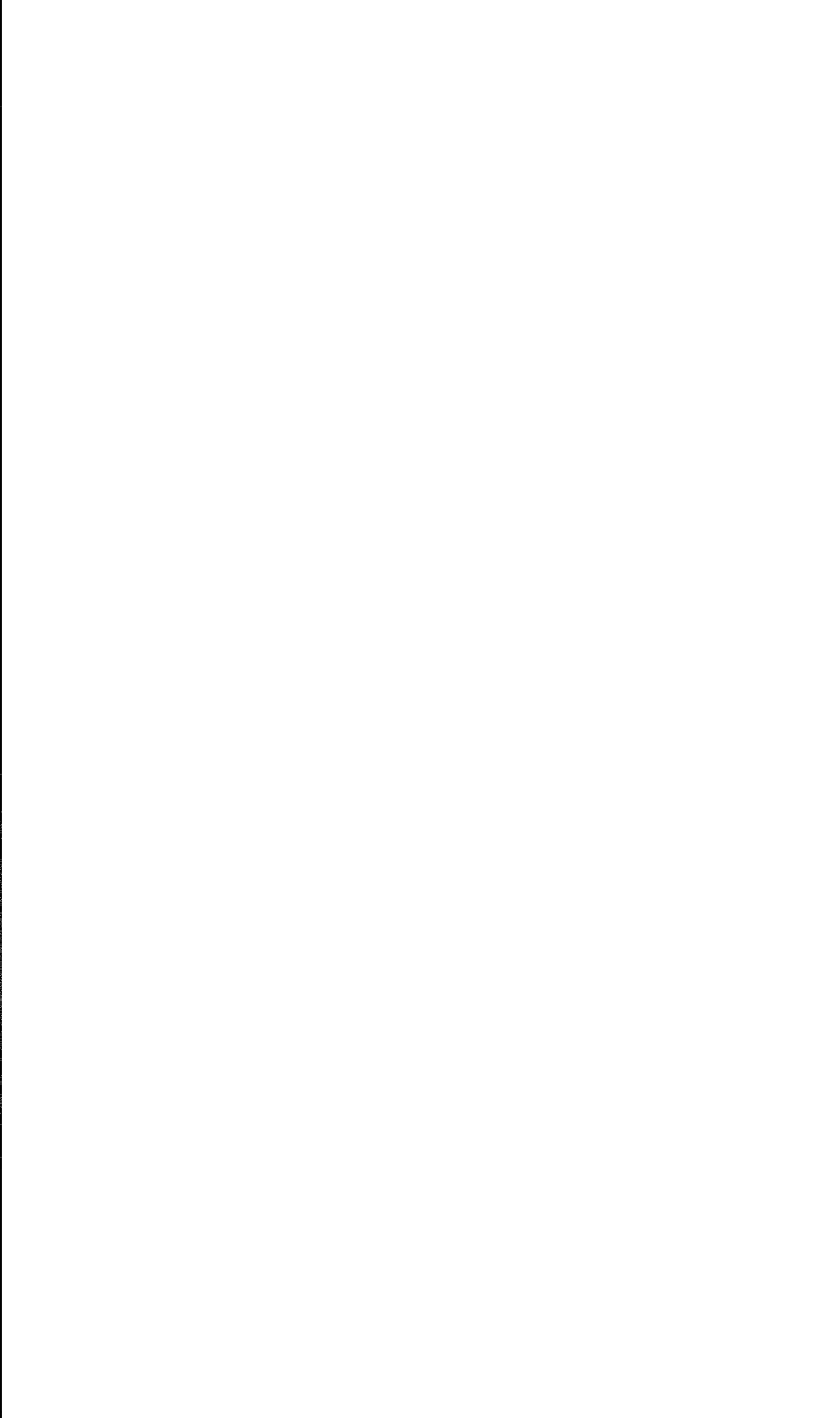
Figures 29-30. *Phytodietus terminatus*. 29, lateral view of female; 30, lateral view of male.



Figures 31-32. *Phytodietus criddleanae*. 31, lateral view of female; 32, lateral view of male which also shows the fuscous dorsal face of coxa 3.

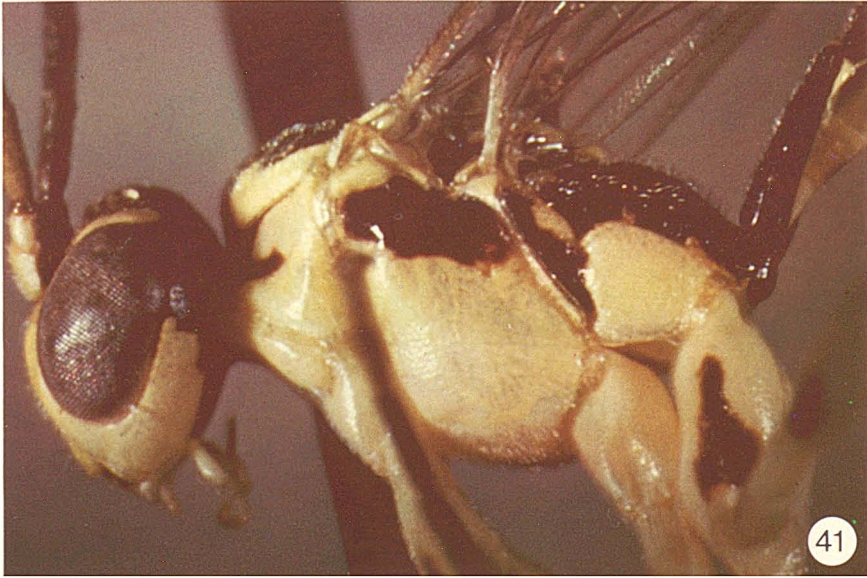


Figures 33-36. *Phytodietus* species. 33-34, *criddleanae*: 33, front view of femur and tibia of leg; 34, posterior view of tibia 3. 35-36, *terminatus*: 35, posterior view of tibia 3; 36, lateral view of tibia 3.

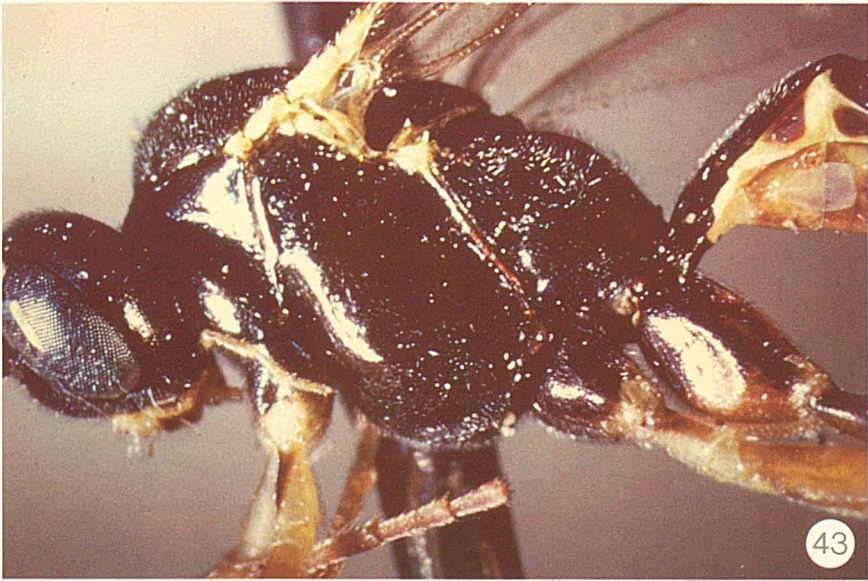




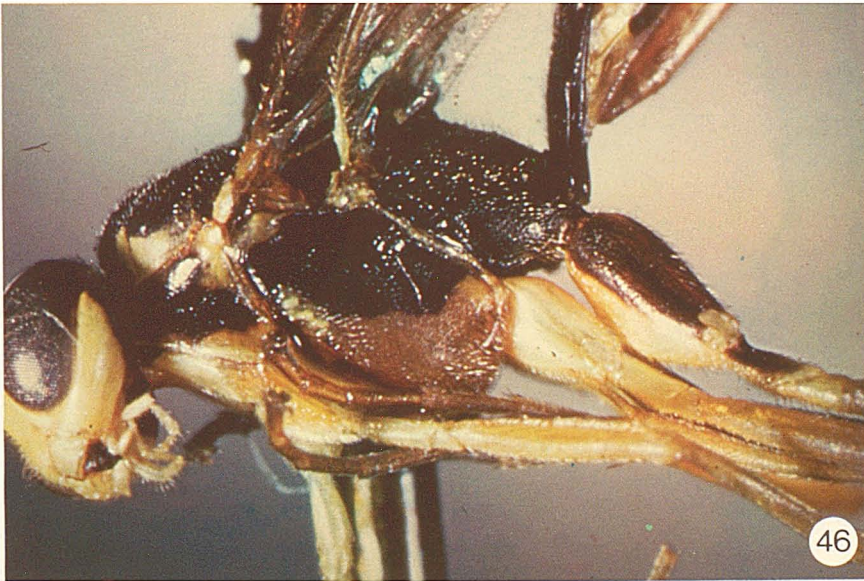
Figures 37-40. *Phytodietus* species. 37, 40, *criddleanae*: 37, malar space of male; 40, front views of legs 2 and 3. 38, 39, *zebra*: 38, malar space of male; 39, front view of leg 3 of male.



Figures 41-42. *Phytodietus zebra*. 41, lateral view of female; 42, lateral view of male.



Figures 43-44. *Phytodietus clypearius*. 43, lateral view of female; 44, lateral view of male.



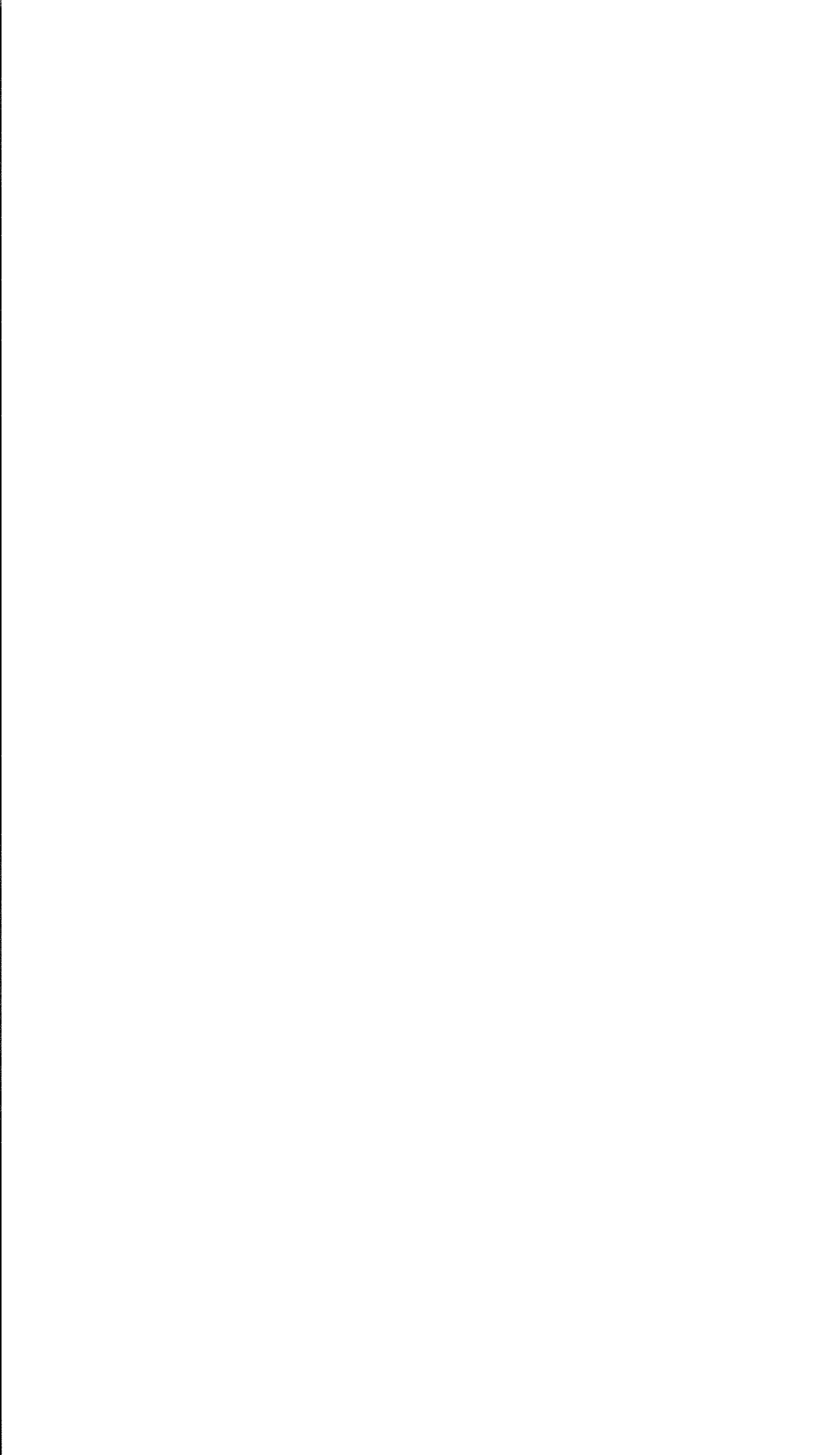
Figures 45-46. *Phytodietus oregonensis*. 45, lateral view of female; 46, lateral view of male.

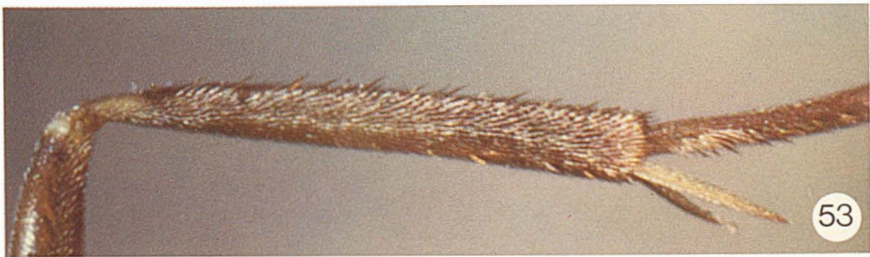


Figures 47-48. *Phytodietus coxanotus*. 47, lateral view of female; 48, lateral view of male.

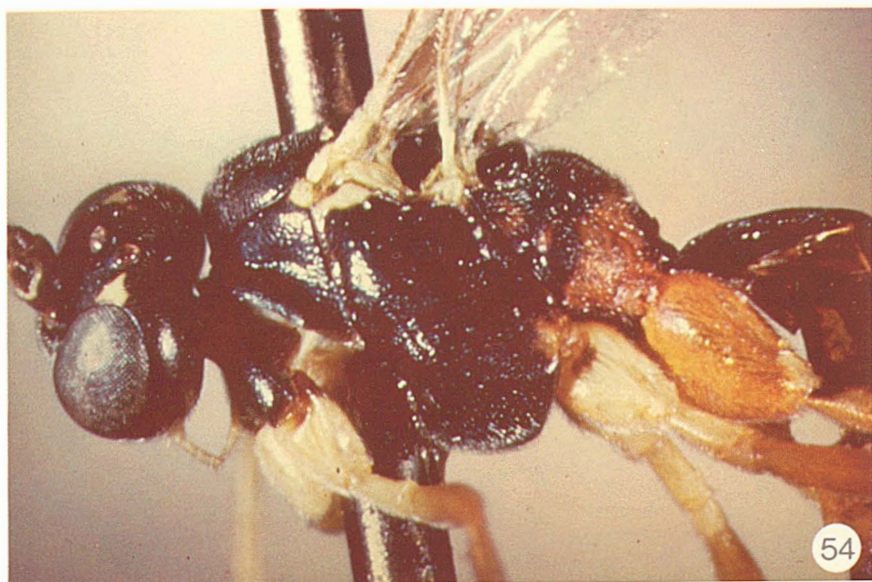


Figures 49-50. *Phytodietus improbae*. 49, lateral view of female; 50, lateral view of male.





Figures 51-53. *Phytodietus improbae*. 51, dorsal face of coxa 3; 52, front face of tibia 3; 53, posterior face of tibia 3.



54



55

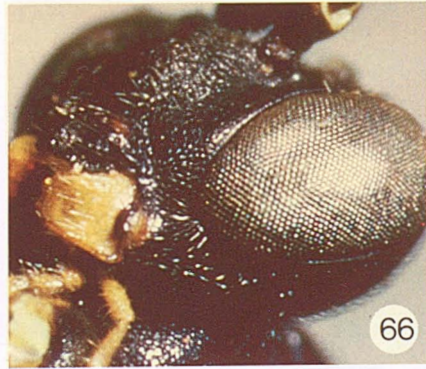
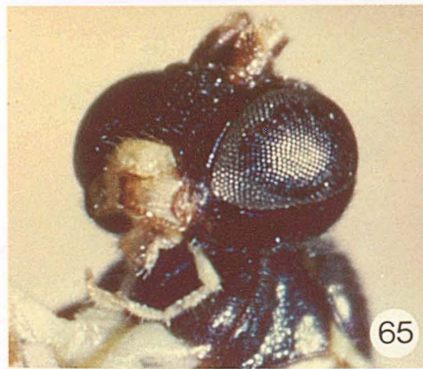
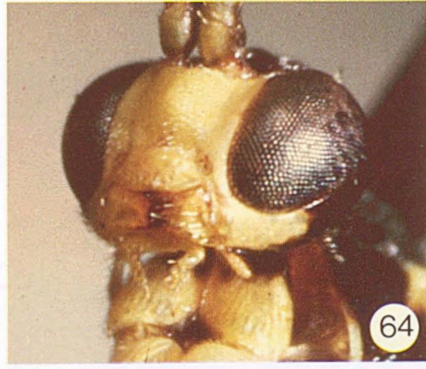
Figures 54-55. *Phytodietus malinus*. 54, lateral view of female; 55, lateral view of male.



Figures 56-57. *Phytodietus californicus*. 56, lateral view of female; 57, front view of face of female showing malar space.



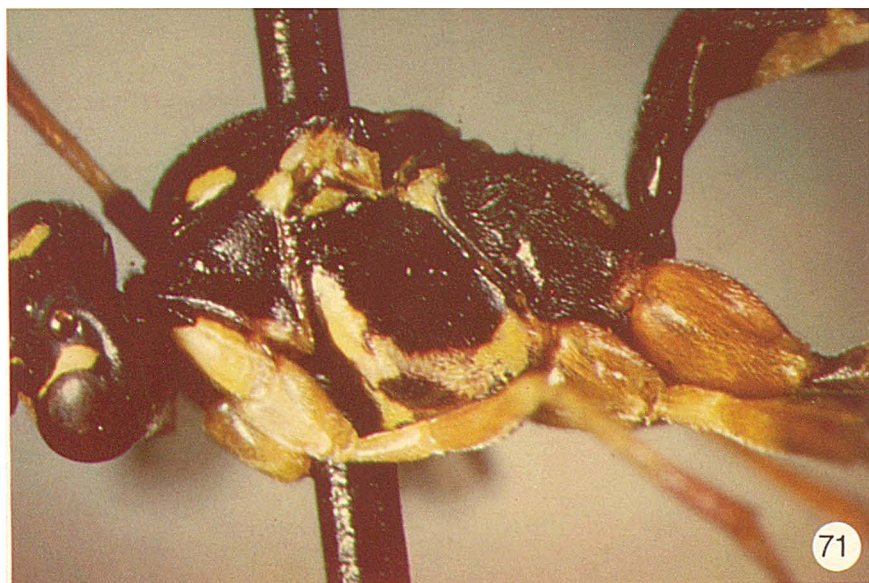
Figures 58-60. *Phytodietus* species. 58, *emicus*, lateral view of female showing infuscated coxae 2-3. 59-60, *oregonensis*: 59, malar space of female; 60, malar space of male.



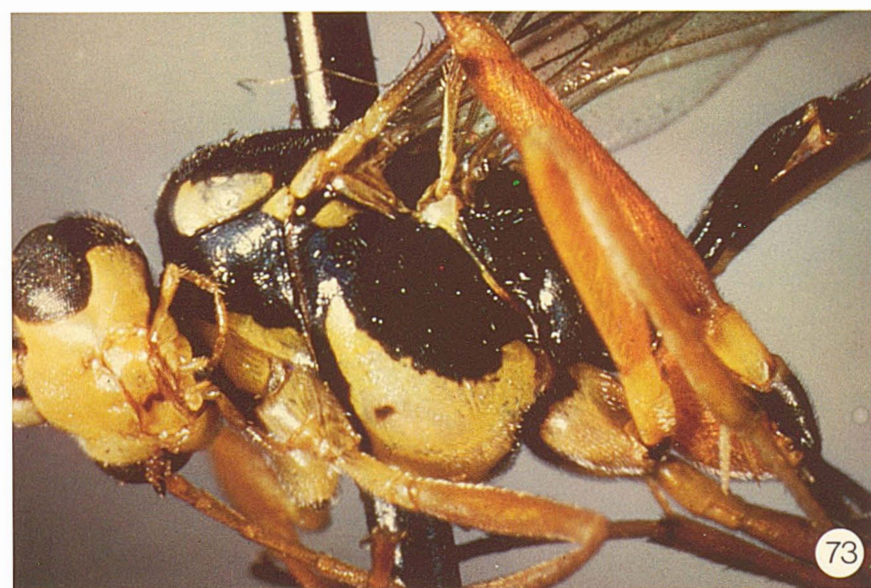
Figures 61-66. *Phytodietus* species. 61-62, *variana*: 61, malar space of male; 62, malar space of female. 63-64, *malinus*: 63, malar space of female; 64, malar space of male. 65, *improbanae* malar space of male. 66, *solandrianae* malar space of male.



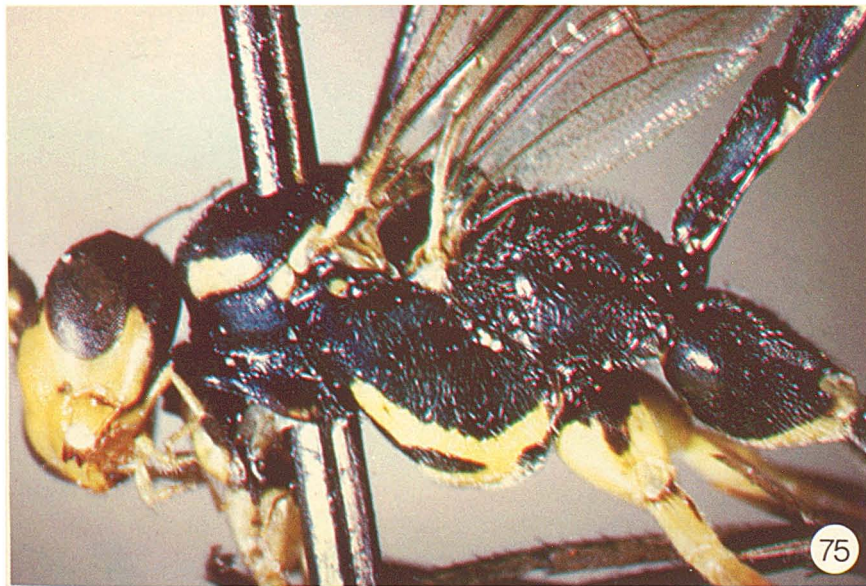
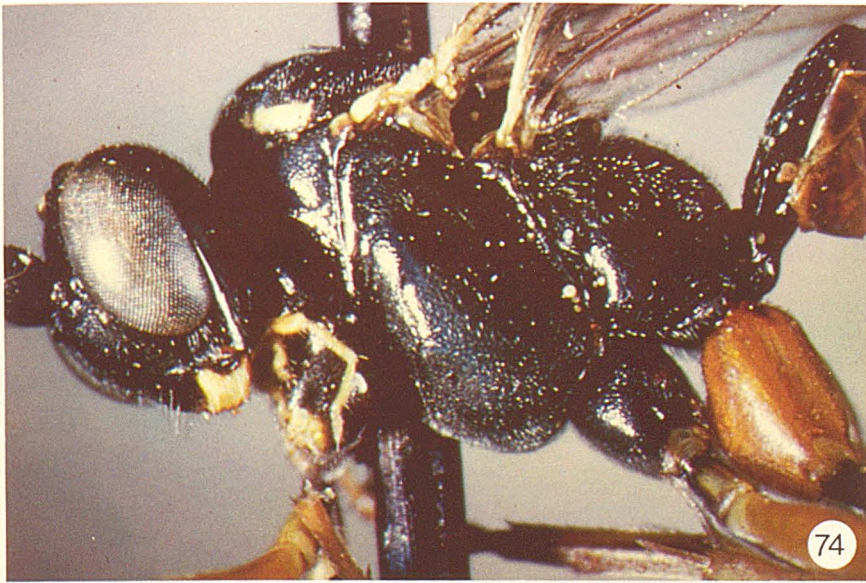
Figures 67-69. *Phytodietus* species. 67, *fuscus*, side view of head showing malar space, and side view of mesepisternum. 68, *emicus*, malar space of female. 69, *clypearius*, malar space of female.



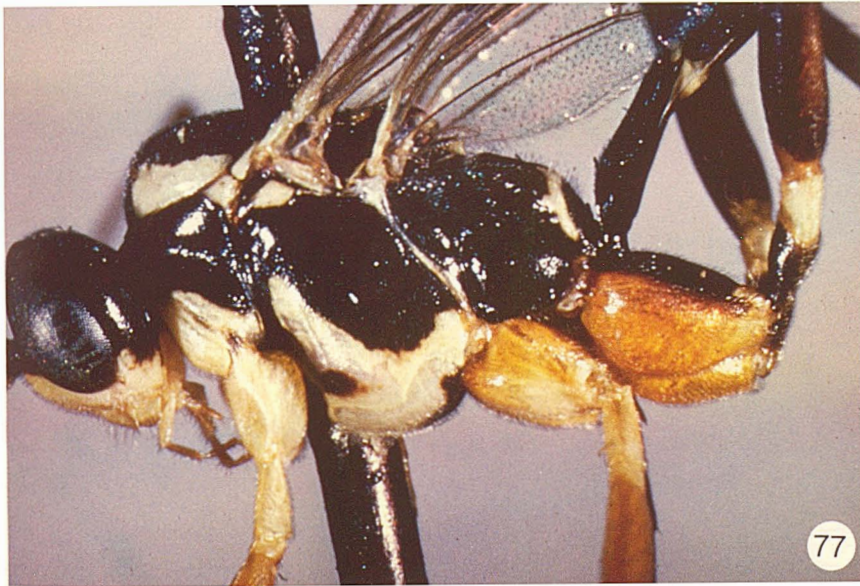
Figures 70-71. *Phytodietus conflictanae*. 70, lateral view of female; 71, lateral view of male.



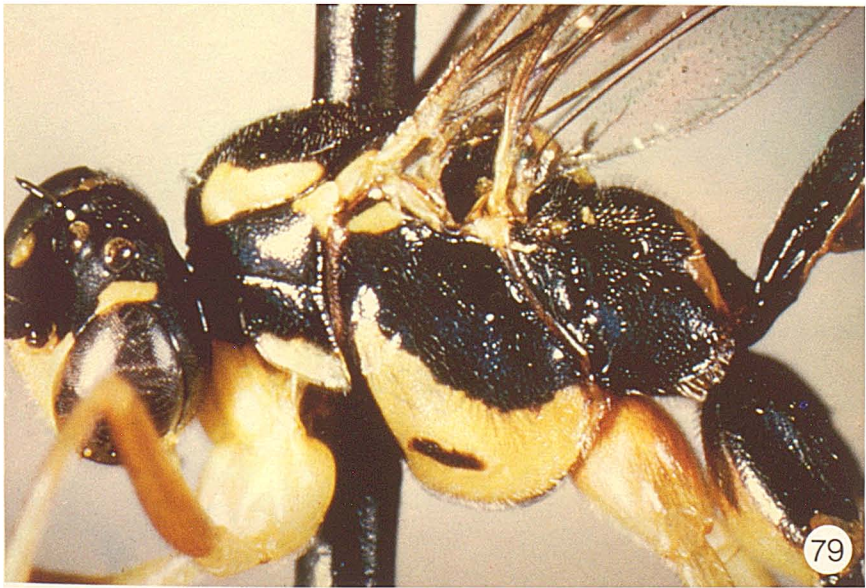
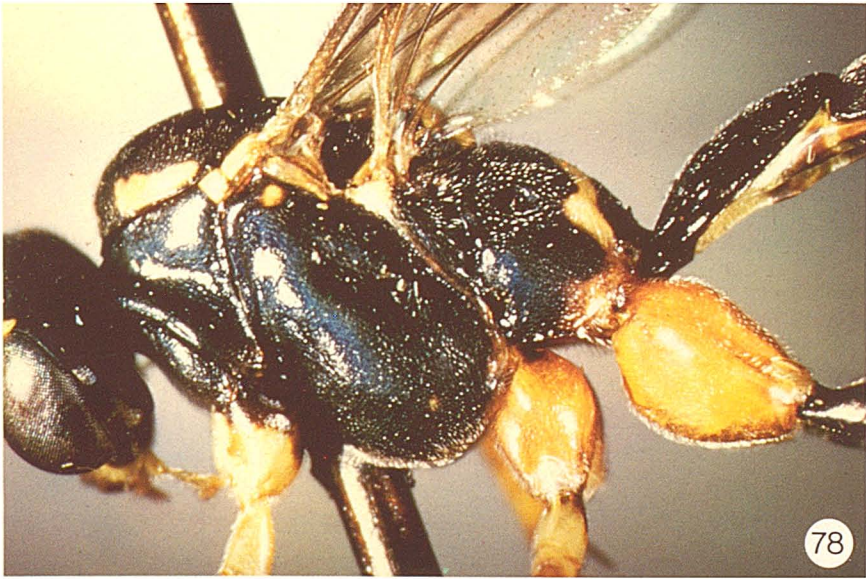
Figures 72-73. *Phytodietus solandrianae*. 72, lateral view of female; 73, lateral view of male.



Figures 74-75. *Phytodietus fuscus*. 74, lateral view of female; 75, lateral view of male.



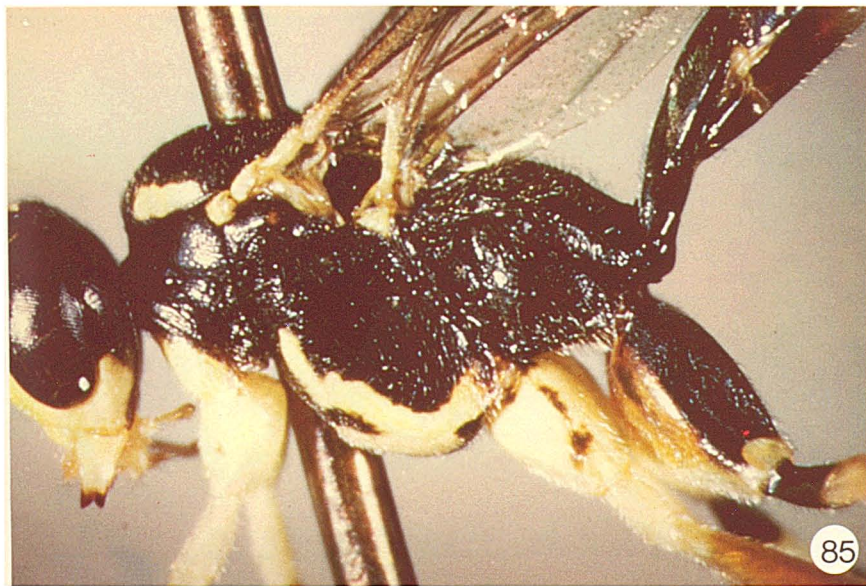
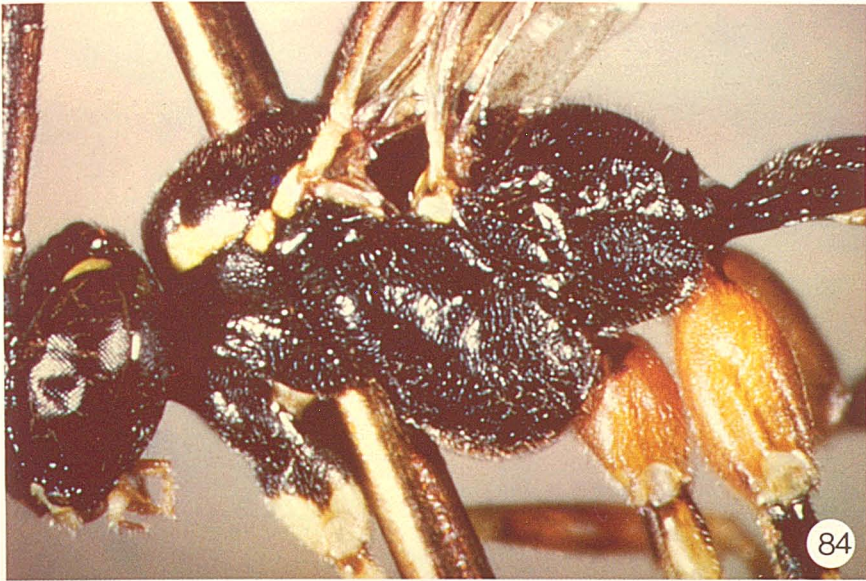
Figures 76-77. *Phytodietus lunigerellae*. 76, lateral view of female; 77, lateral view of male.



Figures 78-79. *Phytodietus fumiferanae*. 78, lateral view of female; 79, lateral view of male.



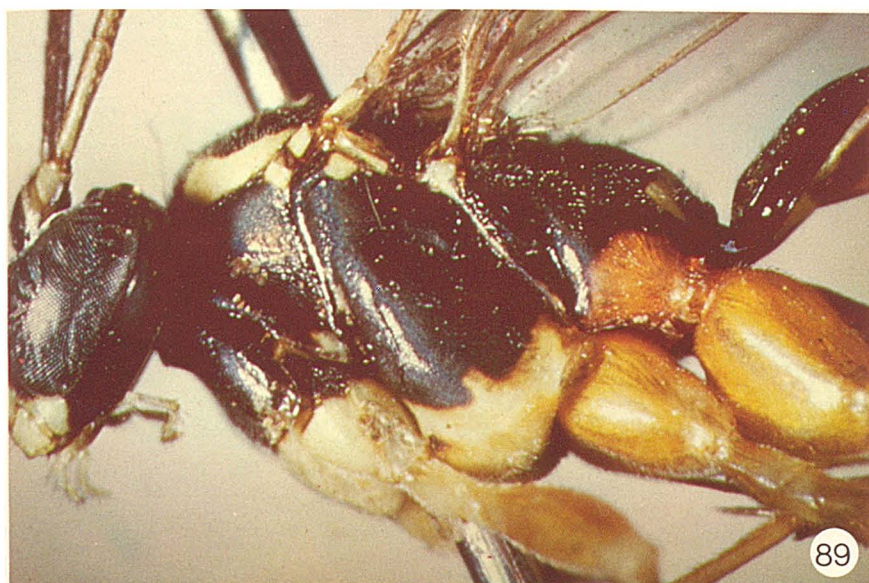
Figures 80-83. *Phytodietus* species. 80, *semifuscus*, lateral view of female. 81-82, *fumiferanae*, front view of tibia 3. 83, *lunigerellae*, front view of tibia 3.



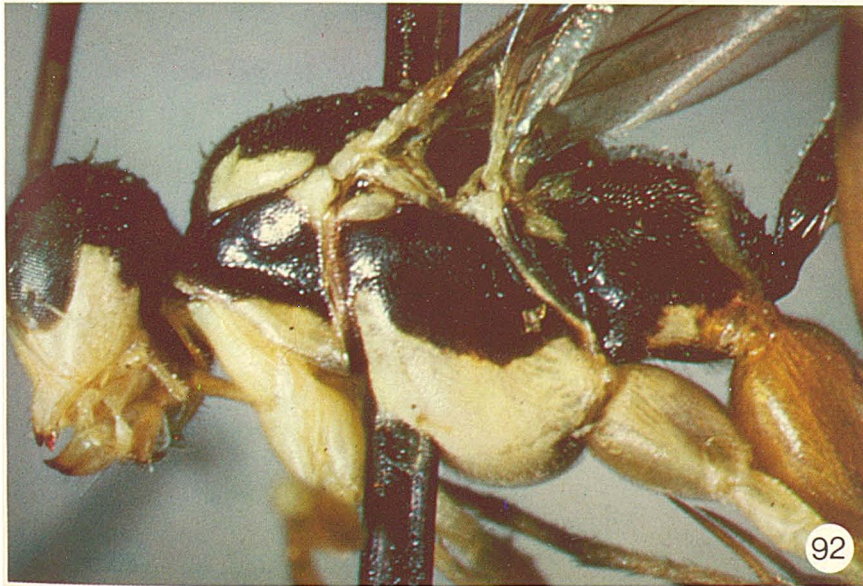
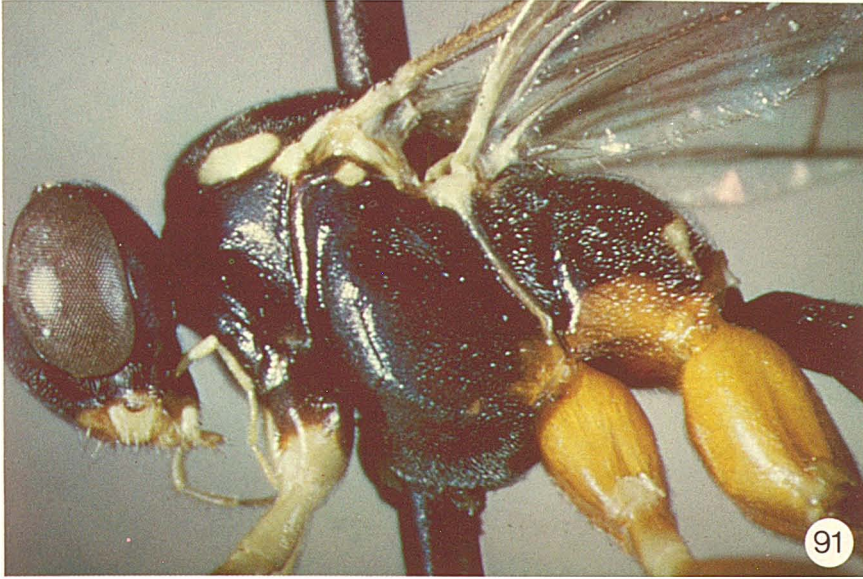
Figures 84-85. *Phytodietus hecatus*. 84, lateral view of female; 85, lateral view of male.



Figures 86-88. *Phytodietus hecatus*. 86, front view of fuscous trochantin 2; 87-88, front view of tibia 3.



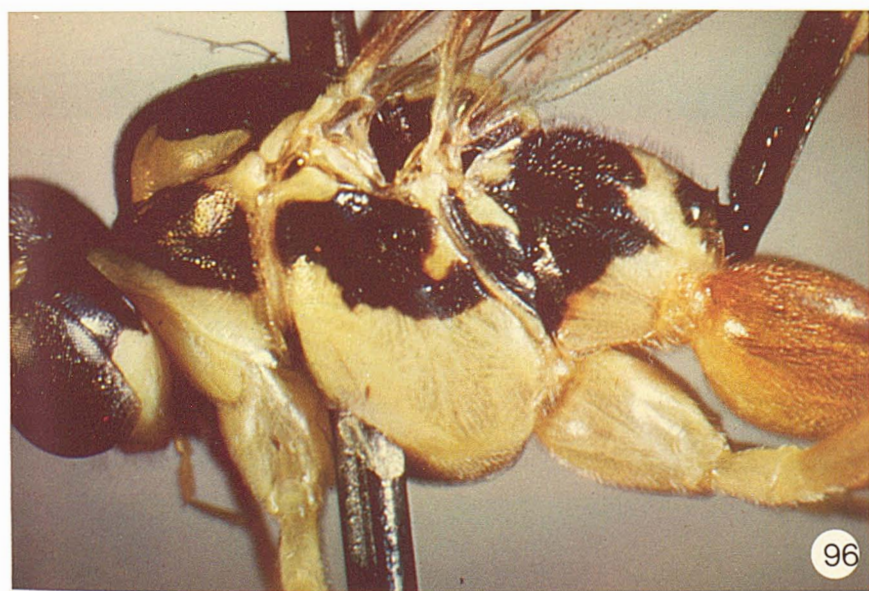
Figures 89-90. *Phytodietus semialbidus*. 89, lateral view of female; 90, front view of femur and tibia of leg 3.



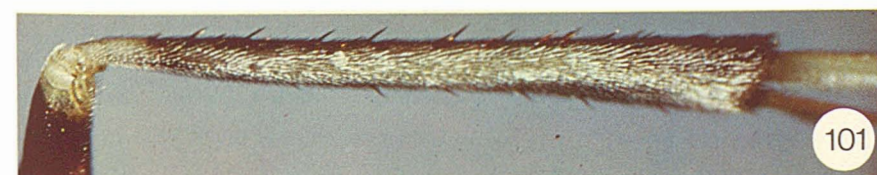
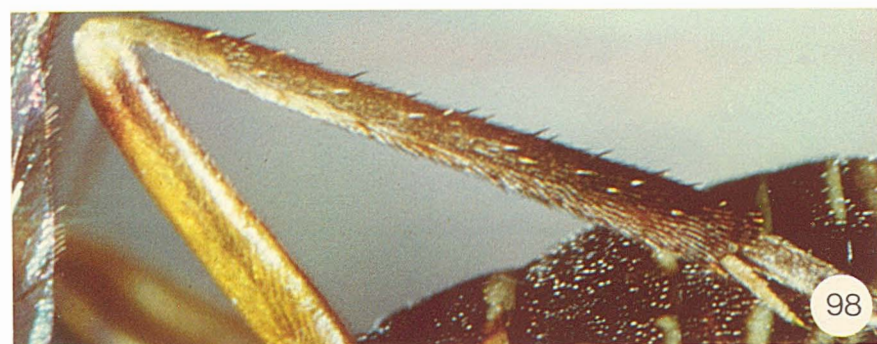
Figures 91-92. *Phytodietus vulgaris*. 91, lateral view of female; 92, lateral view of male.



Figures 93-94. *Phytodietus variana*. 93, lateral view of female; 94, lateral view of male, also showing fuscous dorsal face of coxa 3.



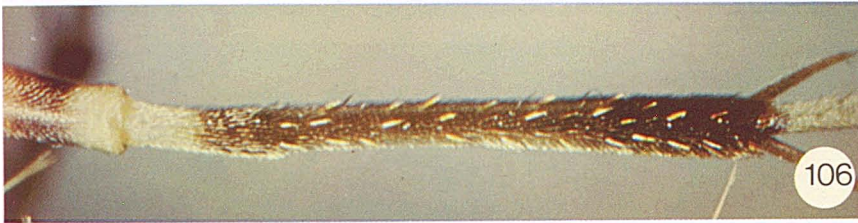
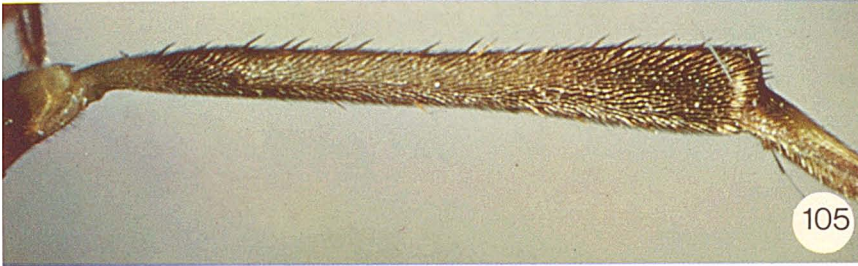
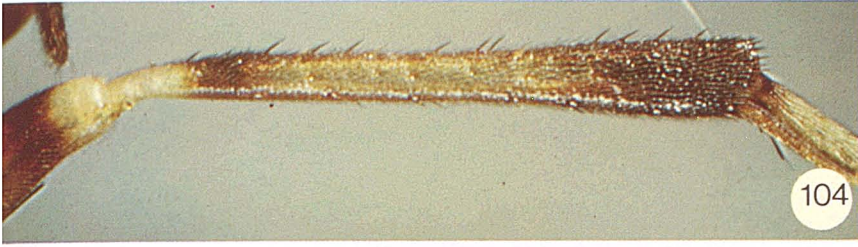
Figures 95-96. *Phytodietus plesia*. 95, lateral view of female; 96, lateral view of male.



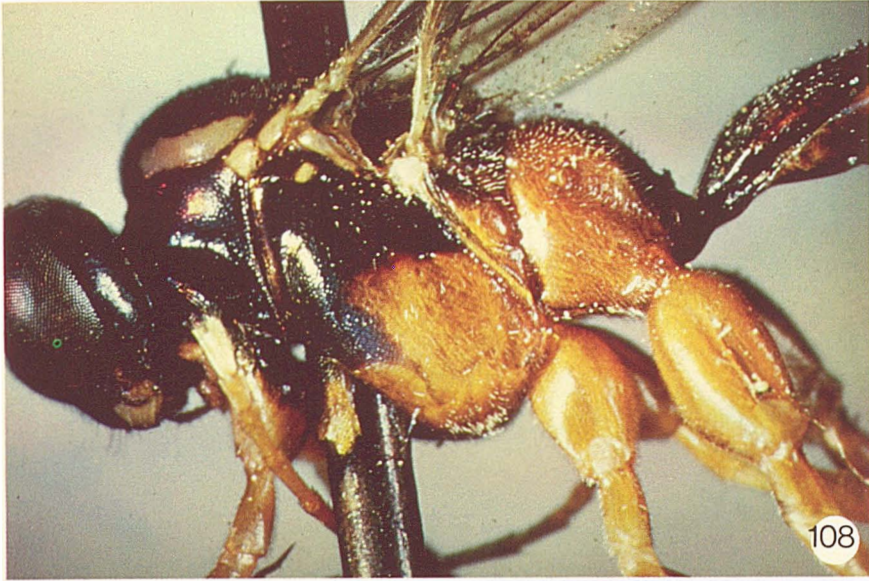
Figures 97-101. *Phytodietus* species. 97, *vulgaris*, posterior view of femur 3 and tibia 3. 98, *variana*, posterior view of femur 3 and tibia 3. 99-101, *plesia*, tibia 3: 99, dorsal view; 100, front view; 101, posterior view.



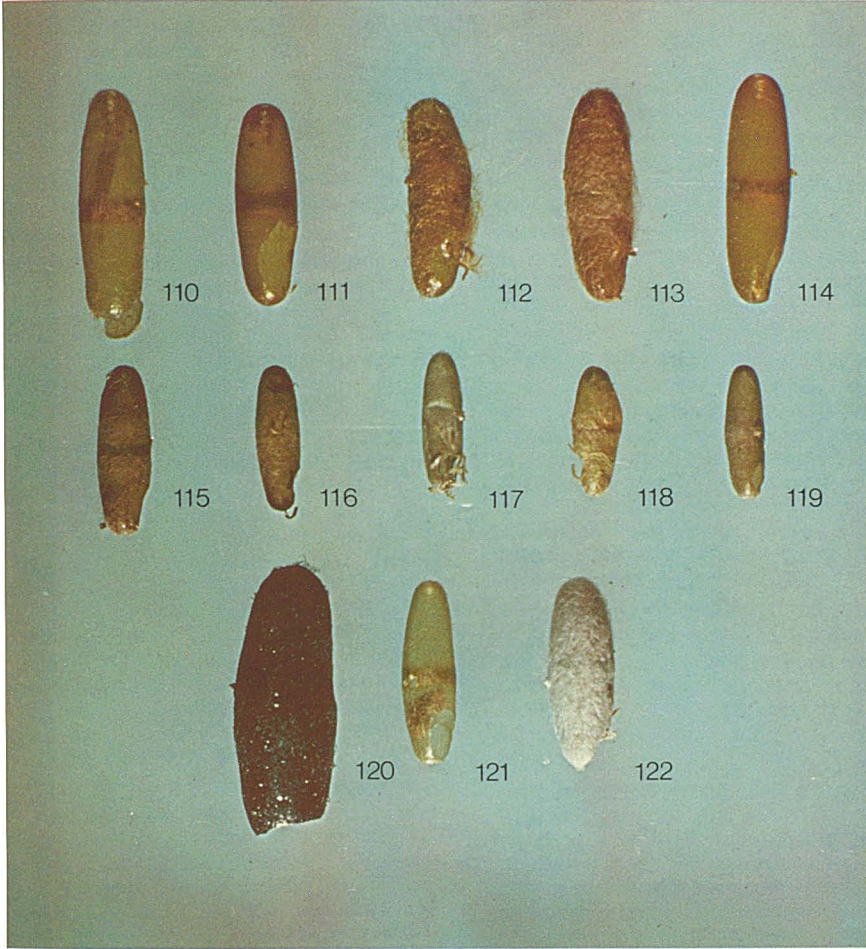
Figures 102-103. *Phytodietus burgessi*. 102, lateral view of female; 103, lateral view of male.



Figures 104-107. *Phytodietus burgessi*. 104-106, tibia 3: 104, posterior view; 105, front view; 106, dorsal view; 107, front view of leg 3.



Figures 108-109. *Phytodietus rubidus*. 108, lateral view of female; 109, legs of female.



Figures 110-122. *Phytodietus*, *Neuchorus* and *Netelia* species, examples of cocoons. 110, *Neuchorus pulcherrimus*. 111-119, 121-122 *Phytodietus* species: 111, *burgessi*. 112, *vulgaris*. 113, *conflictanae*. 114, *plesia*. 115, *solandrianae*. 116, *pleuralis*. 117, *improbanae*. 118, *variana*. 119, *criddleanae*. 120, *Netelia* sp. 121, *lunigerellae*. 122, *fumiferanae*.

MATERIAL EXAMINED: 135 ♀, 11 ♂.

HOSTS: Apart from a single record of the pyralid *Phlyctaenia coronata tertialis* Gn., all other North American records associate *N. pulcherrimus* with *Loxostege sticticalis* L. Various European species of *Phytodietus* have been confused with *N. rufipes rufipes* but apparently only the latter is a parasite of *L. sticticalis*.

SEASONAL OCCURRENCE: April to October with the peak in July (capture times in section on biology).

DISTRIBUTION: Widespread in Nearctic region with records from all Canadian provinces excepting Newfoundland, and isolated records from east to west in the United States (Fig. 136). Canadian, Hudsonian, Transition (Alleghenian, Transition), Upper Austral (Upper Sonoral, Carolinian) faunal zones.

CANADA. BC² — Cultus L. AB — Black Foot Coulee, Brooks, Calgary, Drumheller, Edmonton, Grande Prairie, Jumping Pd. Cr. 20 Mi W of Calgary, Lethbridge, Lloydminster, Morrin. MB — Minnedosa 5 Mi N. SK — Assiniboia, Battle R., Earl Grey, Elbow, Great Deer, Indian Head, Kenosee, Mossbank, Nipawin, Prince Albert, Redberry, Regina, Saskatoon, Swift Current. NB — Tabusintac. NS — Baddeck. ON — Aylmer West, Beardmore, Ailsa Craig, Finland, Ganonoque, Ingersoll, Innisville, Ottawa, Rondeau Pk., Simcoe, Smith's Bay near Picton, Stittsville. PE — Dalvay House. PQ — Aylmer Queens Pk., Hemmingford, ile de Montréal, Pke. Res. Kam. Co. 950¹.

UNITED STATES. OR — French Glen, Seaside. CO — near Alamosa. ND — Bottineau, Souris. NE — Valentine Refuge³. CT — East Hartford. DC — Georgetown, Rock Cr. Pk., Washington. IL — Gray's Siding. MI — Ann Arbor, Crystal Falls, Grosse Ile, Wayne Co., Iron R. NC — Highlands. NJ — Burlington, Moorestown. NY — Eagle Bay Wyoming Co., Farmingdale, Ithaca 6 Mi Cr., Poughkeepsie. PA — Philadelphia, Spring Br., Swiftwater. VA — Charlottesville, New Alexandria, Vienna. WV — Bolivar.

(2) *Neuchorus rutilus* (Krebs)

(Figs. 5, 6, 8, 137)

Phytodietus (*Neuchorus*) *rutilus* Krebs, 1969: 548. Holotype: ♀, labelled: "Millwood, N.Y., 20.VI.1936, coll.

H.K. Townes¹. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

PARATYPE FEMALE OF *N. RUTILUS*: Length about 7.6 mm. Rufous with black and cream markings (Fig. 5). Ocular orbit complete except at malar space and upper cheek; face cream with black streaks between base of clypeus and bases of antennae. Mesosternum black; mesepisternum tricolored; anterior region black with subcircular white marking at distal end of prepectal carina, posterior region rufous tinged with cream. Propodeum, legs and gaster (Fig. 8) rufous; tarsal articles 2-3 of leg 3, white. Ocular-ocellar space slightly greater than width of lateral ocellus. Ovipositor sheaths almost as long as tibia 3.

PARATYPE MALE OF *N. RUTILUS*: Length about 7.4 mm. Yellowish white and rufous with minor black markings (Fig. 6). Head cream with complete ocular orbit and black patch from bases of antennae to ocular carina; apical 13 articles of flagellum dusky. Thorax and propodeum yellowish white, mesepisternum with black marking below subtegular ridge. Coxa 3 with dorsal face fuscous; tarsal articles of leg 3 white except at base and apex. Gaster rufous.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: Mesepisternum tri-colored with anterior part black and posterior whitish with rufous, and white patch at distal end of prepectal carina (♀); tarsal articles of leg 3 chiefly white (♀, ♂); gaster predominantly rufous without acrotergites (♀ ♂); ocular orbit complete (♂).

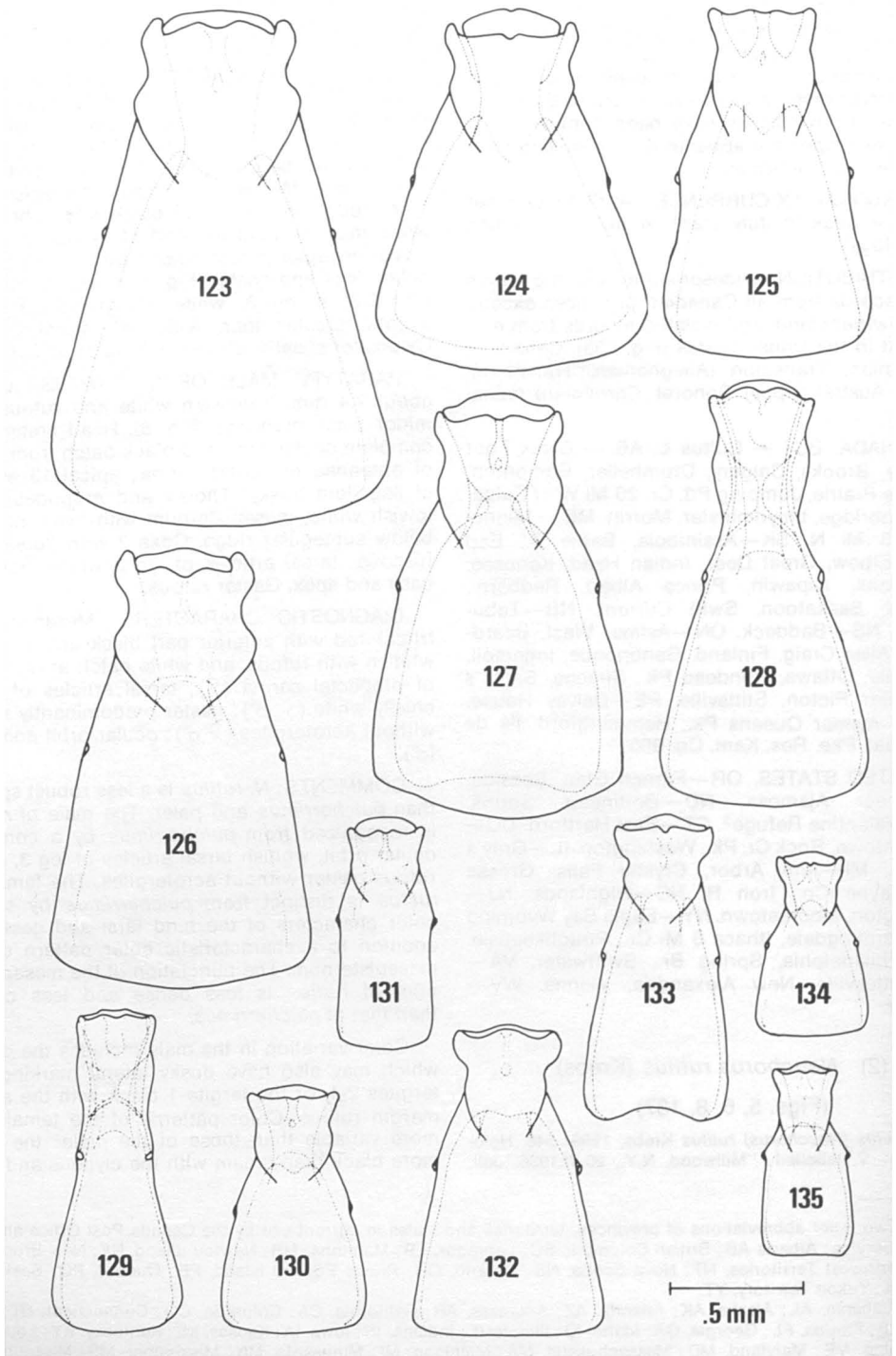
COMMENTS: *N. rutilus* is a less robust species than *pulcherrimus* and paler. The male of *rutilus* is recognized from *pulcherrimus* by a complete ocular orbit, whitish tarsal articles of leg 3, and a rufous gaster without acrotergites. The female of *rutilus* is distinct from *pulcherrimus* by similar color characters of the hind tarsi and gaster, in addition to a characteristic color pattern of the mesepisternum. The punctuation of the mesepisternum of *rutilus* is less dense and less coarse than that of *pulcherrimus*.

Color variation in the male includes the gaster which may also have dusky lateral markings on tergites 2-4, or the tergite 1 black with the apical margin rufous. Color patterns of the female are more variable than those of the male: the head more black than cream with the clypeus and ocu-

² Two letter abbreviations of provinces, territories and states in current use by the Canada Post Office and U.S. Postal Service: Alberta AB; British Columbia, BC; Labrador, LB; Manitoba, MB; Newfoundland, NF; New Brunswick, NB; Northwest Territories, NT; Nova Scotia, NS; Ontario, ON; Prince Edward Island, PE; Québec, PQ; Saskatchewan, SK; Yukon Territory, YT.

Alabama, AL; Alaska, AK; Arizona, AZ; Arkansas, AR; California, CA; Colorado, CO; Connecticut, CT; Delaware, DE; Florida, FL; Georgia, GA; Idaho, ID; Illinois, IL; Indiana, IN; Iowa, IA; Kansas, KS; Kentucky, KY; Louisiana, LA; Maine, ME; Maryland, MD; Massachusetts, MA; Michigan, MI; Minnesota, MN; Mississippi, MS; Missouri, MO; Montana, MT; Nebraska, NE; Nevada, NV; New Hampshire, NH; New Jersey, NJ; New Mexico, NM; New York, NY; North Carolina, NC; North Dakota, ND; Ohio, OH; Oklahoma, OK; Oregon, OR; Pennsylvania, PA; Rhode Island, RI; South Carolina, SC; South Dakota, SD; Tennessee, TN; Texas, TX; Utah, UT; Virginia, VA; Washington, WA; West Virginia, WV; Wisconsin, WI; Wyoming, WY; District of Columbia, DC.

³ The location of this place name and a few others for other species could not be found and therefore are not plotted on the distribution maps.



Figures 123-135. *Phytodietus* and *Neuchorus* species, examples of conformation of tergite 1 of gaster. 123-127, 130-135, *Phytodietus* species: 123, *plesia*, female. 124-125, *solandrianae*: 124, female; 125, male. 126, *burgessi*, female. 127, *conflictanae*, female. 128-129, *Neuchorus pulcherrimus*: 128, female; 129, male. 130-131, *improbanae*: 130, female; 131, male. 132-133, *clypearius*: 132, female; 133, male. 134-135, *malinus*: 134, female; 135, male.

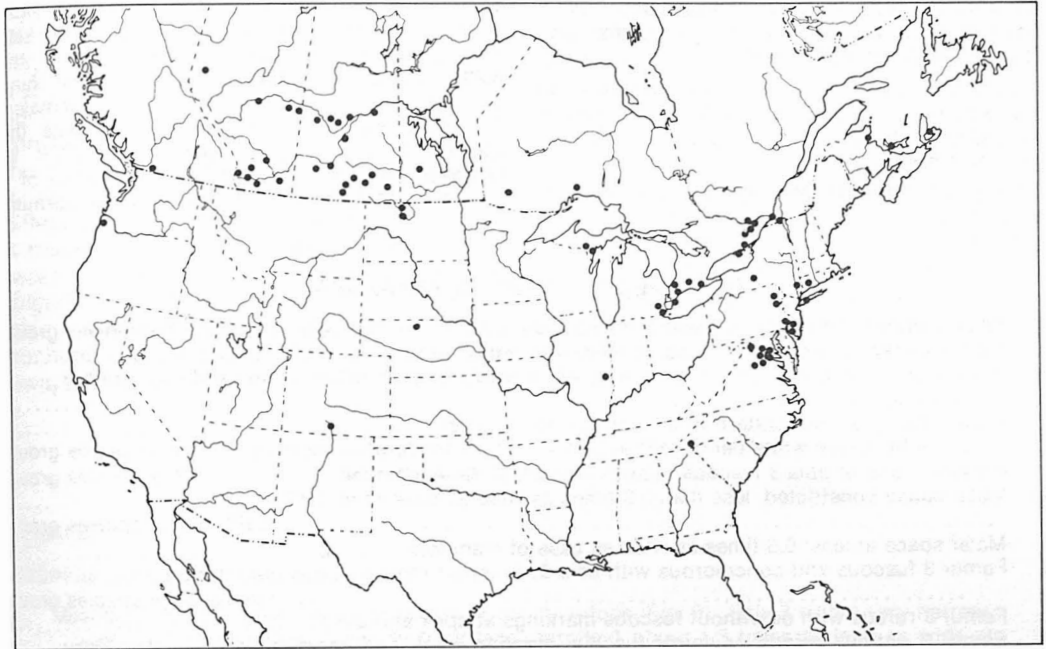


Figure 136. Distribution of *Neuchorus pulcherrimus*.

lar orbit whitish; the posterior area of mesepisternum whitish pink rather than rufous; propodeum pale rufous or tricolored with minor black markings; and the apex of the gaster from segment 5 fuscous.

MATERIAL EXAMINED: 4 ♀, 8 ♂ including material of the type series, but not the holotype.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: May (4 specimens), June (3), July (3), August (3), September (1).

DISTRIBUTION: Known only from northeastern North America (Fig. 137). Transition (Alleghenian) and Upper Austral (Carolinian) faunal zones.

CANADA. ON—Aylmer West, Rondeau Pk., St. Lawrence I. Nat. Pk. (first Canadian records). UNITED STATES. KY—Golden Pond. MD—Takoma Pk. MI—Ann Arbor, Mecosta Co. NY—Poughkeepsie, Troy.

Genus *Phytodietus* Gravenhorst, 1829

Phytodietus Gravenhorst, 1829: 928. Type species, *Phytodietus astutus* Gravenhorst, designated by Westwood, 1840.

GENERIC CHARACTERS: Lower cheek fuscous or black without a yellowish mark; epomia absent; propodeum with transverse striae; tergite 1 about 1.3 times as long as wide at its apex (female), evenly broadened apically from base and typically without a distinct narrowed part of the segment between spiracle and base (e.g. Figs. 123-127, 130-135); glymma well in front of spiracle and

more spherical in outline than elliptical; sternite 1 short, not as long as scape + pedicel and well in front of spiracle. Males, chiefly black and white.

DISTRIBUTION: Holarctic, Indo-Australian (Townes, 1969), Neotropical (new species in CNC).

In North America, nine species of *Phytodietus* occur only in the east, nine are in eastern and western regions, and 11 are found only in the west. The most northern records include *coxanotus* n. sp., at Norman Wells, Northwest Territories,

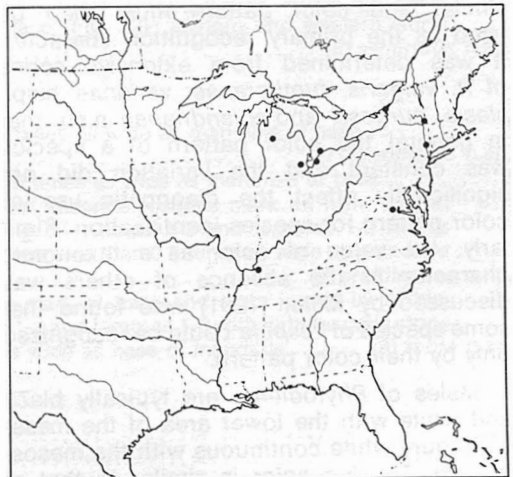


Figure 137. Distribution of *Neuchorus rutilus*.

solandrianae n.sp., from La Force Lake, Yukon Territory, and *vulgaris* at Ft. Providence and Yellowknife, Northwest Territories.

HOSTS: Parasitic on penultimate and final instar larvae of Microlepidoptera (chiefly Tortricidae) in leaf rolls or other protective shelters of webbing, grass and leaves.

SPECIES GROUPS OF *PHYTODIETUS*: The 29

species of this genus are arranged into eight species groups as shown in the following key. The groupings are based on characters of the malar space and color patterns of the hind leg which are shared by both males and females. The hind leg of *semialbidus* n.sp. relates the species to the *vulgaris* species group. It is, however, the only example in the material of a female of *Phytodietus* with a white mesosternum.

KEY TO SPECIES GROUPS OF *PHYTODIETUS*

1. Tibia 3 white, or chiefly white with a narrow, weak stripe on front face *Rubellus* species group
 Tibia 3 dusky, or medially banded or otherwise not as given 2
2. Tibia 3 partly or completely banded with white medially, or chiefly whitish on dorsum rather than fuscous 3
 Tibia 3 dusky or with pattern of infuscation not as given 4
3. Tibia 3 with medial white band, ventral face weakly or moderately fuscous *Pleuralis* species group
 Posterior face of tibia 3 fuscous at apex and white the remainder *Zebra* species group
4. Malar space constricted, less than 0.5 times as wide as base of mandible
 Malar space at least 0.5 times as wide as base of mandible 5
5. Femur 3 fuscous and concolorous with tibia 3, or femur more fuscous than dark red
 Femur 3 rufous with or without fuscous markings at apex and base 6
6. Femur 3 entirely rufous or apical fuscous marking weak and short; tibia 3 usually dusky without pale areas; habitus of ♀ fuscous or reddish brown *Solandrianae* species group
 Femur 3 not as given; tibia 3 dusky or with pale areas; habitus of ♀ rufous and fuscous 7
7. Femur 3 with pronounced apical and basal fuscous bands; tibia 3 dusky or with pale medial area behind; mesosternum fuscous (♀) (white in *P. semialbidus* n.sp.) *Vulgaris* species group
 Femur 3 with apex and base fuscous with base less fuscous than apex; tibia 3 dusky or with pale areas in front and behind, or ventrally; mesosternum rufous or fuscous (♀)
 *Burgessi* species group

SPECIES CHARACTERS: The Nearctic species of this genus are characterized by color patterns which often can be correlated with structural differences. The morphology of some species, however, is unusually similar and color pattern must then be used as the primary recognition character. It was determined from extensive series of *P. vulgaris*, *fumiferanae*, *variana* n.sp., *plesia*, *burgessi* and *solandrianae* n.sp. that in general the color pattern of a species was constant and the variation did not significantly affect the diagnostic use of color pattern for species identification. Similarly, the value of color as a taxonomic character in the absence of others was discussed by Miller (1961) who found that some species of *Vespula* could be recognized only by their color pattern.

Males of *Phytodietus* are typically black and white with the lower area of the mesepisternum white continuous with the mesosternum. The leg color is similar to that of females except that in some examples the

coxa 3 may be partly fuscous rather than completely rufous as in the female.

For females, a summary of the important characters used in this revision are given in Table III. Useful characters complementary to color pattern such as the malar space are italicized to indicate their occurrence. About one-half of the described species has one or more structural or sexually dichromatic characters associated with a specific color pattern. A structural character not easily described is the microsculpture of the mesepisternum, used rather extensively by Tolkanitz (1973). For species with distinctive color patterns only, the decision whether the material represents a color variant or a valid species is based on the relative importance of the color difference. For example, variation from the color pattern of *vulgaris* includes the rufous area of the mesepisternum, the light area of infuscation of tibia 3, and the intensity of the basal fuscous marking of femur 3. These differences are typical of populations of *vulgaris* but despite them

females are identifiable with the species key. Other examples include *pleuralis* which is similar to a sympatric species, *semirufus* n.sp., but distinct by color of the mesosternum. The color of the mesosternum is a constant character in the reared material of the *Phytodietus* examined for this study. *P. semirufus* also resembles *burgessi* but differs by a constant color pattern of tibia 3. A much less obvious difference is found in *hecatus* n.sp. which is closely allied to *vulgaris* and so far known only from the Island of Newfoundland. It has a fuscous trochantin 2, whereas that of *vulgaris* is always rufous. However, in addition, the

malar space of *hecatus* is somewhat wider and the male has the coxa 3 marked by fuscous.

Other useful taxonomic characters include the host (as a few species appear to be highly specific), and distribution (some species are restricted to western North America while others are known only from the eastern part of the continent). The characters of the immature instars for species recognition have not been studied apart from isolated larval descriptions (cited by Short, 1976). The cocoon may be distinctive e.g. *fumiferanae* has a white, opaque cocoon.

KEY TO SPECIES OF PHYTODIETUS

FEMALES

Rubellus species group

- Mesoscutum and mesepisternum rufous or chiefly rufous (Fig. 9); tibia 3 with a very narrow, weak reddish fuscous stripe on front face; tergite 1 about 1.3 times as long as wide at apex (1) *rubellus* n.sp.
- Mesoscutum chiefly fuscous (Fig. 11); mesepisternum rufous and black in approximately equal proportion (Fig. 12); tibia 3 completely white; tergite 1 unusually short and broad, wider at apex than long (2) *rubelloides* n.sp.

Pleuralis species group

- 1. Mesosternum fuscous; mesepisternum usually with small patch of rufous above coxa 2 (3) *pleuralis* Cresson
- Mesosternum rufous; mesepisternum color pattern not as given 2
- 2. Hypopygium white (Fig. 27); ventral face of tibia 3 weakly fuscous or weakly fuscous only at apex (4) *solicitanae* n.sp.
- Hypopygium infuscated at least basally (Fig. 26); infuscation of ventral face of tibia 3 more pronounced 3
- 3. Mesepisternum chiefly rufous with black absent or confined to narrow strip on dorsal margin (Fig. 17); tibia 3 weakly fuscous basally and mostly white dorsally excepting infuscated apex (Fig. 25); western North America (5) *rufosus* n.sp.
- Mesepisternum rufous and black in approximately equal proportion or apical 0.3 black (Fig. 19); tibia 3 at base fuscous on dorsal face (Fig. 23); eastern and western North America (6) *semirufus* n.sp.

Zebra species group

- 1. Mesosternum fuscous; malar space less than 0.5 times as wide as mandible at base (7) *terminatus* n.sp.
- Mesosternum rufous; malar space less than, or 0.5 times as wide as mandible at base 2
- 2. Femur 3 usually rufous, rarely whitish with a short, discrete fuscous mark on front face at apex, base with or without a similar mark (Fig. 31); tibiae 1-2 and femorae 1-2 rufous without a dorsal, light fuscous stripe; malar space less than 0.5 times as wide as mandible at base (8) *criddleanae* n.sp.
- Femur 3 whitish, front face with strong fuscous mark at base and apex joined by a thin, sometimes weak fuscous stripe (Fig. 41); tibiae 1-2 and femorae 1-2 with light fuscous stripe on dorsal face; malar space about 0.5 times as wide as base of mandible (9) *zebra* n.sp.

Californicus species group

- 1. Coxa 2 or 2-3 fuscous 2
- Coxa 2 white or rufous, 3 rufous 3
- 2. Mesepisternum relatively smooth with fine microsculpture medially; coxae 2-3 often completely fuscous (Fig. 43); malar space somewhat less than 0.5 times as wide as base of

- mandible; width of face subequal to width of tergite 1 at apex(10) *clypearius* Ashmead
 Mesepisternum almost entirely microsculptured; coxa 2 black basally on all sides; coxa 3, dorsal face fuscous with front and behind rufous; malar space about 0.3 times as wide as mandible at base; face not nearly as wide as apex of tergite 1(11) *oregonensis* n. sp
3. Mesosternum rufous 4
 Mesosternum fuscous 5
4. Mesepisternum and metapleurum black, rarely mesepisternum rufous on basal margin; coxae 2-3 usually with small fuscous marking at apex of dorsal face (Fig. 47); femur 3 rufous with or without a weak fuscous mark on front face at apex(12) *coxanotus* n.sp.
 Mesepisternum black and rufous; metapleurum rufous (Fig. 56); color pattern of coxae not as given(13) *californicus* Ashmead
5. Coxa 2 with light fuscous mark at extreme base; tibia 3 not as deeply infuscated behind as in front; tergite 1 evenly broadened from base to apex (σ^7 with dorsal face of coxa 3 rufous)(14) *malinus* n.sp.
 Coxa 2 usually without fuscous mark at base; tibia 3 uniformly fuscous; tergite 1 not much wider at apex than long and somewhat constricted between base and spiracle (σ^7 with dorsal face of coxa 3 fuscous)(15) *improbanae* n.sp.

Fumiferanae species group

1. Punctures of mesepisternum open and fine so that microsculpture is apparently absent; ovipositor sheaths subequal to length of tibia 3; cocoon stramineous and semitransparent (Fig. 121) (σ^7 with coxa 3 rufous or partly fuscous)(16) *lunigerellae* n.sp.
 Mesepisternum shagreened and with relatively coarse punctures; combination of characters not as given 2
2. Legs 1-3: 1, coxa in greater part fuscous, trochantin fuscous dorsally; 2, coxa rufous with fuscous mark in trough at apex of dorsal face, femur with light apical and basal fuscous area on front face, tibia with a dorsal streak of grey; 3, coxa like leg 2, femur and tibia deeply fuscous except posterior face of tibia pale medially (Fig. 80); eastern species(17) *semifuscus* n.sp.
 Legs 1-2 chiefly rufous with coxa 1 usually white and without fuscous markings; leg 3: femur completely fuscous like tibia (Figs. 81-82), or femur partly fuscous with a long subapical area of infuscation, or ventral and dorsal faces of femur not as dark as apex and base; cocoon opaque so that medial band not clearly visible on exterior, whitish, somewhat woolly (Fig. 122); western species(18) *fumiferanae* Rohwer

Solandrianae species group

1. Coxa 2 in greater part or completely fuscous 2
 Coxa 2 rufous 3
2. Trochantin 2 white; coxa 2 fuscous with apex pale; coxa 3 fuscous basally on lower face with remainder rufous (Fig. 58); eastern species(19) *emericus* n.sp.
 Trochantin 2 fuscous; coxa 2 completely fuscous, 3 completely rufous (Fig. 74); western species(20) *fuscus* n.sp.
3. Habitus reddish brown to fuscous with mesepisternum completely dark or yellowish rufous ventrally above coxa 2; metapleurum dark or yellowish rufous completely or on ventral margin (σ^7 with dorsal face of coxa 3 fuscous)(21) *variana* n.sp.
 Habitus black without rufous marking on mesepisternum and metapleurum (σ^7 with dorsal face of coxa 3 rufous) 4
4. Trochantins 1-3 fuscous or at least 1-2 basally and 3 entirely (Fig. 72); mesepisternum with dense, closely spaced punctures(22) *solandrianae* n.sp.
 Trochantins 2-3 rufous; mesepisternum polished with fine punctures usually spaced further apart than their diameters(23) *conflictanae* n.sp.

Vulgaris species group

1. Mesosternum white(24) *semialbidus* n.sp.
 Mesosternum fuscous 2
2. Flagellar articles 32-35; trochantin 2 completely or incompletely fuscous; malar space somewhat more than 0.5 times as wide as base of mandible; thorax and propodeum fuscous without rufous marking; tibia 3 usually entirely fuscous (σ^7 with dorsal face of coxa 3 fuscous)(25) *hecatus* n.sp.
 Flagellar articles 35-37; malar space about 0.5 times as wide as base of mandible; mesepisternum and metapleurum with ventral rufous marking; posterior face of tibia 3 usually pale apically (σ^7 with posterior face of coxa 3 rufous)(26) *vulgaris* Cresson

Burgessi species group

1. Mesosternum fuscous; ovipositor sheaths clearly longer than tibia 3; mesepisternum chiefly fuscous though posterobasally whitish or white with rufous (Fig. 95); femur 3 with prominent apical fuscous band and a weaker band at base(27) *plesia* Rohwer
- Mesosternum rufous; other characters not in combination given2
2. Tibia 3 with dorsal and ventral faces light or moderately fuscous, front and posterior sides pale between fuscous base and apex (Figs. 104-106); mesepisternum rufous 0.5 basally; propodeum black with cream marking behind(28) *burgessi* (Cresson)
- Tibia 3 deeply and uniformly fuscous; mesepisternum anterodorsally black; propodeum rufous behind (Figs. 108-109)(29) *rubidus* n.sp.

MALES

(Males of *californicus*, *rubelloides*, *semifuscus*, *rubidus*, *semialbidus* and *emericus* are unknown)

1. Mesoscutum rufous (Fig. 10)(1) *rubellus*
- Mesoscutum fuscous or fuscous with cream markings2
2. Tibia 3 with posterior face completely or incompletely banded medially, basal infuscation sometimes weak or absent3
- Tibia 3 dusky or with other pattern of infuscation6
3. Dorsal face of coxa 3 fuscous (Fig. 16)(4) *solicitanae*
- Coxa 3 entirely rufous4
4. Metapleurum black or basal 0.1-0.5 rufous or cream (Fig. 14)(3) *pleuralis*
- Metapleurum usually entirely rufous or less commonly cream5
5. Mesepisternum finely shagreened, punctures widely separated and sparse, black and white (Fig. 18); western North America(5) *rufosus*
- Mesepisternum with closely spaced punctures and not clearly shagreened, usually black and white with rufous medially or next to propodeum (Fig. 20); eastern and western North America(6) *semirufus*
6. Front face of femur 3 with fuscous stripe from base to apex which is continuous or interrupted medially (Figs. 39-40)7
- Femur 3 chiefly fuscous or rufous and weakly or moderately banded at apex or apex and base8
7. Mesepisternum tri-colored: rufous, white and black (Fig. 32); basal 0.5-1.0 of metapleurum rufous; malar space 0.5 times as wide as mandible at base or in some specimens somewhat less (Fig. 37); eastern and western North America(8) *criddleanae*
- Mesepisternum black and white without rufous (Fig. 42); metapleurum basally rufous or white; malar space extended, about as wide as base of mandible (Fig. 38); eastern North America(9) *zebra*
8. Malar space constricted with width less than 0.5 times as wide as base of mandible (e.g. Fig. 64) 9
- Malar space at least 0.5 times as wide as base of mandible (e.g. Fig. 61)14
9. Coxa 3 usually rufous10
- Coxa 3 partly or in greater part fuscous11
10. Malar space unusually narrow with base of mandible close to eye (Fig. 64); mesepisternum chiefly fuscous with basal marginal whitish mixed with a fuscous streaking (Fig. 55); posterior face of tibia 3 darkest at apex and remainder pale rufous without a clear line of separation; western North America(14) *malinus*
- Malar space not as constricted; mesepisternum white and black in ratio of about 0.4-0.6 (Fig. 30); posterior face of tibia 3 fuscous at apex and remainder white (Fig. 35); eastern North America(7) *terminatus*
11. Mesepisternum scarcely shagreened, that of some specimens almost smooth; coxa 3 black on sides and dorsum, and basally below(10) *clypearius*
- Shagreen of mesepisternum evident; coxa 3 infuscated on dorsal face only, or partly or completely the front face with posterior face whitish12
12. Coxa 2 white, 3 light rufous (Fig. 48): 2 usually with small light fuscous marking on dorsal face near apex, 3 with black dorsally at base and often streaked with black between base and apex; mesepisternum relatively smooth with random, short aciculae and an indication of shagreen(12) *coxonotus*
- All coxae whitish except fuscous area of coxa 3; shagreen of mesepisternum relatively more pronounced13
13. Tibia 3, 2.3-2.6 mm long (coxa 2 and 3 of ♀ fuscous)(11) *oregonensis*
- Tibia 3, 1.2-1.9 mm long (coxa 2 and 3 of ♀ rufous)(15) *improbanae*
14. Femur 3 deeply fuscous, concolorous with tibia 315
- Femur 3 rufous with or without apical fuscous band, basal band light fuscous or absent16
15. Coxa 3 chiefly rufous; mesepisternum with an open, fine microsculpture; cocoon stramineous, thin-walled, semitransparent (Fig. 121)(16) *lunigerellae*

- Coxa 3 fuscous; mesepisternum with a dense, fine microsculpture; cocoon whitish, thick-walled, opaque (Fig. 122).....(18) *fumiferanae*
- 16. Femur 3 rufous with apical fuscous mark usually weak or absent17
- Femur 3 with fuscous band at apex pronounced, and basal band at least moderately indicated ..20
- 17. Coxa 3 rufous18
- Coxa 3 in greater part fuscous, or fuscous on dorsal face only19
- 18. Trochantin 2 fuscous dorsally at base (Fig. 73); mesepisternum white-yellow to black in proportion of about 1:3 and basally without streaks of fuscous (Fig. 73); tibia 3 light reddish dusky ventrally towards base(21) *solandrianae*
- Trochantin 2 without indication of infuscation; mesepisternum chiefly black with white at base streaked with fuscous (Fig. 71); tibia 3 entirely dusky(22) *conflictanae*
- 19. Coxa 3 in greater part fuscous; apex of femur 3 with a weak, short indication of infuscation; malar space not as wide as base of mandible; metapleurum chiefly or entirely black (Fig. 75); western North America(20) *fuscus*
- Only dorsal face of coxa 3 fuscous; metapleurum reddish brown with cream basally (Fig. 94); malar space about as wide as mandible as its base (Fig. 61); transcontinental in North America(21) *varianae*
- 20. Tibia 3 dusky or with pale medial streak on posterior face; metapleurum black21
- Tibia 3 fuscous on all sides at apex, dorsal face light fuscous, front and posterior sides mainly pale and ventral side basally pale; basitarsus and often articles 2-3 banded; metapleurum a combination of black and rufous or cream22
- 21. Dorsal face of coxa 3 fuscous (Fig. 85); metapleurum black (Fig. 85); dorsal face of tibia 2 light fuscous(24) *hecatus*
- Coxa 3 completely rufous; metapleurum often with rufous basally (Fig. 92); dorsal face of tibia 2 without fuscous stripe(25) *vulgaris*
- 22. Metapleurum chiefly fuscous or basally 0.2-0.3 white, rarely rufous (Fig. 96)(26) *plesia*
- Metapleurum 0.5-1.0 rufous or white (Fig. 103)(28) *burgessi*

(1) *Phytodietus rubellus* n.sp.
(Figs. 9-10, 138)

H. & M. Townes. SC-Cleveland, 4 ♀, 8 ♂, 8-20.V.1971, coll. G. Townes family (TOW) (all paratype specimens CNC 15860).

Holotype: ♀, United States. South Carolina, Cleveland, coll. 18.V.1971, G. Townes family. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: United States. AZ—Ramsey Cyn. 6000' 15 Mi S Sierra Vista Huachuca Mts., 1 ♀, 1.X.1964, coll. Sternitzky (CNC). AL-Gulf Shores, 2 ♀, 21-23.IV.1968, coll.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.6 mm. Rufous and black (Fig. 9). Head black with mandibles, clypeus and spot beside eye in ocellar space cream. Pronotum black. Mesonotum rufous with lateral lobes in front cream, and front of scutum black; mesepisternum, mesosternum, metapleurum concolorous with rufous of

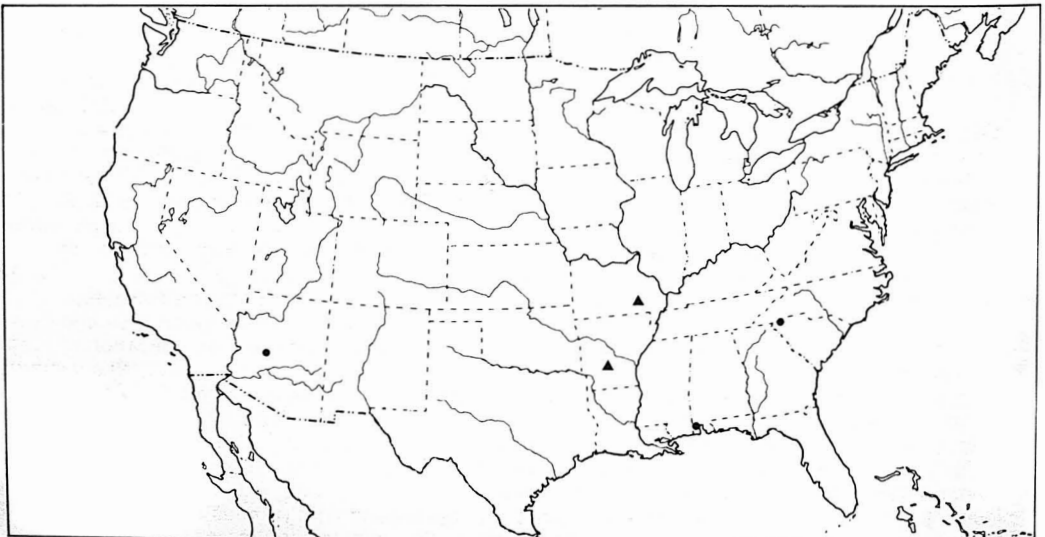


Figure 138. Distribution of *Phytodietus rubellus* (●) and *P. rubelloides* (▲).

mesoscutum except slight black area between wing bases extending posteriorly to spiracle of propodeum; notauli unusually well impressed. Propodeum black behind. Legs 1-3 chiefly white or yellowish white; femur 3 without fuscous markings and concolorous with coxa 3; tibia 3 with a very weak, interrupted reddish stripe on front face, its extreme apex and that of basitarsus and subsequent tarsomeres rufous. Hypopygium white with preceding sternites chiefly white. Flagellar articles 33; malar space subequal to ocular-ocellar space or about half as wide as base of mandible. Tibia 3.2.2 mm long. Ovipositor sheaths 1.8 mm long with thick, brush-like black hair.

MALE: Length about 5.7 mm. Tricolored-rufous, black and white (Fig. 10). Similar to female with the following differences. Face, mandibles, lower cheeks white. Pronotum in front black medially but white behind. Mesosternum, lower 0.5-0.7 mesepisternum white with rufous medially and black behind humeral bar; mesepimeron black. Leg 3: trochantin rufous on dorsal face; tibia like female or with thin reddish stripe more pronounced.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: Rufous mesoscutum (♀, ♂).

COMMENTS: *P. rubellus* is a striking, easily recognized species. It is unique in *Phytodietus* by a rufous mesoscutum, and with the color pattern of males and females quite similar. The scutum of one female in the series is black medially at its front margin. The impressed notauli, pale legs and color pattern of the hind legs are also distinctive.

MATERIAL EXAMINED: 8 ♀, 8 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: April (2 specimens), May (13).

DISTRIBUTION: Apparently a southern species with specimens collected only from the southern United States in Alabama, South Carolina, and Arizona (Fig. 138). Transition, Lower Austral (Carolinian), Upper Austral (Austroriparian) faunal zones.

(2) *Phytodietus rubelloides* n.sp.

(Figs. 11-12, 138)

Holotype: ♀, United States. Arkansas, L. Ouachita, 1972, Malaise trap 1-17. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15319.

Paratypes: United States. MO—Williamsville, 1 ♀ 22.IV.13.V.1970, Malaise trap, coll. J. T. Becker (CNC).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.6 mm. Black and rufous (Fig. 11). Head black including clypeus, pink mark beside eye in ocular-ocellar space; flagellum light reddish, basal 8 articles dusky above. Mesoscutum chiefly black with linear areas of rufous at position of notauli from front margin to scutellum (Fig. 12); mesepisternum and metapleurum black and rufous (Fig. 11). Hypopygium white with a pale rusty medial mark.

Legs white with coxa 3 rufous; prominent short, stout spines on tibia and tarsi of leg 3. Notauli not distinctly impressed; mesepisternum with an open, moderately distinct punctation. Tergite 1 very short and broad. Tibia 3, 2.7 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, white legs, black and rufous mesepisternum, rufous markings on mesoscutum, tergite 1 as broad as long at apex or broader than long; absence of notauli.

COMMENTS: This distinctive species is allied most closely to *rubellus* as indicated by its white legs and rufous markings on the mesoscutum. The tergite 1 is unique in *Phytodietus* by its reduced length which is somewhat less than its apical width.

MATERIAL EXAMINED: 2 ♀.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: April-May.

DISTRIBUTION: Southeastern United States (Fig. 138). Austral (Lower Austral) faunal zone.

(3) *Phytodietus pleuralis* Cresson

(Figs. 13-14, 21-22, 116, 139)

Phytodietus pleuralis Cresson, 1865: 266. Holotype: ♂, labelled "Col. Type No. 1510, *Phytodietus pleuralis* Cresson (written)". Type in the Philadelphia Academy of Sciences, Philadelphia, Pennsylvania.

Phytodietus parvus Rohwer, 1920: 463-464. Holotype: ♀, labelled "Siskiyou Co. Cal., Type No. 22163 U.S.N.M. det. Roh., *Phytodietus parvus* Roh. Type ♀ (written)". Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C., new synonym.

HOLOTYPE MALE OF *P. PLEURALIS*: Length about 6.5 mm. Black and white (Fig. 14). Face and lower cheeks, upper eye orbit to lateral ocellus, and lower eye orbit for 0.3 eye length white, remainder black. Mesoscutum black with front of lateral lobes white; mesepisternum black and white in approximately equal proportion with black extending onto front margin and upper area of pronotum; mesosternum white but black basally in front of coxa 3. Metapleurum completely black as well as remainder of propodeum. Leg 3: femur generally rufous with a weak fuscous mark at apex; tibia with a medial white area except the ventral face which is lightly fuscous (Figs. 21-22). Tergite 2 longer than wide at base. Mesepisternum finely shagreened, shining.

HOLOTYPE FEMALE OF *P. PARVUS*: Length about 4.2 mm. Black with some rufous. Mandibles, mark beside eye in ocular-ocellar space, front of mesonotal lobes, acrotergites cream. Mesepisternum just above coxa 2, metapleurum, and metasternum rufous. Leg 3: femur weakly fuscous at apex, base rufous; tibia as described in species key, 1.6 mm long and subequal to ovipositor sheaths; 0.8 basitarsus and 0.5 tarsomere 2 basally white. Malar space about 0.5 times as wide as base

of mandible. Tergite 1 only slightly longer than wide at apex which is almost 1.3 times as wide as face between eyes.

COCOON : Light stramineous, semitransparent with a narrow greyish medial band (Fig. 116).

DIAGNOSTIC CHARACTERS : In the following combination, fuscous or black mesosternum, incomplete medial white band of tibia 3 (♀); mesepisternum finely shagreened, punctures fine and discrete (♀, ♂) metapleurum most often black with an incomplete or complete medial white band of tibia 3, and rufous coxa 3 (♂).

COMMENTS : The type specimen of *pleuralis* is damaged as follows : wings torn at distal ends and flagellar articles incomplete with 11 on right and 22 on left flagellum.

The male type of *pleuralis* closely resembles males of *semirufus* n.sp., in the color pattern of the tibia 3 which is a complete or incomplete medial white band. A diagnostic character of *pleuralis* is the color of the metapleurum — that

of the type is completely black. Reared males of *pleuralis* have the metapleurum colored like that of the type (12 specimens) or 0.1-0.2 rufous basally (1), or rufous as much as 0.5 basally (6). A sample of nine males reared from *Acleris minuta* (Rob.) shows the range of this color variation.

The female of *pleuralis* (Fig. 13) is characterized by a black mesosternum and, like the male, an incomplete medial banding of tibia 3. Such females have been associated in this study with males that agree well with the Cresson type of *pleuralis*. Rohwer (1920) described *parvus* from a single female that is conspecific with females now identified as *pleuralis*. As a result the name *parvus* becomes a synonym of *pleuralis* Cresson.

Color variation in females of *pleuralis* involves chiefly the mesepisternum and the hind leg. The rufous area of the mesepisternum is confined to a small patch just above coxa 2 or covers an area equal to that of the metapleurum. Of 128 females, the rufous area was less than that of the metapleurum in 102 (73 percent) and about equal to it

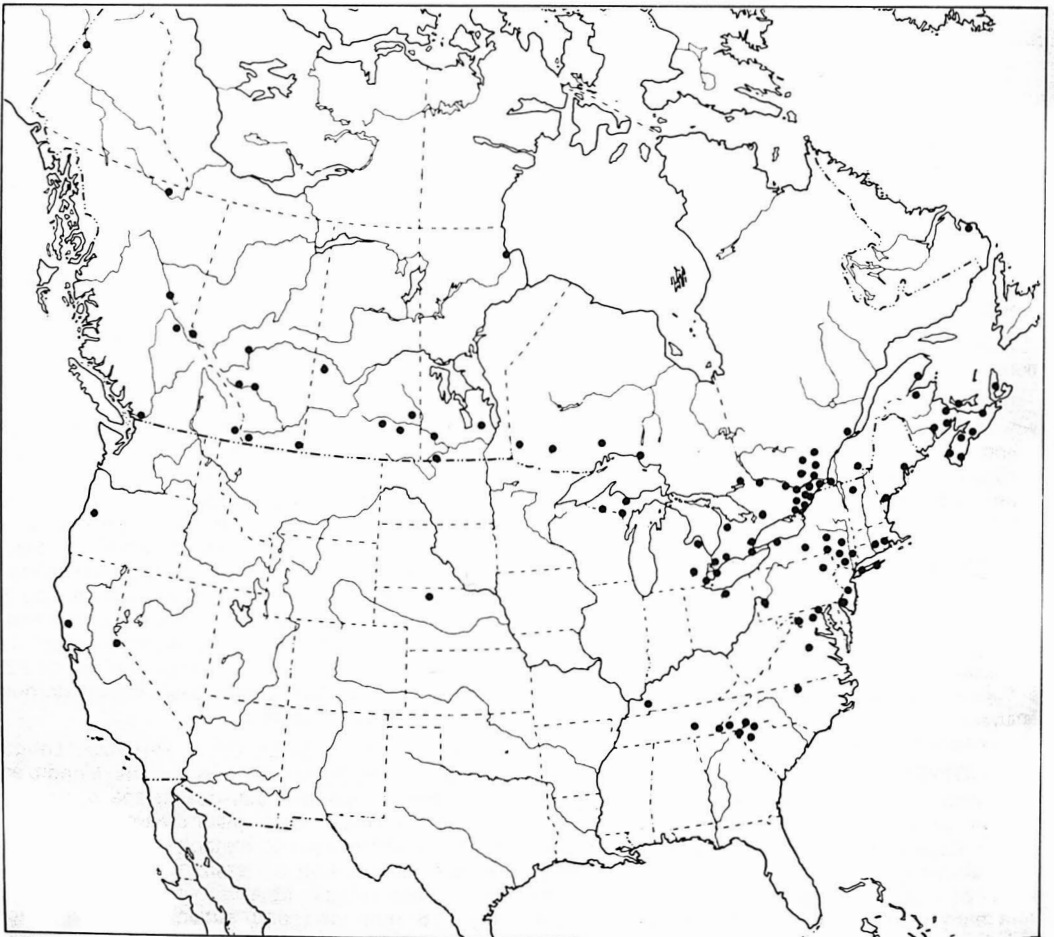


Figure 139. Distribution of *Phytodietus pleuralis*.

in 37 (27 percent). For the hind leg, the basitarsus was completely dusky in a single specimen (0.8 percent); 0.5 white basally in 108 (84 percent); and basitarsus and tarsomere 2, white basally in 20 (16 percent). The apex of the femur is usually well infuscated with some fuscous basally, somewhat like *vulgaris*. Two specimens from California and three from Oregon and British Columbia have a rufous femur. Thus the color pattern of femur 3 of far western material agrees better with the type of *parvus* (a California specimen) than from elsewhere. But, apart from this character, the specimens examined are characterized by a black mesosternum and partly banded tibia 3, a combination of color characters diagnostic of *pleuralis*. The color pattern of the thorax and femur 3 of the female of *pleuralis* is quite similar to *vulgaris*. These species differ chiefly in the color pattern of tibia 3 which is not banded in *vulgaris*.

MATERIAL EXAMINED: 128 ♀, 55 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: April (3 specimens), May (9), June (29), July (39), August (41), September (4), October (6).

DISTRIBUTION: Recorded from all provinces and Labrador except the Island of Newfoundland, and one California record with the others from the eastern states (Fig. 139). Canadian, Hudsonian, Transition (Transition, Alleghenian) and Upper Austral (Carolinian) faunal zones.

CANADA. BC—Camp Robinson, Crowsnest, Cultus L., Hixon, Lochore Cr., Robson, Stone Mt. Pk. 3800', Summit L. Mi 392 5000' Alaska Hwy. YT—Dawson 14 Mi E 1300'. AB—Edmonton, One-four, Red Deer, Sylvan L., Waterton. MB—Ft. Churchill, Int. Peace Gardens Turtle Mt. For. Res., Shilo 5 Mi SW, Stonewall. SK—Balgonie, Cut Knife, Hubbard, Waldron. LB—Cartwright. NB—Blackland Restigouche Co., Burton, Hampstead Queens Co., Little R. Albert Co. NS—Baddeck, Carberry Digby Co., Mt. Uniacke, Pleasant Pt., Salt Springs Pictou Co., White Pt. beach Queens Co. ON—Aberfoyle, Aylmer West, Bath, Bobcaygeon, Cedar L., Chaffey's Locks, Constance Bay, Copetown, Cumberland, Durham, Dwight, Florence, Geraldton, Huronian, Kapuskasing, MacDiarmid L. Nipigon, Marathon, Mer Bleu 5 Mi E Ottawa, Merivale, North Bay, Ottawa, Pt. Pelee Nat. Pk., Red L., Rockcliffe, Stittsville. PE—Bunbury. PQ—Burbridge, Cherry R., Cartier, Lac Brulé, Kazabazua, Mt. Jacques, Nominique, Old Chelsea, Ste-Foy. UNITED STATES. CA—Hilton Cr. Mono Co., Lee Vining. OR—Corvallis. NE—Valentine Refuge. NM—Beulah. CT—East R., Voluntown. GA—Rabun Bald 4200'. KY—Golden Pond. MD—Laurel, Takoma Pk. ME—Chester ville, SW Harbor. MI—Ann Arbor, Crystal Falls, Huron Mts., Iron Co., Iron R., Yellow Dog Plains Marquette Co. NC—Hamrick, Highlands, Mt. Mitchell, Pisgah Mt. 4800-4300', Wake Co. NH—Lakes of the Clouds 5000' Mt. Washington. NJ—Bridgeton, High Pt. St. Pk., Moorestown. NY—Eastport, Farmingdale, Greens Co. 2500', Hancock, Hunter

Greene Co., Ithaca L. Sebago Bear Mt. Pk., Lyndonville, Oneonta swamp 1900', Poughkeepsie, Shokan. OH—Brecksville. PA—Avonmore, Spring Br. RI—Westerly. SC—Cleveland, Greenville, Venus. TN—Warren Co. VA—Charlottesville. WV—Bolivar.

(4) *Phytodietus solicitanae* n.sp.

(Figs. 15-16, 27-28, 140)

Holotype: ♀, Canada. Ontario, Westree, emerged 19.IX. 1962 ex *Anchylopera*. Type in the Canadian National Collection, Ottawa, CNC 15307.

Paratypes: Canada. MB—Ninette, 2♂, 17.V.1958, coll. C.D. Miller. NB—Fredericton, 1♀, 30.III.1944; Jacquet R., 1♀, 7.VII.1940, coll. G.S. Walley. NS—Halifax Co., 1♀, 23.VII.1948. ON—Aylmer West, 1♀, I.VI.1973, malaise trap; Angus, 1♂, 12.VII.1947; Black Sturgeon L., 1♂, 13.VII.1962 (CNC); Chaffey's Locks, 1♀, 20.V.1975, coll. J.J. Belwood (TOW); Finland, 1♀, 26.VII.1960, coll. S.M. Clark; Gogama, 2♀, 1♂, 2.II.1962; Harrington Collection / Ottawa, 1♂ / 13.V. / no year /; Innisville, 1♀, 31.V.1963, coll. W.R.M. Mason; Matachewan, 1♂, 2.X.1962; Moose Factory, 1♂, 25.VI.1949, coll. D.F. Hardwick; Orillia, 1♀, 2.VII.1926, coll. C.H. Curran; Pt. Pelee Nat. Pk., 1♀, 9.VI.1968, malaise trap; Stittsville, 2♀, 27.VIII.1963 and 26.IX.1963, coll. W.R.M. Mason; Temagami, 1♀, 27.2.1952; Thunder Bay, 1♀, 6.VI.1938 and 1♂, 16.VII.1941, coll. H.S. Parish. PQ—Beech Grove, 1♀, 15.V.1961, coll. J.F. McAlpine; Bolton Glen, 1♀, 5.VI.1936; Brome, 2♀, 8-20.VI.1936 and 1♀, 4.V.1946; Burbridge, 2♂, 27-31.V.1937, coll. O. Peck and F.A. Urquart; Farmingford, 1♂, 24.VII.1925, coll. G.H. Hammond; Glen Sutton, 1♀, 17.VI.1936; King Mt. summit, 1♀, 24.VI.1969, coll. D.D. Munroe; Lac Mercier, 1♀, 17.VIII.1937, coll. G.S. Walley; Laniel, 1♀, 16.VI.1932, coll. H.S. Fleming; Montigny, 1♀, 9.VI.1941, coll. O. Peck; Nominique, 1♀, 12.VI.1941; Old Chelsea, 1♀, 18.VI.1963 coll. J.R. Vockeroth, 2♀, 24.VI.1969, coll. D.D. Munroe and 1♀, 16.VI. coll. J.G. Chilcott (CNC). United States. CT—East R., 1♀, 1.VIII.1915, coll. C.R. Ely (USNM). KT—Golden Pond, 1♀, V.1965. MA—South Hadley, 6♂, 15-24.V.1937, coll. M. Chapman (TOW). MD—Cabin John, 1♀, without data and 1♀, 1♂, 17-22. IV.1917, coll. R.M. Fouts; Plummer I., 1♀, 14.VI.1912 and 2♂, 25.IV.1921, coll. H.S. Barber. ME—Bar

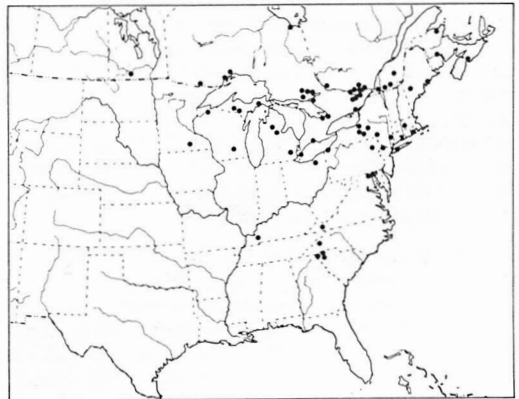


Figure 140. Distribution of *Phytodietus solicitanae*.

Harbor, 2♂, 23.IV. 1942 (USNM); Dryden, 1♂, 8.VIII. 1971, coll. H. & M. Townes. MI—Ann Arbor, 1♀, 1♂, 20-22.V.1962, coll. H. & M. Townes; Clare Co., 1♂, 27.V.1960, coll. R.R. Dreisbach; Crystal Falls, 1♀, 24.VI.1969, coll. H. & M. Townes; Huron Mts., 2♀, 1♂, 28-29.VI.1961, coll. H. & M. Townes; Iron R., 1♀, 1♂, 27-29.VI.1969, coll. H. & M. Townes; Midland Co., 1♀, 23.V.1946, coll. R.R. Dreisbach; Yellow Dog Plains Marquette Co., 1♀, 26.VI.1961, coll. H. & M. Townes (TOW). MN—Eaglenest, 1♂, 1.VII.1960, coll. G.L. Neilson. NC—Highlands, 3♂, 22-23.VI.1977, coll. H. & M. Townes; Linville, 1♀, 25.V.1974, coll. Ann Lindsey (USNM). NH—Lakes of the Clouds Mt. Washington, 2♀, 9.VIII.1954, Munroe, Becker & Mason (CNC). NJ—High Pt. St. Pk., 1♀, 31.V.1973, coll. H.K. Townes. NY—Bemus Pt., 1♀, 14.VIII.1935, coll. H.K. Townes; Downsville, 1♀, 5.VIII.1935, coll. H.K. Townes; Farmingdale, 1♂, 3.VIII.1938, H. & M. Townes; Ithaca, 6♀, 6-15.VI.1935, 8-9.V.1936, 25.V. 1939, coll. H.K. Townes; Oneonta, 3♀, 18.VIII.1935, coll. H.K. Townes; Poughkeepsie, 2♀, 2.VIII.1936, coll. H.K. Townes; Syracuse, 1♀, 30.V.1938, H. & M. Townes; Tompkins Co., 1♀, 25.V.1937, coll. H.K. Townes (TOW); (no data) 1♀ (USNM). OH—Bedford, 2♀, 15.V. coll. F.D. deGant. PA—Spring Br., 3♀, 29-IV-21.V.1945 (one ♀ labelled DDT experiment), others coll. H.K. Townes. RI—Westerly, 2♀, 22.VIII.1946, coll. M. Townes (TOW). SC—Clemson, 1♀, 27.III.1950, coll. W.R.M. Mason (CNC); Cleveland, 2♀, 30.V-2.VI. 1963, coll. G.F. Townes; Wattaco, 1♀, 10.V.1959, coll. G.F. Townes. VA—Mt. LK. Biol. Sta., 1♀, 12.V. 1973, coll. M.C. Townes (TOW), WI—Trout L., 1♀, 19.VI.1915; Madison 1♀, 1919 (USNM).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 5.1 mm. Black and rufous (Fig. 15). Head black with testaceous mandibles and clypeus, white mark in ocular-ocellar space beside eye. Mesoscutum black with front of lobes cream; mesepisternum and metapleurum rufous with upper area black from lower posterior margin of pronotum to spiracle of propodeum, mesepimeron black and humeral bar cream. Propodeum behind black with two small, medial cream marks near apex. Tibia 2 lightly fuscous dorsally, coxa rufous. Leg 3: trochantin dark reddish brown; femur with a weak fuscous mark basally in front, apically a narrow fuscous band and extreme apex white; ventral face of tibia lightly infuscated, medial annulus nearly complete (Fig. 28); basitarsus and tarsomeres 2-3 banded: basitarsus, 0.6 white basally, 2, 0.2 white basally, 3, 0.1 white basally. Tergites 1-5 with prominent white acrotergites; sternites and hypopygium chiefly or entirely white (Fig. 27). Flagellar articles 30; malar space about 0.3 times as wide as basal width of mandible, less than ocular-ocellar space; face 0.8 times as wide as apex of tergite 1 which is 1.1 times as long as wide at its apex. Tibia 3, 2.2 mm long and subequal to length of ovipositor sheaths.

MALE: Length about 5.0 mm. Black and white (Fig. 16). Head cream with frons, vertex and temples black. Mesosternum white; upper 0.3 mesepisternum black with remainder cream. Leg 3: dorsal face of coxa fuscous or black, femur and tibia like female except that medial white annulus complete on ventral face of tibia. Malar space about 0.7 times as wide as basal width of mandible. Tergite 2 longer than wide at its base.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, white hypopygium, rufous and fuscous mesepisternum, and incomplete white medial band tibia 3 (♀); dorsal face of coxa 3 fuscous, complete white medial band of tibia 3 (♂).

COMMENTS: The proportion of rufous to black of the mesepisternum in the female varies from about 0.5-0.7. The mesoscutum is completely black or may also have several medial spots of cream. The propodeum is black, or black with a pronounced, inverted U-shaped mark of cream on its posterior face. The intensity of infuscation of the ventral face of tibia 3 basally is not usually as pronounced as that of the apex. The basitarsus of leg 3 is white basally, or tarsomeres 1-2 or 1-3 white basally. The malar space tends to be less than 0.5 times as wide as the basal width of mandible.

The white hypopygium as a species character of the female of *solicitanae* was pointed out to me by Henry Townes.

MATERIAL EXAMINED: 57 ♀, 33 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: March (1 specimen), April (5), May (31), June (32), July (10), August (13), September (2), October (1).

DISTRIBUTION: Apart from a single Manitoba record, found chiefly in northeastern North America (Fig. 140). Canadian, Transition (Transition, Alleghenian), Upper Austral (Carolinian) faunal zones.

(5) *Phytodietus rufosus* n.sp.

(Figs. 17-18, 25, 141)

Holotype: ♀, United States. Arizona, Workman Creek, Sierra Ancha, 8.V.1947, coll. H. and M. Townes. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: Canada. AB—Orion, 1♀, 17.VIII.1925, coll. H.L. Seamans. MB—Glenboro, 1♀, 21.VI.1958, coll. J.F. McAlpine (CNC). United States. AZ—data as type, 2♀, 3-8.V.1947; Pocket Cr., 19♂, 3-5.V.1947. (TOW) (all paratype specimens CNC 15322).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 7.8 mm. Black and rufous (Fig. 17). Head black including clypeus. Mesepisternum chiefly rufous continuous with mesosternum; area on each side of front, and slightly below tegula black. Metapleurum entirely rufous but somewhat darker than mesepisternum, remainder of propodeum black. Coxa 1 whitish, femur and tibia of legs 1 and 2 yellowish without fuscous markings; leg 3: coxa rufous, trochantin and trochantellus white to light yellowish, femur rufous with a very weak and indistinct fuscous marking at apex; apex of tibia and all of ventral face fuscous, dorsal face white basad of fuscous apical band (Fig. 25), tarsi fuscous with basitarsus pale below at base. Malar space about 0.5 times as wide as base of mandible; mesepisternum shiny with fine, widely-spaced punctures

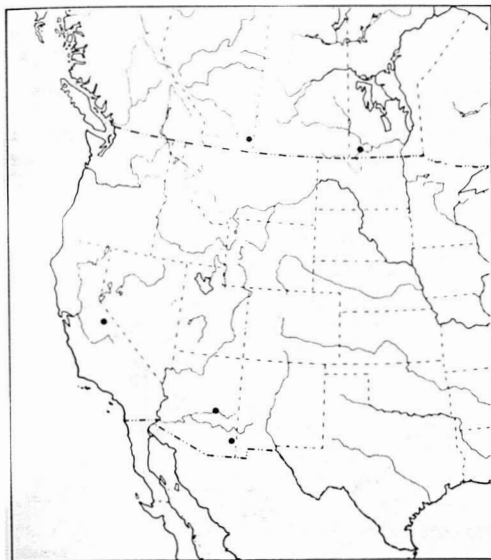


Figure 141. Distribution of *Phytodietus rufus*.

and fine, lightly impressed shagreen. Ovipositor sheaths 0.8 times as long as tibia 3.

MALE: Length about 6.9 mm. Black and cream (Fig. 18). Mesepisternum cream with black, transverse, dorsal stripe. Coxae rufous; femur 3 with weak fuscous marking at base and apex; tibia 3 medially banded, front face of band very weakly fuscous; basitarsus of leg 3 white basally 0.6.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, mesepisternum almost completely rufous and dorsal face of tibia 3 chiefly white (♀); rufous coxa 3 together with a rufous metapleurum, mesepisternum finely shagreened, and tibia 3 banded white medially (♂).

COMMENTS: The variation between the four female paratypes shows that the ovipositor sheaths may be as long as the hind tibia; the tibia 2 of one specimen has rather light fuscous dorsal markings; the propodeum may be chiefly rufous with black only on the dorsal face rather than the rufous restricted to the metapleurum; and the dorsal face of tibia 3 may have a basal fuscous marking.

The nearest relative of *rufus* appears to be *semirufus* from which the female is distinguished by the proportion of rufous to black of the mesepisternum, the infuscation of the hind trochantin, and fuscous markings of the hind femur and tibia. The male is closely similar to *pleuralis* and *semirufus* which also have a rufous coxa 3 and banded tibia 3. It is recognized chiefly by the fine, very lightly impressed shagreen of the mesepisternum which in *pleuralis* and *semirufus* is punctate and granulose. At present, *rufus* is known only from western North America.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: May (22 specimens), June (1), August (1).

DISTRIBUTION: Known in North America from Alberta, Manitoba, and Arizona, in the Transition (Transition) faunal zone (Fig. 141).

(6) *Phytodietus semirufus* n.sp.

(Figs. 19-20, 23-24, 26, 142)

Holotype: ♀, Canada. Ontario, South River, 19.I.1950 (Laboratory) FIS No. Sy96951A, 4720 (yellow label). Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15308.

Paratypes: Canada. BC—Robson, 1 ♀, 24.V.1950, coll. H. R. Foxlee. MB—Aweme, 1 ♂, V.1926, coll. R. D. Bird; Ninette, 1 ♀, 4.VI.1958, coll. R. B. Madge. ON—Belleville, 1 ♀, 6.V.1932, coll. W. E. Van Steenburgh (CNC); Chafneys Locks, 1 ♀, 27.V.1975, coll. J. Belwood (TOW); Chalk River, 2 ♀, 19.I.1950; Grand Bend, 1 ♂, 11.VII.1962, Kelton & Thorpe; Jockvale, 1 ♀, 28.V.1934, coll. G. S. Walley; Ottawa, 2 ♀, 5.IX.1946 and 26.VI.1950, coll. G. S. Walley. PQ—Kazabazua, 1 ♀, 7.VI.1937, coll. O. Peck; Knowlton, 1 ♀, 8.VI.1936, coll. G. S. Walley; Montigny, 1 ♀, 9.VI.1941, coll. O. Peck (CNC). United States. OR—Corvallis, 5 ♀, 21.V.-11.VI.1973, coll. H. & M. Townes. WA—Ashford, 1 ♀, 18.VIII.1940; Elbe, 1 ♀, 13.VII.1940, coll. H. & M. Townes (TOW). GA—Dahlonga, 1 ♀, 22.VII.1957, coll. W. R. Richards (CNC). KY—Golden Pond, 2 ♀, 10.VI-10.VIII.1964 and IX.1964, coll. S. G. Breesland, and 1 ♀, V.1965, malaise trap. MA—Cambridge, 1 ♀, (no data), MD—Laurel, 1 ♂, 20.V.1965, malaise trap; Takoma Pk., 1 ♀, 9.IX.1943, coll. H. & M. Townes. MI—Ann Arbor, 1 ♀, 2.VI.1963, trap, and 1 ♀, 2.IX.1961, trap, coll. H. & M. Townes; Crystal Falls, 9 ♂, 29.VII-13.VIII.1969, coll. H. & M. Townes (TOW). NC—Highlands, 2 ♀, 31.V.1957, 3800', coll. W. R. M. Mason and 1 ♂, 9.V.1957, coll. J. R. Vockeroth (CNC); Yancey Co. Crabtree Mds., 1 ♀, 25.VIII.1960, coll. H., M. D. & J. Townes. NJ—Bridgeton, 1 ♂, 29.V.1922, coll. M. Kisliuk; Moorestown, 1 ♀, 10.VI.1939, coll. H. & M. Townes (TOW); Pemberton, 1 ♂, 29.VI.1915, coll. H. B. Scammell; Westville, 1 ♂, 21.VII.1895 (USNM). NY—Farmingdale, 12 ♀, 10.VII-28.VIII.1938, coll. H. & M. Townes; Poughkeepsie, 2 ♀, 18-22.VII.1936, coll. H. K. Townes; Riverhead L.I., 1 ♀, 6.VIII.1956, coll. Ray Latham. PA—Charter oak, 1 ♀, 4.III.1913; Spring Br., 1 ♀, 13.VIII.1944, coll. H. K. Townes. SC—Cleveland, 4 ♀, 21.V-4.VI.1961, coll. H. K. Townes; same locality as preceding, 5 ♀, 8-30.V.1971, coll. G. Townes family; 2 ♀, 7-20.V.1976, Coll. G. F. Townes; Greenville, 1 ♀, 20.VI.1940, coll. H. & G. Townes; Wattacoo, Pickens Co., 1 ♀, 17.V.1959, coll. G. F. Townes. TN—Marshall, 1 ♂, 21.VI.1940, coll. H. K. Townes. VA—Charlottesville, 1 ♀, 19.X.1941, coll. H. K. Townes (TOW).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.3 mm. Black and rufous (Fig. 19). Color and color pattern very similar to *rufus* but the apical sternites are black and white rather than white (Fig. 26). Head black with spot of cream in malar space and in ocular-ocellar space beside the eye. Mesoscutum black, front margins of lobes cream; lower 0.5 mesepisternum rufous continuous with mesosternum, this area about equal to metapleurum which together with areas 1 and 2 of propodeum is also rufous. Propodeum behind similar to *rufus*. Leg 3: trochantin rufous; femur 3 rufous

MATERIAL EXAMINED: 5 ♀, 19 ♂.

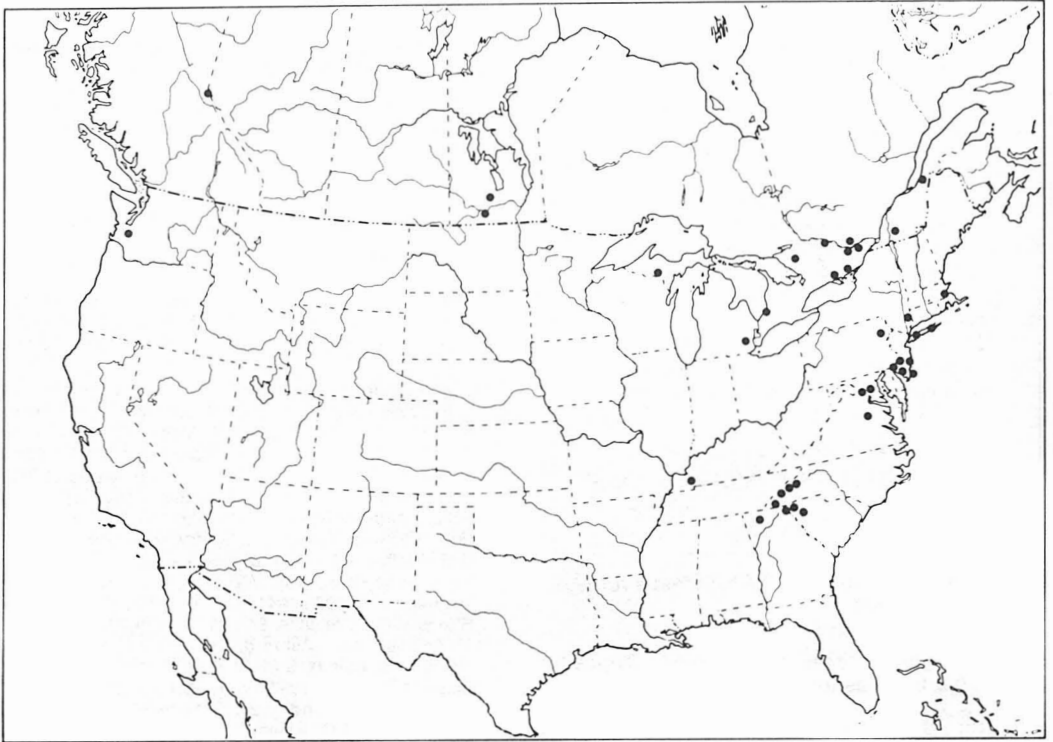


Figure 142. Distribution of *Phytodietus semirufus*.

at base, apex with a short fuscous band which is very weak behind; tibia 3 as described in key to species, ventral face deeply fuscous like apex and base (Figs. 23-24); basitarsus with basal 0.6 white, tarsomere 2 with basal 0.1 white. Tergites with prominent acrotergites. Malar space equal to ocular-ocellar space, 0.6 times as wide as base of mandible; face 0.8 times as wide as apex of tergite 1 which is 1.3 times as long as wide at apex.

MALE: Length about 6.8 mm. Black and white (Fig. 20). Head cream with frons, vertex and upper cheeks black. Mesepisternum chiefly black with basal 0.3 white continuous with mesosternum which is fuscous in front and behind. Metapleurum rufous. Leg 3: trochantin fuscous; femur rufous with extreme apex fuscous; tibia medially banded with dorsal face fuscous; basal 0.5 basitarsus white. Pronotum and mesepisternum punctate.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, rufous mesosternum, rufous and black mesepisternum in more or less equal proportions, and the pattern of infuscation of tibia 3 which is dusky below (ventral face) and white medially in front, behind and on the dorsal face (♀); mesepisternum with closely spaced punctures and indistinctly shagreened with some rufous near propodeum, coxa 3 rufous, tibia 3 with complete or incomplete medial white band (♂).

COMMENTS: Though the tibia 3 relates *semirufus* to *pleuralis* and *rufosus*, it also resembles *burgessi* by the color of the mesosternum, mesepisternum and metapleurum. The chief difference is found in tibia 3 which in *burgessi* is fuscous on both the dorsal and ventral faces with a lighter infuscation on the front and posterior sides.

MATERIAL EXAMINED: 63 ♀, 17 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: March (1 specimen), May (25), June (14), August (19), September (3), October (1).

DISTRIBUTION: Known chiefly from eastern North America with one record from Washington and another from B.C. (Fig. 142). Transition (Transition, Alleghenian), Canadian, Upper Austral (Carolinian).

(7) *Phytodietus terminatus* n.sp.

(Figs. 29-30, 35-36, 143)

Holotype: ♀, United States. South Carolina, Cleveland, 17.V.1971, coll. G. Townes family. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: Canada. ON—Rondeau PK., 1 ♀, 21.VI.1962, coll. S.M. Clark (CNC). United States. SC—data as type, 10♂, 8-18.V.1971; Wattaco, Pickens Co., 1 ♀, 1♂.

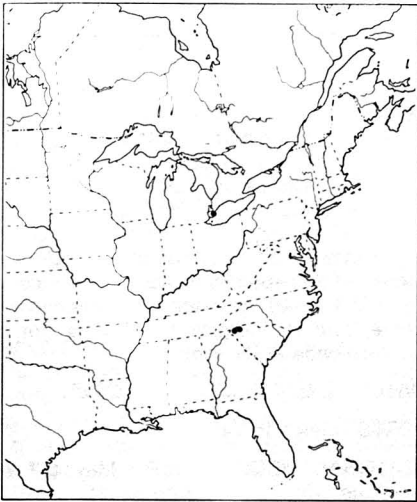


Figure 143. Distribution of *Phytodietus terminatus*.

3.V.1951, coll. G.F. Townes (TOW) (all paratype specimens CNC 15323).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 5.3 mm. Black and rufous (Fig. 29). Color pattern as *pleuralis* except as follows. Basal patch of rufous on mesepisternum distinct but not as large as rufous area of metapleurum; legs 1-2 whitish without dorsal fuscous striping; leg 3: front face of femur with a short, discrete fuscous marking at apex and base; front face of tibia chiefly fuscous (Fig. 36), posterior face fuscous at apex the remainder white (Fig. 35). Malar space somewhat less than 0.5 times as wide as base of mandible.

MALE: Length about 5.4 mm. Black and white (Fig. 30). Color pattern of thorax similar to *semirufus* except mesosternum entirely white. Leg 3 like female. Malar space less than 0.5 times as wide as base of mandible. Mesepisternum impunctate with indefinite shagreen.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, a relatively narrow malar space, pattern of infuscation of tibia 3 which is fuscous in front and white behind except the fuscous apex (♀, ♂), and fuscous mesosternum (♀).

COMMENTS: The color pattern of the thorax of females resembles that of *pleuralis*; however, *terminatus* is immediately distinct by characters of the malar space and hind legs. Two of the male paratypes have fuscous on the dorsal face of coxa (Fig. 30).

MATERIAL EXAMINED: 3 ♀, 11 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: May (13 specimens), June (1).

DISTRIBUTION: Eastern North America with one record from southern Ontario and others from

South Carolina (Fig. 143). Transition (Alleghenian), Upper Austral (Carolinian).

(8) *Phytodietus criddleanae* n.sp.

(Figs. 31-32, 33-34, 37, 40, 119, 144)

Holotype: ♀, Canada. Ontario, Merritt, emerged 25.III.1963 ex *Epinotia criddleana*, S62-1147-01-11, #67, Forest Insect Survey. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15309.

Paratypes: Canada. BC—Mt. Robson, 2 ♀, 3 ♂, 10-20.V.1950, coll. H.R. Foxlee AB—Edmonton, 2 ♀, 8-20.VI.1946, coll. W.R.M. Mason; Elkwater PK., 1 ♂, 31.V.1952, coll. A.R. Brooks; Morley, 2 ♀, 22-26.VI.1962, coll. W.R.M. Mason; Twin Butte, 1 ♂, 10.VI.1962, coll. K. Herrmann; Waterton Prairie 4200', 1 ♀, 8.VI.1962, coll. W.R.M. Mason. NS—Oak Hill Lunenburg Co., 1 ♀, III.1965 (laboratory). ON—Aylmer West, 1 ♀, 20-24.VII.1972, malaise trap; New Liskeard, 1 ♂, 3.IV.1967, reared ex *Pseudexentera oregana* on *Populus tremuloides* (laboratory); Stittsville, 3 ♂, 21.VI.1963, coll. W.R.M. Mason; Sudbury, 1 ♀ (no data). PQ—Brome, 1 ♀, 8.VI.1936, coll. G.S. Walley; Cascapédia, 1 ♀, 9.VII.1933, coll. W.J. Brown; Kazabazua, 1 ♀, 27.VI.1935, coll. G.S. Walley (CNC). United States. CA—Bass L., 1 ♀, 11.V.1933, coll. G.R. Strubble (USNM). NM—Bernalillo Co., 1 ♀, V. 1896, coll. N. Brown (USNM). WA—Bingen, 3 ♀, 8.V.1976, coll. H. & M. Townes; Mt. Rainier, 1 ♀, 8.VII.1940, coll. H. & M. Townes (TOW). CT—Green Falls, 1 ♀, 28.VII.1946, coll. M. Townes. VT—Golden Pond, 1 ♀, 10.VI-10.VIII.1964, coll. S.G. Breeland. MI—Ann Arbor, 1 ♀, 8.VI.1963, trap, coll. H. & M. Townes; Battle Creek, 1 ♂, 22.V.1971, coll. H. & M. Townes; Crystal Falls, 1 ♀, 23.VI.1969, coll. H. Townes; Livingston Co., 2 ♀, 21.VII.1956, coll. H. Townes; Schoolcraft Co., 1 ♀, 4.VII.1947, coll. R. Dreisbach. NC—Wake Co., 1 ♀, 1 ♂, 3.V.-2.VII.1959, coll. H. & M. Townes (TOW). NH—White Mts., 1 ♀, VIII.1972, malaise trap (CNC). NY—Ithaca, 1 ♀ (no data). SC—McClellanville, 1 ♀, 1 ♂, 13-17.V.1944, coll. H. & M. Townes; Wattacoo, Pickens Co., 1 ♀, 7.VI.1959, coll. G.F. Townes; Cleveland, 19 ♀, 17 ♂, 8-30.V.-16.VI.1971, coll. G. Townes family (TOW).

HOLOTYPE MALE: Length about 6.4 mm. Tricolored: black, rufous and yellow (Fig. 32). Head with face, upper eye orbits and lower cheeks cream, remainder black. Mesoscutum black with sides of scutum and front margins of lobes, cream; mesepisternum rufous, front margin white and upper margin black in line with mesopleural fovea; mesosternum white with a pink infusion. Metapleurum rufous like mesepisternum with remainder of propodeum black. Legs 1-2, white; leg 3 (Fig. 40): dorsum of coxa and trochantin fuscous; front of femur with a pronounced, narrow, stripelike infuscation from base to apex; tibia reddish dusky in front with posterior face at apex like front face but medially and basally white and concolorous with femur 2; tarsomeres light reddish dusky, basitarsus pale at extreme base. Acrotergites from tergite 2 distinct. Flagellar articles 34; malar space distinctly less than 0.5 times basal width of mandible and less than ocular-ocellar space (Fig. 37); face about as wide as tergite 1 which is 1.5 times as long as wide at apex.

FEMALE: Black and rufous (Fig. 31). Head black with clypeus, mandibles, and spot beside

eye in ocular-ocellar space cream. Mesoscutum completely black except front margins of lateral lobes, cream; mesepisternum chiefly rufous with front margin black, and upper margin also black as in the male; mesosternum rufous. Metapleurum and propodeum like male or propodeum entirely rufous except basally (as in 3 paratypes from South Carolina). Leg 3: coxa rufous with a short and rather weak infuscation at base and apex of front face; femur rufous with a short, discrete infuscation at base and apex; tibia (Figs. 33-34) like male; basitarsus pale at base in front, chiefly pale yellowish behind, tarsomeres 2-5 contrasting pale and fuscous.

COCOON: Opaque, greyish with each end light grey, medial band not evident from exterior which is a covering of matted silk (Fig. 119).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, mesepisternum more rufous than black, front face of tibia 3 light fuscous with posterior face white or pale and apex fuscous, femur 3 rufous with apical, or apical and basal fuscous markings, and malar space narrow (♀); mesepisternum tricolored, rufous, white and black, leg 3 with a fuscous striped pattern, malar space about 0.5 times as wide as base of mandible (♂).

COMMENTS: The male of *criddleanae* is very similar to males of *zebra* but is separable by width of the malar space and color pattern of the mesepisternum and metapleurum. Females of

these species are also similar: the recognition characters are the malar space, and color pattern of the front and middle legs and of the hind femur.

The fuscous stripe of the femur 3 of the male may be quite uniform with lateral margins parallel and well-defined, or narrow with a basal or medial weakness in density, or absent (1 specimen). The proportion of rufous to black in the female of *criddleanae* is high as the mesosternum, most of the mesepisternum, the metapleurum, and the posterior face of the propodeum are rufous. Also distinctive of this species is the malar space which is about 0.3 times as wide as the base of the mandible, and the tergite 1 which is not much longer than wide at its apex.

MATERIAL EXAMINED: 51 ♀, 29 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: May (27 specimens), June (40), July (7), August (1).

DISTRIBUTION: Eastern and western North America but no records between Alberta and Ontario and south between Colorado and Kentucky, single records in the West from California and New Mexico (Fig. 144). Canadian, Transition (Transition, Alleghenian), Upper Austral (Carolinian, Sonoran) faunal zones.

This species is named for the Canadian naturalist Norman Criddle (1875-1933).

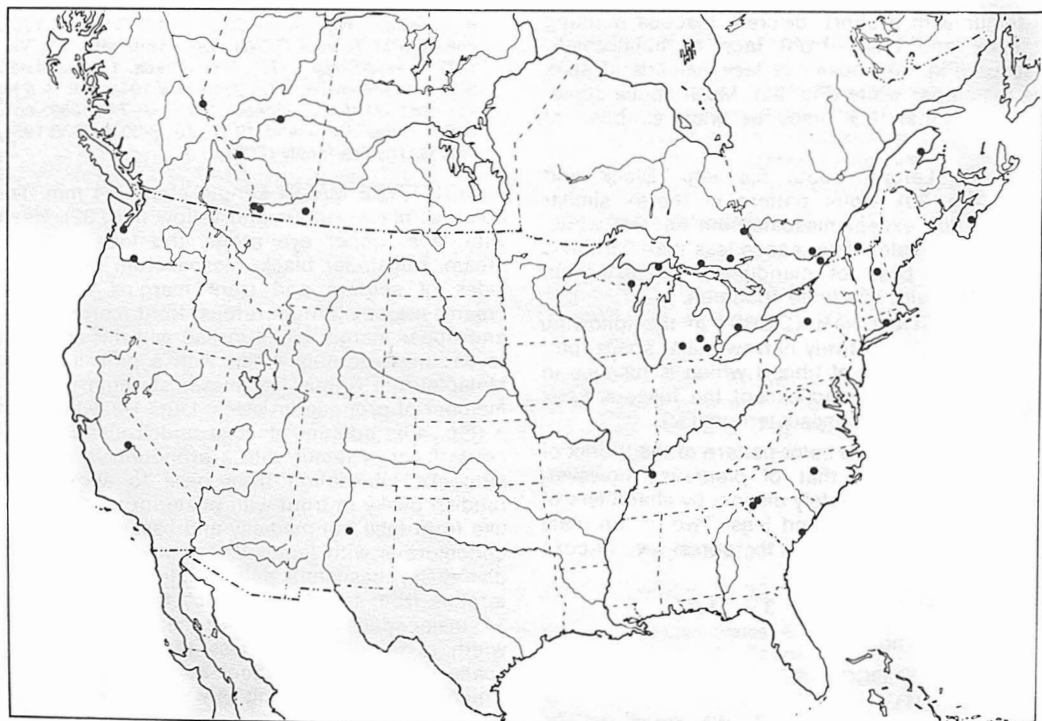


Figure 144. Distribution of *Phytodietus criddleanae*.

(9) *Phytodietus zebra* n.sp.

(Figs. 38-39, 41-42, 145)

Holotype: ♂, United States. South Carolina, Cleveland, 18.V.1971, coll. G. Townes family. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: Canada. BC—Hixon, 3 ♀, 11.VII.1965, coll. E.D.A. Dyer (CNC). United States. MD—Bowie, 1 ♂, 30.V.1944, coll. H.K. Townes (USNM). MI—Huron Mountains, 2 ♂, 29.VI.1961, coll. H. and M. Townes. SC—data as type, 8 ♂, coll. 8-19.V.1971; data as type, 1 ♂, 1.VI.1961, coll. G.F. Townes (TOW) (all paratype specimens CNC 15324).

HOLOTYPE MALE: Length about 6.0 mm. Black and white (Fig. 42). Very similar to *criddleanae* but differs as follows: Mesepisternum black and white without rufous; metapleurum white; femur and tibia of legs 1-2 lightly fuscous on front face. Malar space 0.7 times as wide as base of mandible (Fig. 38).

FEMALE: Length about 7.2 mm. Black and rufous (Fig. 41). Head brownish black with clypeus and mandibles pale. Mesosternum, basal 0.5 mesepisternum, and metapleurum rufous with remainder of thorax and propodeum black. Coxa 1 in greater part white, 2 and 3 rufous; femur 3: front face with apical and basal fuscous markings joined by a fuscous stripe; tibia 3: apex fuscous with posterior face pale from fuscous apex to base, front face with a fuscous stripe from base; basal 0.4 basitarsus white. Gaster brownish black.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, femur 3 whitish with basal and apical markings of front face joined by fuscous stripe (Fig. 39) (♂); front and middle tibia and femur lightly fuscous dorsally, and malar space about 0.5 times as wide as base of mandible (♀); mesepisternum black and white without rufous, and malar space exceeds 0.5 times basal width of mandible (♂).

COMMENTS: *P. zebra* is closely related to *criddleanae*, as indicated. Males are recognized by color characters of the legs, mesepisternum and metapleurum, and width of the malar space. Material collected in May, 1961, from Cleveland, South Carolina, also contains males of *criddleanae*. The habitus of females of *zebra* is also quite similar to *criddleanae*.

MATERIAL EXAMINED: 3 ♀, 13 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: May (10 specimens), June (3), July (3).

DISTRIBUTION: Eastern North America and one record from B.C. (Fig. 145). Canadian and Lower Austral (Carolinian) faunal zones.

(10) *Phytodietus clypearius* Ashmead

(Figs. 43-44, 69, 132-133, 146)

Phytodietus clypearius Ashmead, 1902: 195-196. Lectotype (here designated): ♀, labelled "Yakutat, Alaska

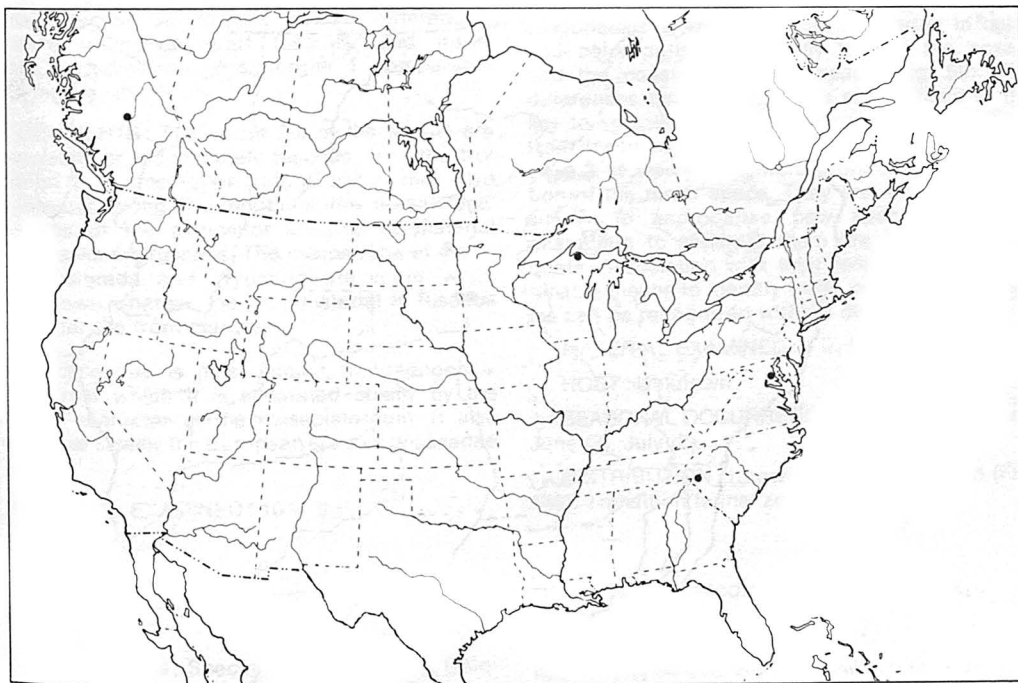


Figure 145. Distribution of *Phytodietus zebra*.

June 21 '99; Harriman Expedition '99 T. Kinkaid collector: ♀, Type No. 5612 USNM (red label)". Paralectotype: 1♂, labelled as lectotype, and also with a red label with similar data; in addition, a written label with the following — ♂ Type *Phytodietus clypearius* Ash. Type material in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

USNM (red label); *Phytodietus flavifrons* Ashm. ♂". Paralectotypes: 3♂-1♂ labelled" Orea Alaska 6 26 99; Harriman Expedition '99 T. Kinkaid collector; 93; 2♂ labelled as lectotype except that one is determined by Cushman as the male of *clypearius*, the other as the male of *flavifrons*. Type material in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

Phytodietus flavifrons Ashmead, 1902: 196. Lectotype (here designated): ♂, labelled" Yakutat, Alaska June 21 '99; Harriman Expedition '99; ♂ Type No. 5613

Ashmead (1902) misidentified males and females of *P. clypearius* as previously noted by Rohwer



Figure 146. Distribution of *Phytodietus clypearius* (●) and *P. oregonensis* (▲).

(1920). His two specimens of *clypearius* are female rather than a male and female; and *flavifrons*, which was described from a series of three males, is actually the male of *clypearius*. Though Ashmead assigned type catalog numbers, no specimen is identified in his species descriptions as the type of a species. Accordingly, lectotypes are designated here from the syntype series of *clypearius* and *flavifrons*.

LECTOTYPE FEMALE OF *P. CLYPEARIUS*: Length about 5.8 mm. Reddish brown (Fig. 43). Femur 3 rufous with a short and weak infuscation at apex. Malar space distinctly constricted (Fig. 69) 0.3 times as wide as mandible at base and less than ocular-ocellar space; face about as wide as apex of tergite 1 which is 1.5 times as long as wide at apex (Fig. 132). Tibia 3, 2.2 mm long. Ovipositor sheaths 3.0 mm long.

LECTOTYPE MALE OF *P. FLAVIFRONS*: Length about 5.9 mm. Reddish fuscous (Fig. 44). Face yellow. Thorax and propodeum like female lectotype specimen of *clypearius* except mesosternum medially yellow and mesepisternum medially with pale mark behind prepectal carina. Coxa 2 in greater part yellow, fuscous 0.3 basally on dorsum and front side. Tergite 1 almost 3.0 times as long as wide at apex (Fig. 133).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, reddish fuscous including coxae 2-3, narrow malar space, mesepisternum relatively smooth without shagreen or distinct punctures, and tergite 1 long and at its apex about as wide as the face between eyes (♀); habitus not unlike female except dichromatic sexual differences, coxa 3 in greater part fuscous, and malar space and dimensions of tergite 1 comparable with female (♂).

COMMENTS: The coxae 2-3 of the female are completely or incompletely fuscous; and the trochantin 2 is most often rufous but it may also be fuscous along the length of the dorsal face. The tips of the ovipositor sheaths of material from Alaska are fuscous. The mesosterna of males from Colorado and Wyoming are more white than brown whereas the type material is fuscous except for the front margin.

P. clypearius is most similar to *oregonensis* n.sp., from which it is separated chiefly by the smooth character of the mesepisternum. It also resembles closely the European species *grisseanae* Kerrich.

MATERIAL EXAMINED: 10 ♀, 8 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: June (6 specimens), July (12).

DISTRIBUTION: Specimens from Alaska, Colorado and Wyoming (Fig. 146) in the Canadian faunal zone.

(11) *Phytodietus oregonensis* n.sp.

(Figs. 45-46, 59-60, 146)

Holotype: ♂, United States. Oregon, Boyer, 6.VI.1934. Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

Paratypes: United States, OR-data as for holotype, 1 ♀, 4 ♂, coll. 27. IV.-11.VI.1934 (USNM) (all paratype specimens CNC 15325).

HOLOTYPE MALE: Length about 6.5 mm. Black, rufous and cream (Fig. 46). Face, lower cheeks, eye orbit to ocular-ocellar space yellow with remainder of head black. Mesoscutum black, front of lateral lobes and medial marks, cream; lower 0.3 mesepisternum rufous, upper 0.7 black. Propodeum black. Legs 1-2 whitish yellow. Leg 3: dorsal face of coxa fuscous and also 0.7 of front face from its apex, posterior side chiefly cream with black at apex; trochantin fuscous dorsally like coxa; femur rufous with very weak fuscous mark at apex of front face; tibia, basitarsus and tarsomeres reddish dusky. Malar space constricted, subequal to distance between eye and tentorial pit (Fig. 60); face 0.8 times as wide as apex of tergite 1.

FEMALE: Length about 7.4 mm. Similar to *P. clypearius* except for differences given in the key to species (Fig. 45).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, habitus fuscous and coxae 2-3 in greater part fuscous, mesepisternum microsculptured, and face not as wide as apex of tergite 1 (♀); coxa 3 incompletely infuscated and coxae 1-2 whitish, and tibia 3 more than 2.0 mm long (♂).

COMMENTS: The single known female of *oregonensis* is very similar to *clypearius* in color and color pattern especially that of the coxae, and the constricted malar space (Fig. 59). The differences between them are summarized in the key to species. Males of *oregonensis* are distinct from those of *clypearius* by the color pattern of coxa 3 as well as the more pronounced constriction of the malar space. They are, however, most similar to *improbanae* new species and the characters to separate them are less than adequate. Association with their females is the most reliable means to identify these males as the females can be recognized without difficulty.

MATERIAL EXAMINED: 1 ♀, 5 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: April (1 specimen), June (3), July (2).

DISTRIBUTION: Known only from Oregon (Fig. 146). Transition faunal zone.

(12) *Phytodietus coxanotus* n.sp.

(Figs. 47-48, 147)

Holotype: ♀, Canada. British Columbia, Gagnon Rd. 6 Mi W of Terrace, 21.VI.1960, coll. O. Peck. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15310.

Paratypes: Canada. BC—Stone Mt. Pk. 2800', 9 ♀, 7 ♂, 12-20.VII.1973, coll. H. & M. Townes (TOW); Summit L. Mi 392 4500' Alaska Hwy., 2 ♀, 19.VII.1959, coll. E.A. MacDougall and R.E. Leech; Terrace, 1 ♀, 21.VI.1961, coll. J.G. Chilcott and 1 ♀, 24.VI.1960, coll. C.H. Mann; Topley, 1 ♀, 14.V.1957, reared ex *Acleris variaria* (no collector data). AB—Elkwater, 1 ♀, 10.VI.1956, coll. O. Peck; Island L., 1 ♀, 17.VI.1962, coll. L.P. Pine & W.R.M. Mason NT—Norman Wells, 4 ♀, 1 ♂, 1-10.VII.1949, coll. W.R.M. Mason (CNC).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 5.2 mm. Black (Fig. 47). Head black with mandibles, clypeus, and mark beside eye in ocular-ocular space cream; eye light grey. Mesoscutum, mesepisternum, propodeum black with front margins of lateral lobes of mesoscutum cream; mesosternum rufous, front margin black. Coxa 2 rufous with fuscous spot at apex of dorsal face. Leg 3: coxa like coxa 2 except spot less pronounced, femur gene-

rally rufous with a barely perceptible infuscation at apex, dorsal face of trochantin fuscous, tibia reddish dusky with ventral face less dark, tarsomeres concolorous with tibia. Acrotergites narrow and barely visible. Flagellar articles 31; malar space (4:6); face 0.8 times as wide as apex of tergite which is 1.2 times as long as wide at its apex. Ovipositor sheaths about as long as tibia 3.

MALE: Length about 4.7 mm. Black (Fig. 48). Similar to female with rufous of mesosternum replaced by white, or mesosternum yellowish infused with white or white medially from front to back margin and rufous on sides extending onto mesepisternum 0.1-0.2 basally which is otherwise black. Coxa 2 white or yellow with light fuscous mark on front face like female. Coxa 3 also marked like female with infuscation at apex of dorsal face pronounced or nearly absent.

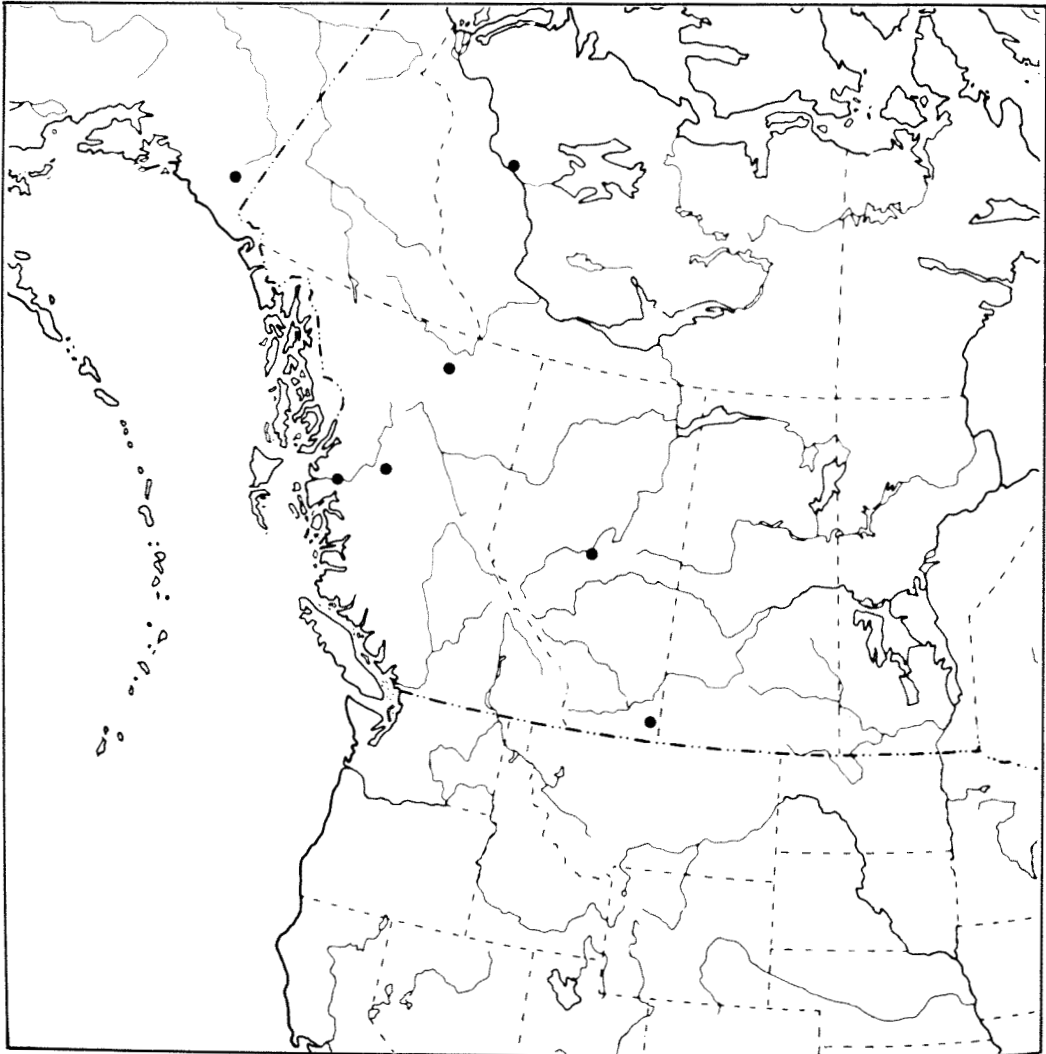


Figure 147. Distribution of *Phytodietus coxanotus*.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, narrow malar space, rufous mesosternum and fuscous mesepisternum, rufous femur 3 and dusky tibia 3, and fuscous mark on coxa 2 (♀); narrow malar space, coxa 3 rufous but usually with some streaking of fuscous, coxa 2 with light fuscous marking, and femur and tibia like female with tibia 3 less than 2.0 mm long (♂).

COMMENTS: *P. coxanotus* is a relatively small species whose mesosternum (♀) is usually rufous infused laterally with black from the mesepisternum (1 female with mesosternum more black than reddish). The femur 3 of the female is generally rufous, and the tibia 3 reddish dusky with the ventral face not as dark or the front face darker and the posterior face rufous basally. The malar space of *coxanotus* is not as constricted as that of *californicus*.

The male of *coxanotus* is recognized by characters given in the key to species. The color pattern of the legs is like that of the female. The propodeum is entirely black and the mesepisternum is also black except for a narrow, white or rufous area adjacent to the mesosternum.

MATERIAL EXAMINED: 21 ♀, 8 ♂.

HOST: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: May (1 specimen) June (5), July (23).

DISTRIBUTION: Known from Alberta, British Columbia and the Mackenzie District of the Northwest Territories (Fig. 147). Canadian faunal zone.

(13) *Phytodietus californicus* Cresson

(Figs. 56-57)

Phytodietus californicus Cresson, 1878: 380. Holotype: ♀, labelled "Cala.;...; Type No. 1512; *Phytodietus californicus* Cr. (handwritten)". Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 5.3 mm. Red and black (Fig. 56) closely resembling *zebra* new species. Mesepisternum rufous and black in approximately equal proportion; mesosternum rufous. Legs light reddish yellow; leg 3: trochantin fuscous on dorsal face, femur entirely rufous, tibia reddish dusky with ventral face not as dark as sides and dorsal face. Hypopygium whitish though weakly rufous at base, other sternites mostly white. Malar space constricted, about 0.3 times as wide as mandible at base (Fig. 57), less than ocular-ocellar space (3:5); face about 0.8 times as wide as apex of tergite 1 which is 1.2 times as long as wide at apex; flagellar articles 3.1 Tibia 3, 2.0 mm long. Ovipositor sheaths 1.5 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, leg 3 reddish without fuscous marking on the femur and tibia reddish dusky, lower

0.5 mesepisternum, mesosternum, and metapleurum rufous, constricted malar space, and ovipositor sheaths not as long as the tibia 3.

COMMENTS: The whitish sternites may also be a useful species character of *californicus*. The color pattern of the thorax is somewhat similar to *coxanotus* new species from which *californicus* is separated by the color pattern of tibia 3 and an unusually narrow malar space.

MATERIAL EXAMINED: Type specimen only.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: Unknown (no label data).

DISTRIBUTION: Recorded from California by a single specimen. Upper Austral faunal zone.

(14) *Phytodietus malinus* n.sp.

(Figs. 54-55, 63-64, 134-135, 148)

Holotype: ♀, United States. Colorado, Loveland Pass west slope 9850', 28.VII.1961, coll. B.H. Poole. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15311.

Paratypes: Canada. BC—Racing R. 2400', 1♂, 25.VII.1973, coll. H. & M. Townes. United States. AZ—Oak Grove Cy., 1♀, 19.V.1947 and 9♀, 12♂, 17-19.V.1947, coll. H. & M. Townes (TOW). CA—Bridgeville, 1♂, 20.VI.1948, coll. Madge & Kelton (CNC); Camino, 1♀, 28.VI.1948, and Fish Camp, 1♀, 1♂, 12-14.VII.1947, coll. H.M.G. & D. Townes; San Francisco beach, ID—Looman, 4000', 1♀, 12.VI.1978, coll. H. & M. Townes. OR—Hyatt Reservoir, Ochoco Cr., 1♀, 14.VI.1948, coll. E. Schlinger; Pinehurst, 10♀, 13♂, 19.VI.-11.VII.1978 (TOW) WA Easton, 1♀ (no data) (USNM). CO—Gould, 2♂, 6.VIII.1974, coll. H. & M. Townes; Muddy Pass, 1♂, 17.VI.1948, coll. H.M.G. & D. Townes (TOW).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 4.5 mm. Black (Fig. 54). Head black with clypeus and mark in ocular-ocellar space beside eye, cream. Mesoscutum black; mesepisternum black with a small rufous mark medially on lower margin and a similar mark just above coxa 2. Metapleurum rufous 0.7 basally, remainder of propodeum black. Coxae 1-2 white, 2 with an indistinct greyish mark on front side at base. Leg 3: trochantin white though dorsal face greyish at base, femur completely rufous without fuscous marks, tibia reddish dusky with apex somewhat darker than basal and medial areas; hypopygium chiefly whitish. Malar space unusually constricted, about 0.25 times as wide as base of mandible and less than 0.5 times as wide as ocular-ocellar space (Fig. 63); face not as wide as apex of tergite 1 which is 1.4 times as long as wide at apex; flagellar articles 29. Tibia 3, 1.6 mm long and only slightly longer than ovipositor sheaths.

MALE: Length about 4.5 mm. Habitus black (Fig. 55). Head reddish black with face and lower cheeks cream. Mesosternum cream with front and posterior margins reddish brown and a medial fuscous stripe; remainder of thorax, and propodeum and gaster black with basal 0.2 mesepisternum cream. Coxae 1 and 2 white, 3 rufous; femur 3 yellowish rufous without fuscous marking at base

or apex; tibia 3 light reddish dusky, apex darker, posterior face paler basally. Gaster with acrotergites.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, constricted malar space (♀, ♂), mesosternum rufous, and metapleurum rufous and remainder of propodeum fuscous (♀); femur 3 rufous with or without an apical, weak fuscous marking, tibia 3 dusky in front but behind dusky at apex and the remainder pale (♀, ♂), and coxa 3 rufous (♀, ♂).

COMMENTS: *P. malinus* is a small species recorded here only from western North America. It is characterized by a very narrow malar space in both sexes (Figs. 63-64) which also have similar color patterns on leg 3. The mesepisternum of the female is black with a slight rufous area immediately above coxa 2; the rufous of the metapleurum extends posteriorly in some material. Though the femur 3 is rufous in greater part, the apex of some specimens has a very weak fuscous band. The front side of tibia 3 is typically reddish dusky and the posterior side reddish dusky apically and the remainder pale rufous. The color of the mesosternum of the male varies from cream to brown.

P. malinus is most similar to another western species, *improbanae* n.sp., by color pattern and the constricted malar space. They differ, however, by the color of the dorsal face of coxa 3 of the male which is rufous in *malinus* and fuscous in *improbanae*; the propodeum of the female of *improbanae* is chiefly rufous whereas the rufous area of *malinus* is confined mostly to the metapleurum; and tergite 1 of *improbanae* is rather short and broad at its apex (♀) with its basal area prominently narrowed between the spiracles and base (Figs. 130-131), whereas that of *malinus* is moderately long, not broad apically, and not constricted basally (Figs. 134-135).

MATERIAL EXAMINED: 25 ♀, 31 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: May (22 specimens), June (15), July (1) August (2).

DISTRIBUTION: Western North America in the Canadian and Transition faunal zones (Fig. 148).

(15) *Phytodietus improbanae* n.sp.

(Figs. 49-53, 65, 117, 130-131, 148)

Holotype: ♀, Canada, Alberta, Lake Louise, emerged

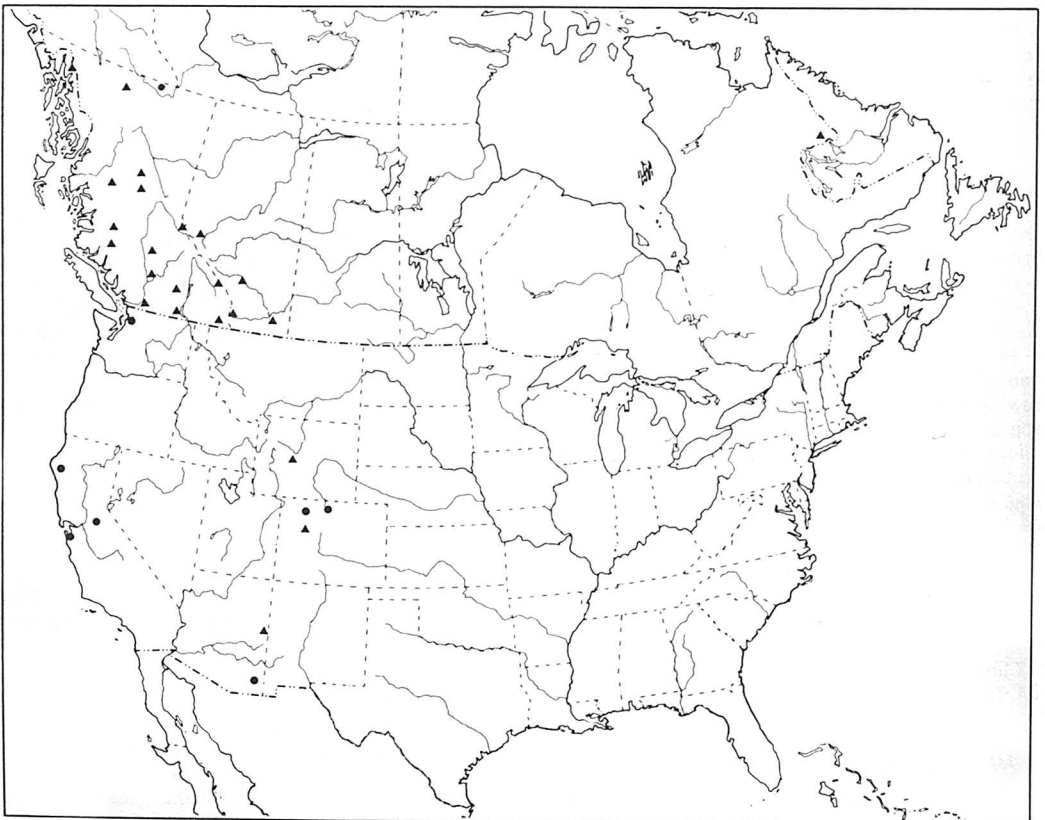


Figure 148. Distribution of *Phytodietus malinus* (●) and *P. improbanae* (▲).

25.II.1959, reared ex *Zeiraphera diniana*, FIS 58A1206-01. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15312.

Paratypes: Canada. BC—Copper Mts., 1♂, 10.III.1952, ex *Eucordylea atripictella*; Dutch Cr., 1♂, 1.1950, ex *E. atripictella*; Germansen L., 1♂, ex *Acleris variana*; Heffler Cr. 1♂, 7.III.1951 ex Microlepidoptera; Heffley L., 1♀, 3.III.1951, ex *Griselda radicana*; Hope, 1♂, 5.II.1948, ex *Griselda*; Likely, 1♀, 9.VII.1938, coll. G.S. Walley; Monashee, 1♂, 27.III.1950, ex tortricid; Ootsa L., 1♂, 16.III.1954, ex *G. radicana*; Pendleton Cr., 1♂, 15.IV.1957, ex *Z. diniana*; Pinkut L., 1♂, 18.V.1954, ex *C. fumiferana*; Robson, 1♀, 27.V.1949, coll. H.R. Foxlee; Smithers, 1♀, 31.I.1943; Wilson L., 1♂, 5.II.1951, ex tortricid. AB—Coleman, 1♀, 28.I.1952, ex *Z. (eiraphera) fortunana*; Elkwater, 1♂, 1.I.1953, ex *Griselda* (preceding male and female laboratory reared); Jasper Nat. Pk., 1♂, 2.II.1952 ex *Z. fortunana*, and 1♂, 26.I.1953 ex *Griselda*. PQ—Indian House L., 2♂, 8.VII.1954, coll. R. Coyles. United States. AK—Haines, 1♂, 13.II.1962, ex microlepidoptera (CNC). AZ—near Alpine Pass, 1♂, 28.V.1947, coll. H. & M. Townes (TOW). CO—Loveland Pass west slope 9850', 1♂, 28.VII.1961, coll. B.H. Poole (CNC).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.3 mm. Black and rufous (Fig. 49). Head black with clypeus, mandibles, and mark in ocular-ocellar space beside eye, cream. Mesoscutum black, front of lateral lobes cream; mesepisternum black with medial posterior area rufous and a small yellow streak at upper edge of prepectal carina. Propodeum chiefly rufous with front margin black; mesosternum and metasternum black. Leg 3: coxa (Fig. 51) rufous, dorsal face of trochantin lightly fuscous, femur generally rufous with only a faint indication of grey at apex and base, tibia (Figs. 52-53) and tarsomeres dusky without white or pale areas. Malar space constricted (Fig. 65), scarcely 0.3 times as wide as mandible at base and not as wide as ocular-ocellar space; face 0.7 times as wide as apex of tergite 1 (Fig. 130) which is short and broad, narrowed between spiracles and base, 1.1 times as long as wide at apex. Mesepisternum granulose. Tibia 3, 2.2 mm long and only slightly longer than ovipositor sheaths.

MALE: Length about 5.4 mm. Black and white (Fig. 50). Head with face, lower cheeks and upper eye orbits cream, remainder dark brown. Mesoscutum with front margins of lateral lobes white; mesosternum white with front margin dark brown, posteriorly white and covering 0.4-0.5 mesepisternum (Fig. 50), or mesepisternum completely brown with or without infusion of rufous. Metapleurum like mesepisternum or dark red mixed with black. Leg 3: coxa lightly infuscated on dorsal face (Fig. 51), femur like female or rarely as dark as tibia. Acrotergites prominent. Tergite 1 (Fig. 131) as shown, about 2.0 times as long as wide at apex.

COCOON: Greyish, thick-walled, opaque (Fig. 117).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, narrow malar space (♀, ♂), propodeum chiefly rufous (♀), mesosternum fuscous (♀), femur 3 generally rufous without fuscous mark-

ings and tibia 3 dusky (♀, ♂), dorsal face of coxa 3 fuscous (♂), and tergite 1 short, broad at apex and narrowed basally (♀).

COMMENTS: Like *P. malinus*, *improbanae* is characterized by a constricted malar space. The narrowing of tergite 1 basally (Fig. 130) is a unique character of the female. The male is chiefly characterized by the infuscation of coxa 3 which is weak to moderately dense on the front, posterior and dorsal sides, or the dorsal face only. Apart from this, no greyish marks occur on the other coxae of the male. The color pattern of males of *improbanae* is similar to that of *oregonensis* n.sp.

MATERIAL EXAMINED: 6♀, 18♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: April (1 specimen), May (3), July (2).

DISTRIBUTION: Western North America in the Canadian, Hudsonian, Upper Austral and Transition faunal zones, and eastern North America in the Hudsonian zone (Fig. 148).

(16) *Phytodietus lunigerellae* n.sp.

(Figs. 76-77, 83, 121, 149)

Holotype: ♂, Canada. British Columbia, Genoe Bay, labelled "56-209-02A, 14.V.1957, FIS 1957. *Promylea lunigerella*". Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15313.

Paratypes: Canada. BC—Mayne I., 1♀, 19.VIII.1951; N. Saanich, 1♀, 1.VII.1951, *P. lunigerella*; Quadra I., 1♂, 21.VII.1950, *P. lunigerella*; Quadra I., 1♂, 21.VII.1950, *P. lunigerella* (CNC). United States. OR—Tahkenitch L., 2♂, 7.V.1976, coll. H. & M. Townes (TOW).

HOLOTYPE MALE: Length about 7.4 mm. Black and white (Fig. 77). Color as *P. fumiferanae* except coxa 2 and 3 rufous with dorsal face of 3 fuscous. Punctures of mesepisternum discrete and separated by approximately their diameters.

FEMALE: Length about 7.9 mm. Black (Fig. 76). Color as *P. fumiferanae* except mesepisternum with small area of rufous basally; metapleurum 0.5 rufous at base and metasternum entirely rufous. Trochantin 2 entirely rufous. Ovipositor sheaths about as long as tibia 3.

COCOON: Light stramineous, semitransparent, medial band distinct (Fig. 121).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, an open punctation of the mesepisternum (♂, ♀), ovipositor sheaths about as long as tibia 3 (♀), metapleurum partly and metasternum entirely rufous (♀), hind leg predominantly fuscous (♂, ♀), and dorsal face of coxa 3 usually rufous (♂).

COMMENTS: The color pattern of *P. lunigerella* is closely similar to that of *fumiferanae* especially the chiefly fuscous hind femur and tibia (Fig. 83). Distinctive structural characters are the punctation of the mesepisternum which is dense in *fumife-*

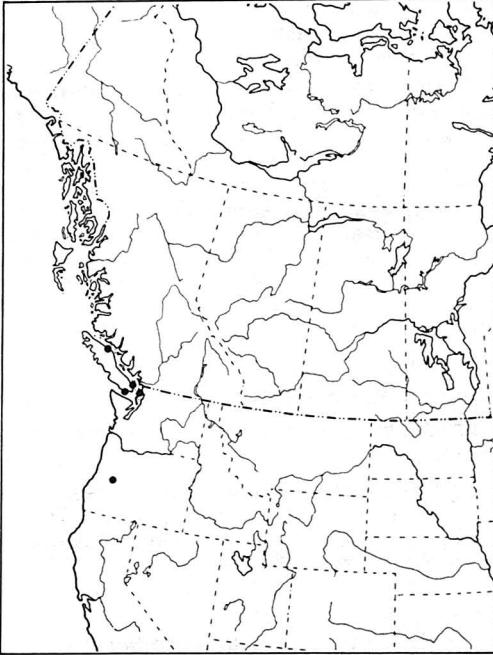


Figure 149. Distribution of *Phytodietus lunigerellae*.

ranae and open in *lunigerellae*; and the ovipositor sheaths which are longer than tibia 3 in *fumiferanae* and subequal to tibia 3 in *lunigerellae*. Color differences are noted above in the key to species. The dorsal face of coxa 3 of the male holotype of *lunigerellae* is fuscous whereas the paratype male specimens are chiefly rufous. Reared material can be recognized also by the cocoon which is white and opaque for *fumiferanae* but stramineous and semitransparent for *lunigerellae*. The hosts of these closely related species are significant as *fumiferanae* is a parasite of the tortricid *Choristoneura occidentalis* and *lunigerellae* of the pyralid *Promylea lunigerella* Rag.

MATERIAL EXAMINED: 2 ♀, 5 ♂.

HOST: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: May (3 specimens), July (3), August (1).

DISTRIBUTION: Western North America in localities in British Columbia and Oregon (Fig. 149). Transition faunal zone.

(17) *Phytodietus semifuscus* n.sp.

(Figs. 80, 150)

Holotype: ♀, Canada. Labrador, Cartwright, 25.VII.1955, coll. E.F. Cashman. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15314.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 7.0 mm. Black (Fig.80). Color patterns very similar to

fumiferanae Rohwer differing by legs 1-2 which have fuscous markings. Dorsal face of trochantins 1-2 fuscous; of tibiae 1-2 with a light fuscous stripe; of femorae 1-2 with a light fuscous stripe; of femorae 1-2 slightly fuscous at base and apex; posterior face of tibia 3 with a pale area medially, tarsomeres dusky. Malar space about 0.5 times as wide as mandible at base. Tergite 1, 1.2 times as long as wide at apex. Tibia 3, 2.6 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, fuscous hind leg and fuscous markings on front and middle legs (♀).

COMMENTS: The ovipositor sheaths of the type specimen are broken. The female of *P. semifuscus* is very similar to the western species *fumiferanae*, differing from it by fuscous markings of the front and middle legs.

MATERIAL EXAMINED: Type specimen only.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: July.

DISTRIBUTION: A single record known, from Labrador (Fig. 150). Hudsonian faunal zone.

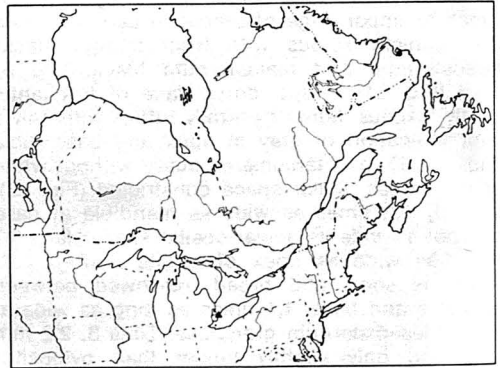


Figure 150. Distribution of *Phytodietus semialbidus* (▲) and *P. semifuscus* (●).

(18) *Phytodietus fumiferanae* Rohwer

(Figs. 78-79, 81-82, 122, 151)

Phytodietus fumiferanae Rohwer, 1922: 155-156. Holotype: ♀, labelled "♀. Iss. in lab. 9.II.20 cocoon coll. Lillooet, B.C. 11.VII. 19. A.B. Baird. Parasite of spruce budworm; Type No. 23068 U.S.N.M.; *Phytodietus fumiferanae* Roh. Type ♀". Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 8.0 mm. Black (Fig. 78). Face black. Thorax black. Coxa 2 rufous with ventral face weakly fuscous at apex, dorsal face weakly fuscous at base. Leg 3 (Figs. 81-82): coxa weakly fuscous at extreme apex; trochantin, tibia and tarsomeres deeply fuscous; dorsal face of femur a deeper fuscous than ventral

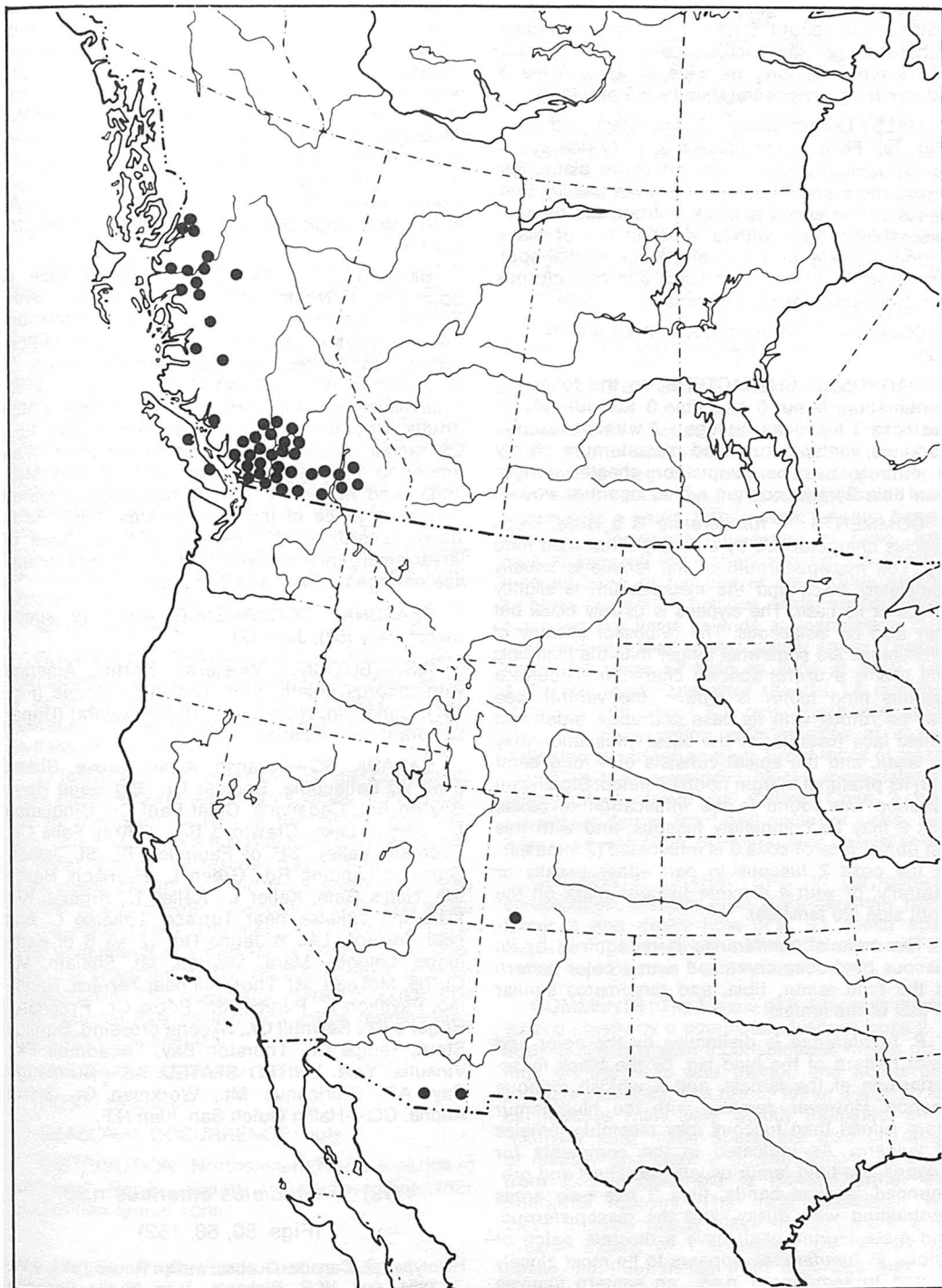


Figure 151. Distribution of *Phytodietus fumiferanae*.

face with hind margin of apical band poorly defined. Propodeum black including metasternum. Acrotergites of tergites 2-5 interrupted laterally. Malar space about 0.5 times as wide as mandible at base, longer than ocular-ocellar space. Tergite 1, 1.3 times as long as wide at apex. Tibia 3, 3.0 mm long. Ovipositor sheaths 3.5 mm long.

MALE: Length about 7.3 mm. Black and white (Fig. 79). Face, lower cheeks, spot beside eye in ocular-ocellar space cream, otherwise black. Mesepisternum chiefly black with white basally from mesosternum which is black in front and behind; mesosternum also with a short streak of black in front laterally or a discrete, black medial spot. Coxa 2 white. Leg 3: coxa black and concolorous with trochantin; femur and tibia like female.

COCOON: Whitish, opaque, thick-walled (Fig. 122).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, femur 3 and tibia 3 fuscous (♂, ♀) and coxa 3 fuscous (♂), legs 1-2 without fuscous markings, metapleurum and metasternum chiefly or entirely fuscous, ovipositor sheaths longer than tibia 3; and cocoon white, opaque, woolly.

COMMENTS: *P. fumiferanae* is a large, black species characterized by a deeply infuscated hind leg. The mesepisternum of the female is usually completely black and the metapleurum is slightly rufous at its base. The clypeus is usually black but may also be testaceous. The ovipositor sheaths of *fumiferanae* are somewhat longer than the hind tibia and this is a useful species character. Though a fuscous hind femur is typical, the ventral face may be rufous with its base and apex, sides and dorsal face fuscous; or the basal infuscation may be weak, and the apical consists of a long band with its proximal margin poorly defined. Significant variation was found in the infuscation of coxae 2-3: 2 may be completely fuscous, and with this the dorsal face of coxa 3 is infuscated (7 females); or the coxa 2 fuscous in part either basally or ventrally, or with a discrete fuscous mark on the front side (26 females).

The male of *fumiferanae* is recognized by its fuscous hind coxa combined with a color pattern of the hind femur, tibia, and tarsomeres similar to that of the female.

P. fumiferanae is distinctive by the color and color pattern of the hind leg, by the black mesepisternum of the female, and a whitish, opaque cocoon. However, females with the hind femur more rufous than fuscous may resemble females of *vulgaris*. As indicated in the comments for *vulgaris*, the hind femur usually has short and pronounced fuscous bands, tibia 3 has pale areas contrasting with dusky, and the mesepisternum and metapleurum each have a discrete patch of rufous. *P. fumiferanae* appears to be most closely related to *semifuscus* n.sp., an eastern species from Labrador.

MATERIAL EXAMINED: 128 ♀, 82 ♂.

HOST: *P. fumiferanae* appears to be a specific

parasite of *Choristoneura occidentalis* (Table II) in western North America. The Canadian National Collection contains a male specimen reared at Cedar Lake, Ontario, in 1961, from the noctuid, *Orthosia hibisci* Gn., which agrees in all taxonomic respects with *fumiferanae*. Persistent attempts were made to establish *fumiferanae* on *C. fumiferana* Clem. in eastern Canada from 1944-1955 (McGugan & Coppel, 1962) including Cedar Lake. This specimen is considered here as an establishment record, most probably reared from *C. fumiferanae* rather than *O. hibisci* which falls outside of the host range of *Phytodietus* as it is presently known.

BIOLOGY: The life cycle of *fumiferanae* is apparently univoltine with emergence from overwintered cocoons closely related to development of western budworm larvae. This is indicated by rearing records from specimen labels of parasites bred at Lillooet, B.C., in 1952: June, 7 larvae emerged and spun cocoons from which adults emerged in April and May, 1953; July, 25 larvae reared with adult *fumiferanae* also emerging the following year in April and May, 1953; and August, 1 larva of *fumiferanae* reared with emergence of the adult in May, 1953. Additional records of 37 rearings without dates of larval emergence showed that 35 adult *fumiferanae* emerged in May and 2 in June.

SEASONAL OCCURRENCE: April (9 specimens), May (58), June (2).

DISTRIBUTION: Western North America with records chiefly from British Columbia (Fig. 151). Canadian, Hudsonian, Upper Austral (Upper Sonoran) faunal zones.

CANADA. BC—Aiyansh, Aspen Grove, Birken 2 Mi W, Bellacoola, Boulder Cr., Big Bend Hwy., Boxton Bar, Cedarvale, Chief Paul Cr., Cinquefoil L., Comox Lake, Crawford Bay, D'Arcy Falls Cr., Fountain Valley, SE of Fauquier, Ft. St. James, Gibson's Landing Rd., Green L., Harrison, Hazelton, Hell's Gate, Keller L., Kelley L., Kitimat, Kitkiata In., Lakelse near Terrace, Lakelse L. bog near Terrace, Lac le Jeune Rd. 12 Mi S of Kamloops, Lillooet, Mara, Mission, Mt. Shalath, Mt. Currie, McLean, Mt. Thornhill near Terrace, Nanaimo, Pavillion L., Pemberton, Poole Cr., Pritchard, Roger's Cr., Sawmill Cr., Skeena crossing, Squilox Stout, Temps Cr., Thurston Bay, Tweedmuir Pk., Vinsulla, Yale. **UNITED STATES.** AK—Burmaugh Bay. AZ—Chiricahua Mt., Workman Cr. Sierra Ancha. CO—Haflin Gulch San Juan N.F.

(19) *Phytodietus emericus* n.sp.

(Figs. 58, 68, 152)

Holotype: ♀, Canada, Québec, Indian House Lake, 9.VII.1954, coll. W.R. Richards. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15315.

Paratypes: Canada. LB—Cartwright, 1 ♀, 20.VII.1955, coll. E.F. Cashman (CNC). NF—South Branch, 1 ♀, 8-15, VII.1974, Malaise trap, coll. G. Heinrich.

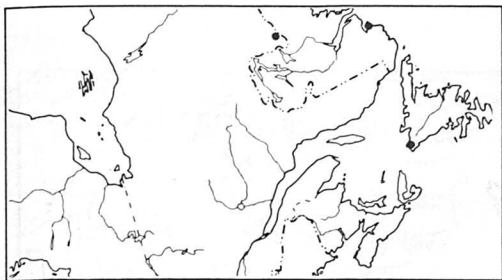


Figure 152. Distribution of *Phytodietus emericus*.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.5 mm. Black (Fig. 58). Clypeus, mandibles and mark beside eye in ocular-ocellar space, cream. Mesoscutum and remainder of thorax black. Legs 2 and 3: coxa of 2 fuscous except extreme apex with remainder of leg rufous; coxa of 3 on front side basally black, trochantin fuscous, femur rufous with apex weakly fuscous so that it is not clearly tricolored, tibia generally reddish dusky and concolorous with tarsomeres. Flagellar articles 30; malar space (Fig. 68) 0.4 times as wide as mandible at base. Notauli of mesoscutum distinct anteriorly; mesepisternum almost impunctate, shagreened below fovea. Tergite 1, 1.2 times as long as wide at its apex. Tibia 3, 2.3 mm long. Ovipositor sheaths 2.7 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, coxa 2 incompletely fuscous, femur 3 generally rufous with tibia 3 dusky, habitus fuscous (♀), and malar space 0.4-0.5 times as wide as base of mandible (♀).

COMMENTS: *P. emericus* is distinguishable from eastern North American species of *Phytodietus* by the color pattern of the middle and hind legs combined with a fuscous habitus. The species is most similar to *fuscus* n.sp., differing from it by color patterns of the front and middle legs including a completely fuscous coxa 2, and width of the malar space. The metapleurum of the paratype specimens of *emicus* is somewhat rufous, and the shagreen of the mesepisternum is more pronounced. The possibility therefore exists that this material may be a mixed series representing more than one species.

MATERIAL EXAMINED: 3 ♀.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: July.

DISTRIBUTION: Northeastern North America in Labrador, Newfoundland, and Québec (Fig. 152). Hudsonian faunal zone.

(20) *Phytodietus fuscus* n.sp.

(Figs. 67, 74-75, 153)

Holotype: ♀, Canada. British Columbia, Terrace, 11.VI.1960, coll. J.G. Chilcott. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15316.

Paratypes: CANADA. BC—Kleanza Cr. 14 Mi E of Terrace, 1 ♀, 23.V.1960, coll. B. Heming (CNC); Stone Mt. Pk., 3 ♀, 1 ♂, 18-20.VII.1973, coll. H. & M. Townes (TOW). AB—Mt. View, 1 ♀, 9.VI.1962, coll. W.R.M. Mason. UNITED STATES. AK—Isabel Pass Mi 206 Richardson Hwy., 1 ♀, 17.VII.1962, coll. P.J. Skitsko (CNC). CA—Sagahan Cr. Nev. Co., 1 ♀, 12.VII.1978, Coll. R.M. Bohart; Yosemite Pk. Glacier Pt., 1 ♀, 18.VII.1948, Crane Flat, 10 ♀, 5 ♂, 22-25.VI.1948, Tamarack Flat, 1 ♂, 24.VII.1948, and Snow Flat, 1 ♀, 5 ♂, 26.VII.1948, coll. H.M.G.D. & J. Townes. OR—Corvallis, 2 ♂, 15.V.1976, coll. H.K. Townes; 18 ♀, 14 ♂, 8.V.-15.VII.1978; Ochoko Cr., 2 ♀, 8.VII.1978, coll. H. & M. Townes. AZ—Alpine, 1 ♀, 30.V.1947, coll. H. & M. Townes (TOW). ID—nr, Stanley, 1 ♀, 2.VII.1978, Coll. H. & M. Townes; CO—Cucharas Pass San Isale N.F., 1 ♀, 24.VII.1968, coll. L.A. Kelton; Nederland, 2 ♀, 5.VII.1961, coll. S.M. Clark (CNC). Westcliffe, 1 ♀, (no data) (USNM); Muddy Pass, 1 ♀, 17.VI.1948 and Estes Pk., 5 ♂, 12.VI.1948, coll. H.M.G.D. and J. Townes (TOW). WY—Yellowstone Nat. Pk., 1 ♀, C.M. Chapman (USNM).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 6.2 mm. Black (Fig. 74) head with small cream mark in ocular-ocellar space beside eye, otherwise black. Thorax and propodeum black. Trochantins 1-2 fuscous. Leg 3: trochantin fuscous, coxa rufous with fuscous marking at extreme base; femur rufous with a short, rather weak fuscous band at apex and indistinct infuscation at base, white area at extreme apex short and not 0.5 times as long as band of fuscous at apex; tibia and tarsomeres completely fuscous. Malar space (Fig. 67) extended, 0.6 times as wide as mandible at base, slightly longer than ocular-ocellar space. Tergite 1 about 1.3 times as long as wide at apex. Tibia 3, 2.4 mm long. Ovipositor sheaths 1.6 mm long. Male: Length about 5.7 mm. Black and yellow (Fig. 75). Face yellow with margins of clypeus indicated by red infuscation. Front lobes of mesoscutum yellow, remainder black; mesepisternum chiefly black, basal 0.2 yellow. Coxa 2 black basally on dorsal, front and posterior sides; coxa 3 fuscous with sides of ventral face basally yellow.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, fuscous coxa 2 (♀), generally rufous femur 3 and dusky tibia 3 (♀, ♂), malar space exceeds 0.5 times width of mandible at base, and dorsal face of coxa 3 chiefly fuscous (♂).

COMMENTS: The female of *P. fuscus* is characterized chiefly by a completely fuscous coxa 2. Its body is fuscous with inconspicuous cream markings on the head and thorax, and acrotergites scarcely indicated. The rufous femur 3 with an apical fuscous mark very weakly indicated, and a relatively long malar space are also characters of *fuscus*. The coxa 2 of two female paratypes from British Columbia is mottled rather than uniformly fuscous. The male associated with these females has a black mesosternum and a greater extent of fuscous on the thorax and coxae 2-3 than males from Colorado and California.

MATERIAL EXAMINED: 47 ♀, 32 ♂.

HOST: Unknown.

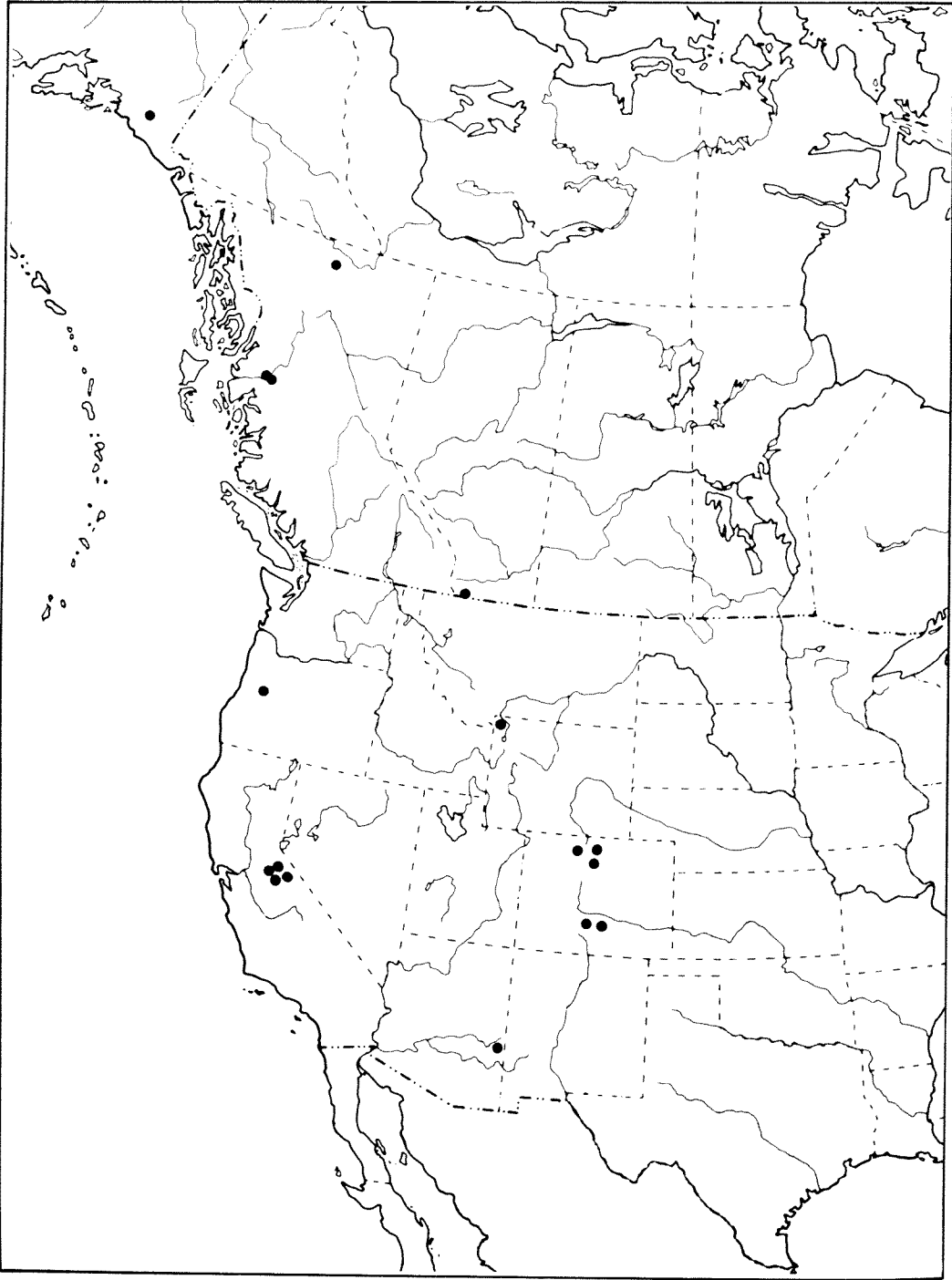


Figure 153. Distribution of *Phytodietus fuscus*.

SEASONAL OCCURRENCE: May (14 specimens), June (33), July (30).

DISTRIBUTION: Western North America in the Canadian, Hudsonian, Upper Austral, Transition faunal zones (Fig. 153).

(21) *Phytodietus varianae* n.sp.

(Figs. 61-62, 93-94, 98, 118, 158)

Holotype: ♀, Canada, Newfoundland, Great Falls, emerged 6.III.1951, ex *Acleris variana*. Type in the Canadian National Collection, Ottawa, CNC 15321.

Paratypes: Canada. From various localities as listed in the distribution section, chiefly laboratory reared, 178 ♀, 142 ♂ (CNC). United States, Oregon and Wisconsin, insectary reared, 4 ♀, 8 ♂ (USNM).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 5.0 mm. Dark reddish brown (Fig. 93). Color pattern essentially similar to *vulgaris*. Head reddish brown with yellowish spot in malar space and beside eye in ocular-ocellar space. Mesepisternum light testaceous basally above coxa 2. Metapleurum light testaceous posteriorly, in front fuscous continuous with dorsum of propodeum whose posterior face has an inverted, U-shaped mark of cream. Leg 2: trochantin fuscous. Leg 3 (Fig. 98): trochantin as dark as mesepisternum; femur at base weakly fuscous, at apex distinctly fuscous with proximal margin indistinct and extreme apex white; tibia light reddish dusky, posterior face lighter basally, infuscation of apex pronounced and concolorous with tarsomeres. Malar space (Fig. 62) exceeds 0.5 times basal width of mandible (8:5) and only slightly less than ocular-ocellar space; flagellar articles 32, flagellum longer than body measured from antennal sockets to apical sternite; face about as wide as apex of tergite 1. Mesepisternum shagreened like *vulgaris*. Tergite 1, 1.4 times as long as wide at apex. Tibia 3, 2.2 mm long, subequal to length of ovipositor sheaths.

MALE: Length about 5.0 mm. Dark brown and cream (Fig. 94). Face, upper eye orbit just past the lateral ocellus and lower cheeks, cream with remainder of head black. Front medial margin of mesoscutum and two medial spots, cream with remainder black; upper 0.3 mesepisternum black and remainder cream concolorous with mesosternum. Metapleurum black. Leg 3: dorsal face of coxa fuscous; tibia generally light reddish dusky with apex somewhat darker on all sides; femur weakly fuscous at base and apex or entirely rufous without infuscation.

COCOON: Pale whitish grey with narrow, white medial band (Fig. 118).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, malar space exceeds 0.5 times basal width of mandible (♀, ♂), trochantin 2 fuscous (♀), apex of femur 3 without fuscous marking or with a weak fuscous marking, tibia 3 without discrete pale areas (♀, ♂), dorsal face of coxa 3 fuscous (♂).

COMMENTS: The female of *varianae* is usually reddish brown rather than black with the mesepisternum completely dark or with a slight area of yellowish red on the basal margin above coxa 2. Similarly the metapleurum may be almost completely reddish brown, or yellowish red basally or entirely. The apical infuscation of the hind femur is more pronounced than the basal which often is absent. The hind tibia does not have discrete pale areas, rather much of the segment is uniformly reddish dusky, or with subtle shades of dusky and rufous, or the dorsal face not as dark and the apex on all sides darker. Eastern Canadian populations of *varianae* have a yellowish marking of the malar space which is missing in about 30 percent of the specimens from British Columbia. The rather wide malar space is a species character of *varianae* as well as the face width of the female which is subequal to that of tergite 1 at its apex.

The outstanding character of the male of *varianae* is the infuscated dorsal face of the hind coxa which may be very light grey or scarcely indicated, or black. In addition, femur 3 is usually rufous without fuscous markings and tibia 3 is like that of the female without discrete and contrasting areas of pale and fuscous. The malar space (Fig. 61) is wider in males than females and without measurement appears to be as wide as the base of the mandible. The metapleurum is usually black; it may, however, be white basally continuous with the inverted U-shaped mark of the posterior face of the propodeum.

The female of *varianae* resembles to a certain extent *vulgaris* but lacks the pronounced basal and apical fuscous bands of femur 3.

MATERIAL EXAMINED: 182 ♀, 150 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: Much of the material of *varianae* from eastern Canada was laboratory incubated during the winter months. A series from British Columbia was reared from April to June: April (6), May (50), June (13). The Oregon series was reared in May (4 specimens) and Wisconsin in April (2 specimens) and May (5).

DISTRIBUTION: Almost entirely known from Canadian records with specimens from every province except Manitoba (Fig. 158). Canadian, Hudsonian, and Transition faunal zones.

CANADA. BC—Atlin, Altezega Cr., Beaufort Cr., Beaver Cove, Bellacoola R., Blackwater L., Buckley Bay, Butedale, Chapman L., Coffee Cr., Copper R., Cowichan, Davie L., Dog Cr., Dome Mt., Draney In., Drantyla, Ecstall R., Englewood, Firvale, Ft. St. James, Germansen, Glacier Cr., Golden, Gosling L., Harbledon, Hope Princeton Hwy., Howston, Jeune Lng., Jumbo Cr., Kallum L., Kiskosh In., Ling L., McBride, McIntyre Cr., McCulloch, Mission Cr., Monashee, Nascall Bay, Nimpkish L., Nitmat, Nitmat Camp, Ocean Falls, Onion L.P.R., Pass L., Pinchi L., Port McNeill, Power L., Prince Rupert, Retallach, Rivers In., Robson Bight, Salmon R., Sinclair Mills, Sitkum

Cr., Skins L. Ootsa L., Scully Cr., Smithers, Smithy Rd., Sorrel Cr., Stoney Cr., Sural L., Taleomey R., Terrace, Tsiloch R., U. Skenna R., U. Stone Cr., Wass, Willow R., Zymoetz R. AB—Amor L., Brule, Canyon Cr., Chedderville, Faust, Grande Prairie, Jasper Nat. Pk. and Henry House flats and Pyramid L. SK—Amisk L. NB—Carleton Co., Charlotte Co., Charlotte Co. area drained by Bonny R., Connors Madawaska Co., Dawnes Bulch, Restigouche Co., Dugal Settlement Madawaska Co., East Canoa I. Gloucester Co., E. Bran Christopher Brk. Restigouche Co., Kintore Victoria Co., Little Bartibog North Co., Madawaska Co. 2 Mi from Remouet Rd., Portage Rd. Northumberland Co., St. John Co., Six Rds. Gloucester Co., Upper Balmoral Restigouche Co., York Co. NF—Bon North, Deer Pond Bon South, Glenwood Depot Grand Falls, Grand Falls, Goose Arm Rd. Camp 104 Humber, Humber, Hare Bay Rd., Little Rapids Farm Humber, Lomond Rd., Mint Brook Bon North, Musgrave Town, N. Pond end of Rd. Bon North, Rock L. area Grand Falls, Rusty Brook Humber, St. Barbe, St. George, 16 Mi Terra Nova Bon South, Terra Nova Bon South, Trout R., Twillingate, White Bay, Windsor L. Res. Avalon Peninsula. NS—Fr. Mt. Inverness Co., Grand R., St. Peters. ON—Berkeley, Black Sturgeon L., Clarkdon, Geraldton, Goulais Bay, Marathon, Nakina, Rossport, Ruffe L. PQ—Anticosti Is., Bonaventure, Gaspé, Godbout, Janot L., Matapedia, Matane, Pointe Label, Rimouski Co., Sept Îles, Témiscouata. UNITED STATES. OR—Tollgate. WI—Enumclaw.

(22) *Phytodietus solandrianae* n.sp.

(Fig. 66, 72-73, 115, 124-125, 154)

Holotype: ♀, United States. Alaska, Naknek, on tundra, 21.VII.1952, coll. W.R.M. Mason. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15317.

Paratypes: Canada. BC—Kaslo, 1 ♀, 19. (19) 03, coll. R.P. Currie (USNM); Lakelse L. near Terrace, 1 ♀, 14.VII.1955, coll. G.P. Holland; Mt. Revelstoke Nat. Pk. N. peak Jade Pass 7400', 1 ♀, 16.VII.1962, coll. G.P. Holland; Robson, 1 ♀, 30.V.1950, coll. H.R. Foxlee. YT—La Force L. 3300', 1 ♀, 29.VI.1960, coll. J.E.H. Martin. AB—Morley 15 Mi E, 1 ♀, 23.VI.1962, coll. W.R.M. Mason; Mi 17 Rock L. Rd., 1 ♀, reared 12.IX.1959, ex *Epinotia solandriana*. NT—Norman Wells, 1 ♀, 21.VII.1949, coll. W.R.M. Mason. NF—St. John's Agr. Exper. Sta., 1 ♀, 15.VII.1967, coll. J.F. McAlpine. ON—Gogama, 1 ♂, 22.VII.1954; Marathon, 1 ♂, 17.IV.1967; Montréal R., 1 ♀, 25.II.1964; Shining Tree, 1 ♀, 25.II.1965; Rainy L., 1 ♂, 15.II.1949; White R., 1 ♀, 10.III.1961 (preceding Ontario records laboratory reared by FIS). United States. AK—King Salmon R., 5 ♀, 1 ♂, 31.VII.-4.VIII.1952, coll. J.B. Hartley and W.R.M. Mason; Naknek, 3 ♀, 18.VII.-2.VIII.1952, coll. W.R.M. Mason; Naknek, on tundra, 10 ♀, 8.VII.-2.VIII.1952, coll. W.R.M. Mason and 1 ♀, 8.VII.1952 coll. J.B. Hartley (CNS); Susitna, 1 ♀, 26.VI.1951, coll. R.H. Washburn (USNM). CA—Sonora Pass 8500', 1 ♂, 7.VII.1948, coll. H.M.G. and D. Townes. WA—Mt. Rainier 5000', 1 ♀, 9.VIII.1940, coll. H. & M. Townes (TOW) CO—Echo L. Mt. Evans 10600', 1 ♂, 12.VII.1961, coll. W.R.M. Mason (CNC); Phantom Valley Rocky Mt.

Nat. Pk. 9400', 2 ♀, 63 ♂, 16-19.VI.1948, coll. G.D. and J. Townes (TOW).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 8.1 mm. Black (Fig. 72). Clypeus black. Thorax and propodeum black. Tergites black with very thin, yellowish acrotergites. Trochantins 1-2 in greater part fuscous. Leg 3: femur like that of *conflictanae*, tibia reddish dusky and not as dark ventrally at base. Flagellar articles 32; malar space (Fig. 66) almost 0.7 times as wide as mandible at base and exceeds ocular-ocellar space; eyes not convergent on face; narrowest part of face at antennal sockets, 0.7 times as wide as apex of tergite 1 which is short and broad (Fig. 124) 1.1 times as long as wide at apex. Mesepisternum with dense microsculpture. Tibia 3, 3.0 mm long. Ovipositor sheaths 2.7 mm long.

MALE: Length about 7.3 mm. Black and yellow (Fig. 73). Face and frons beside eye and lower cheeks yellow. Mesoscutum black with front and lateral margins cream; mesepisternum 0.6 black above, yellow below merging into mesosternum. Trochantin 2 at extreme base light fuscous. Leg 3 like female. Propodeum black. Tergite 2 (Fig. 125) distinctly less than 2.0 times as long as wide at apex.

COCOON: Semitransparent, light stamineous with a narrow, whitish medial band (Fig. 115).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, fuscous habitus (♀), black metapleurum (♂), malar space exceeds 0.5 basal width of mandible (♀, ♂), trochantins 1-3 partly or completely fuscous, femur 3 chiefly rufous with weak apical fuscous marking, and tibia 3 reddish dusky (♀, ♂).

COMMENTS: The female of *solandrianae* is quite similar to *conflictanae* in habitus and the rather long malar space. It is chiefly characterized by fuscous trochantins which may, however be rufous apically on 1 and 2. In addition, the clypeus is black, and the scutellum is also black or margined laterally with yellow. Like *conflictanae*, the mesoscutum is completely black or with small areas of cream in front rather than the entire front margin. Tergite 1 is short and wide at its apex.

The male of *solandrianae* also has a wide malar space like the female. The mesepisternum is more black than cream with the basal 0.3-0.4 merging into the cream of the mesosternum. In many specimens the trochantin 2 is light fuscous basally or on its dorsal face. The black metapleurum of the male is an important character separating *solandrianae* from others (*plesia* and *burgessi*) with a rufous coxa 3, and femur 3 weakly fuscous at its apex.

MATERIAL EXAMINED: 36 ♀, 70 ♂.

HOST: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: June (68 specimens), July (19), August (6), September (1).

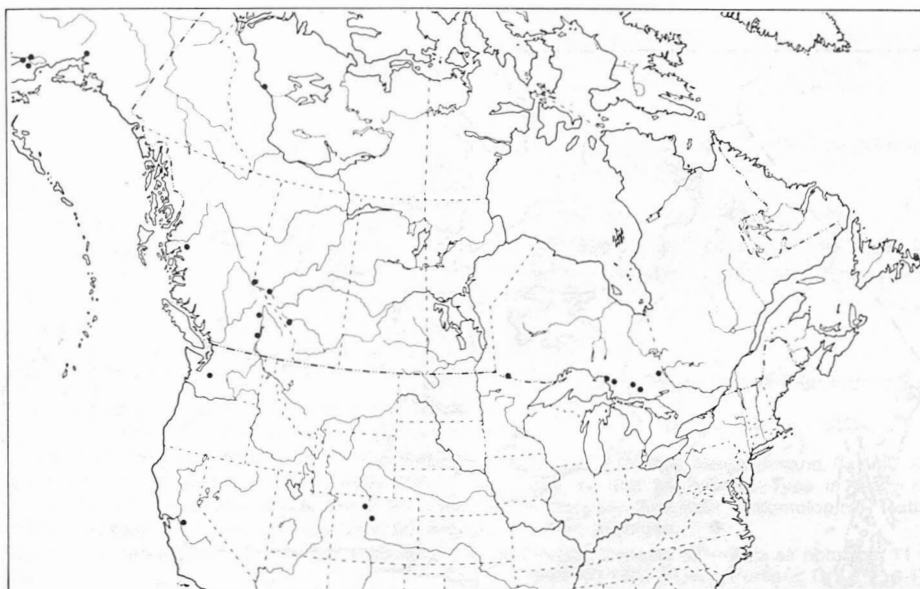


Figure 154. Distribution of *Phytodietus solandrianae*.

DISTRIBUTION: No records in Canada from Manitoba, Saskatchewan, Québec and Atlantic Canada excepting one specimen from St. John's, Newfoundland (Fig. 154). A widespread species in the Canadian, Hudsonian, Transition and Upper Austral faunal zones.

(23) *Phytodietus conflictanae* n.sp.

(Figs. 70-71, 113, 127, 155)

Holotype: ♀, Canada. Alberta, Hespero, reared 21.I.1952 ex *Choristoneura conflictana*. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15318.

Paratypes: Canada. BC—Cowichan L., 2 ♀, 6.VII.1964, and 1 ♂, 1.VII.1964, coll. J.A. Chapman (CNC); Racing R.2400', 1 ♀, 15.VII.1973, coll. H. & M. Townes (TOW). AB—Big Horn R.S., 1 ♂, 19.I.1952 ex *Archips conflictana*; Banff Nat. Pk., 2 ♂, reared 13.II.1946; Banff Nat. Pk. Eisenhower Jct. 4700', 3 ♀, 7.VII.1962, malaise trap, coll. W.R.M. Mason, and 2 ♀, 9-14.VII.1962, coll. H.K. Herrmann and W.R.M. Mason; Johnston Cy., 1 ♀, 18.VII.1962, coll. Edith Mason; Cypress Hills, 1 ♀, 28.I.1955; Morley, 1 ♀, 23.VI.1962, coll. W.R.M. Mason. NT—Norman Wells 1 ♀, 20.VI.1949, coll. W.R.M. Mason. SK—Mossbank, 2 ♀, 10.VII.1923, coll. K. M. King (CNC). United States. CA—Truckee Nevada Co., 1 ♀, 24.VI.1954, coll. R.M. Bohart. OR—Hyatt Reservoir, 1 ♀, 20.VI.1978, coll. H. & M. Townes. WA—Bingen, 4 ♀, 1 ♂, 8-9.V.1976, coll. H. & M. Townes (TOW). CO—Boulder 4 mi NW 6900', 1 ♀, 17.VI.1961, coll. W.R.M. Mason; Echo L. Mt. Evans 10600', 1 ♀ 26.V.1961, coll. S.M. Clark; Estes Pk. 7500', 1 ♀, 19.VI.1961, coll. B.H. Poole (CNC). NE—Emigrant, 1 ♂, 1.VI.1978; Tuscarora, 4 ♀, 12 ♂, 2-5.VI.1978, ID—Idaho City, 1 ♂, 14.VI.1978, coll. H. & M. Townes (TOW).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 10.8 mm. Black (Fig. 70). Head black, mandibles and mark

beside eye in ocular-ocellar space, yellow. Mesepisternum and propodeum black. Metapleurum slightly red at base, metasternum rufous. Leg 3: trochantin rufous and almost concolorous with coxa; femur rufous but weakly fuscous at base, apex with a moderately fuscous band longer than the distance between it and extreme apex of segment; tibia, and tarsomeres completely dusky. Malar space pronounced, 0.7 times as wide as base of mandible. Tergite 1 almost 1.4 times as long as wide at apex (Fig. 127) which is greatly wider than face. Ovipositor sheaths 3.0 mm long and subequal to length of tibia 3.

MALE: Length about 8.7 mm. Black and white (Fig. 71). Mesepisternum black with basal 0.3 cream. Propodeum black. Legs like female. Malar space somewhat greater than 0.5 times width of mandible at base.

COCOON: Greyish, entirely opaque, medial band not distinct on exterior (Fig. 113).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, fuscous habitus (♀), trochantins 1-3 rufous, femur 3 chiefly rufous with discrete apical fuscous marking, tibia 3 dusky (♀, ♂), metapleurum partly rufous (♂), and tergite 1 short and broad at apex (♀).

COMMENTS: *P. conflictanae* is a large, black species characterized by a completely black mesepisternum, partly or completely rufous metapleurum, rufous trochantin 3, and femur 3 generally rufous with a short, weakly fuscous band at its apex. Variation of the female includes a dark reddish trochantin 3 (1 specimen) and tibia 3 with a pale medial area on its posterior side (1 specimen).

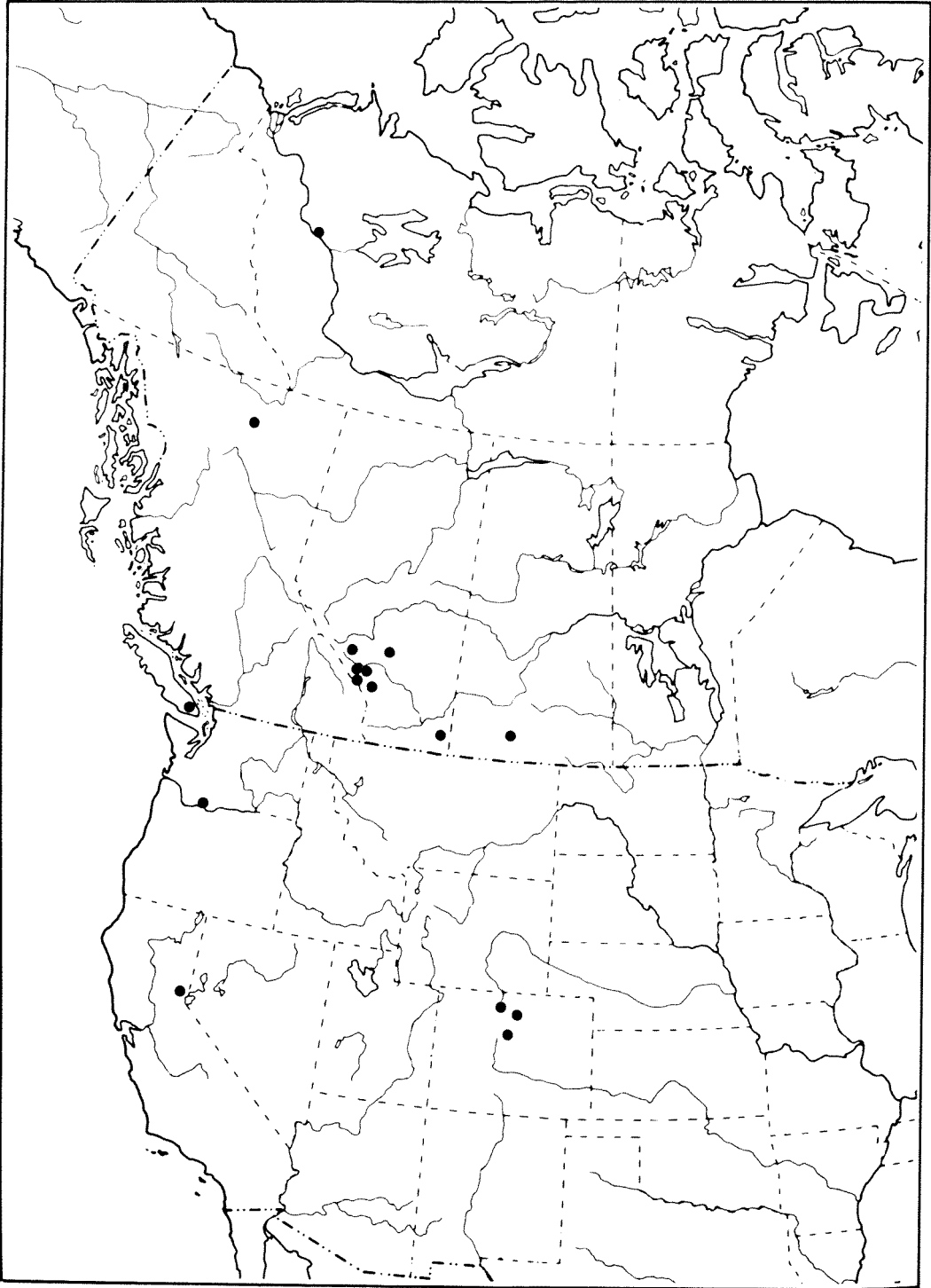


Figure 155. Distribution of *Phytodietus conflictanae*.

P. conflictanae is quite similar to *solandrianae* and there is a possibility that one is a population of the other: both are chiefly fuscous or black without prominent yellow markings of the mesoscutum and scutellum, and with a similar color pattern of the hind leg excepting the color of the trochantin. In addition, the malar space is wider than 0.5 times the base of the mandible. They differ in that the trochantins of *conflictanae* are completely rufous, whereas those of *solandrianae* are partly or completely fuscous; there is often some rufous on the metapleurum of *conflictanae* but none on *solandrianae*; and the tergite 1 of the female of *conflictanae* is typically longer than wide at its apex, whereas that of *solandrianae* is unusually wide at its apex.

Specimens of *vulgaris* with a weakly developed basal infuscation of femur 3 resemble *conflictanae*. Often, however, the mesepisternum of *vulgaris* is rufous basally, the tibia 3 is pale medially behind, and the malar space is about 0.5 times as wide as mandible at base. Females of *hecatius* n.sp. also resemble *conflictanae* but differ by color pattern of the legs.

MATERIAL EXAMINED: 27 ♀, 19 ♂.

HOSTS: Listed in table II.

SEASONAL OCCURRENCE: May (6 specimens), June (23 specimens), July (12).

DISTRIBUTION: A western species from British Columbia south to California and east to Saskatchewan and Colorado (Fig. 155). Canadian and Transition faunal zones.

(24) *Phytodietus semialbidus* n.sp.

(Figs. 89-90, 150)

Holotype: ♀, Canada. Ontario, Kentbridge, 11.VII.1962, coll. S.M. Clark. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15320.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 7.4 mm. Black and white (Fig. 89). Head with mandibles, medial spot on face extending to clypeus, spot beside eye in ocular-ocellar space and in malar space, cream. Mesoscutum black with front of lateral lobes cream; mesepisternum black with lower 0.2 white concolorous with mesosternum. Metapleurum 0.6 rufous basally, remainder of propodeum black except posterior face which has an inverted U-shaped cream mark. Leg 3: coxa rufous; femur rufous with fuscous apical and basal bands, the basal about as distinct as the apical and each longer than trochantin; tibia and tarsomeres deeply fuscous (Fig. 90). Malar space somewhat less than 0.5 times as wide as base of mandible and not as long as ocular-ocellar space (4:6); face narrowest just below antennal sockets and not quite 0.8 times as wide as tergite 1 at its apex. Tergite 1, 1.3 times as long as wide at apex. Tibia 3, 3.1 mm long. Ovipositor sheaths 1.8 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, mesosternum white, femur 3 fuscous apically and basally, deeply infuscated tibia 3 and tarsomeres, and the unusually short ovipositor sheaths (♀).

MATERIAL EXAMINED: Type specimen only.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: July.

DISTRIBUTION: Known only from southern Ontario. Transition (Alleghanian) faunal zone (Fig. 150).

(25) *Phytodietus hecatius* n.sp.

(Figs. 84-88, 156)

Holotype: ♀, Canada. Newfoundland, Raleigh, 30.VII.1975, coll. H. and M. Townes. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: Canada. NF—data as holotype, 11 ♀, 1 ♂, 28. VII-4.VIII.1975 (TOW); Portland Cr., 1 ♀, 9-17.VII.1973, Malaise trap, coll. G. Heinrich; St. John's, 1 ♀, 15.VII. 1967, coll. J.F. McAlpine (CNC) (all paratype specimens CNC 15327).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 8.8 mm. Black (Fig. 84). Head black with cream mandibles except base and teeth which are black. Thorax black with front margins of mesonotal lobes cream. Gaster black with narrow, light-greyish acrotergites on segments 1-4. Leg 2: coxa rufous with fuscous basally, dorsal face of tibia lightly fuscous, trochantin reddish black (Fig. 86); leg 3: coxa rufous; trochantin reddish black; femur rufous with a fuscous apical band and a less pronounced basal band, apex tricolored as extreme apex is white; tibia, tarsomeres almost black, posterior face of tibia light grey apically and without spines (Figs. 87-88). Malar space about 0.7 times as wide as base of mandible; flagellar articles 32. Notauli unusually well-impressed anteriorly; subsequence of mesepisternum distinct. Tibia 3 subequal length to ovipositor sheaths.

MALE: Length about 7.9 mm. Black and white (Fig. 85). Face, lower cheeks, front of scape and

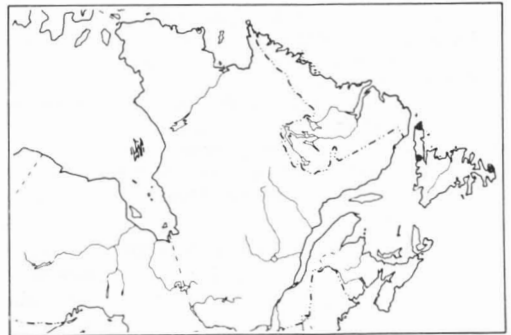


Figure 156. Distribution of *Phytodietus hecatius*.

pedicel cream with remainder black. Mesoscutum like female; mesepisternum chiefly black with basal 0.2 white continuous with white of mesosternum which has the front and back margins black. Metapleurum and propodeum black. Tibia 1 light fuscous ventrally; leg 2: femur and tibia like female except ventral face of femur with a dark mark, trochantin white; leg 3: dorsal face of coxa black colorous with trochantin and propodeum; femur like female except fuscous area at base pronounced and discrete; tibia like female, basitarsus white 0.5 at base.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, habitus fuscous without rufous areas of thorax (♀), trochantin 2 fuscous (♀), femur 3 with fuscous bands at base and apex (♀, ♂), malar space exceeds 0.5 times basal width of mandibles (♀, ♂), and dorsal face of coxa 3 fuscous (♂).

COMMENTS: There is very little variation in the paratype series of females. The tibia 3, however, is as described for the holotype or completely infuscated, and the tarsomeres of leg 3 are also completely fuscous without any white or pale area.

The male of *hecatus* is a striking combination of rufous, black and white. It is recognized chiefly by the fuscous bands of femur 3 associated with the black dorsal face of coxa 3. The body is predominantly black with white of the mesosternum extending partly onto the mesepisternum.

MATERIAL EXAMINED: 14 ♀, 1 ♂.

HOST: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: July-August (15).

DISTRIBUTION: Known only from the Island of Newfoundland in the Canadian and Hudsonian faunal zones (Fig. 156).

(26) *Phytodietus vulgaris* Cresson

(Figs. 91-92, 97, 112, 157)

Phytodietus vulgaris Cresson, 1870: 166. Holotype: ♂, labelled "Del., Type No. 1506.1; *Phytodietus vulgaris* Cresson (handwritten). Type in the Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

Mesoleius annulatus Provancher, 1886: 106. Lectotype: ♀, labelled "259 (blue label); 1242 (yellow label); *Mesoleius annulatus* Prov. (white bordered with pink label); Lectotype *Mesoleius annulatus* Provancher Gahan and Rohwer "15 1242 Barron "71". Designated by Gahan and Rohwer (1918). Type in the Provancher collection, Université Laval, Ste-Foy, Québec.

Meniscus 4-cinctus Ashmead, 1894: 50. Holotype: ♂, labelled "Ohio; *Meniscus 4-cinctus* ♂ Type. Ashm.". Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C. *new synonym*.

HOLOTYPE FEMALE OF *P. VULGARIS*: Length about 8.2 mm. Black (Fig. 91). Head black with yellowish mark beside eye in ocular-ocellar space and in malar space. Mesepisternum black with yellowish red patch just above coxa 2; mesosternum black. Metapleurum rufous with upper front

area black; propodeum with inverted, U-shaped cream mark on posterior face. Leg 3: femur rufous, banded with fuscous at base and apex; tibia 3 chiefly dusky, posterior face not as dark as front face and without spines (Fig. 97), tarsomeres fuscous. Flagellum with 37 articles; malar space about 0.5 times as wide as mandible at base. Mesepisternum finely shagreened. Tergite 1, 1.3 times as long as wide at apex. Ovipositor sheaths about as long as tibia 3.

MALE: Length about 7.6 mm. Black and cream (Fig. 92). Head cream with frons, vertex and cheeks behind and below the eyes black. Mesepisternum basally 0.3-0.4 cream, upper area black; mesosternum cream with front and posterior margins fuscous. Metapleurum black. Leg 3 like female.

COCOON: Semitransparent at each end, somewhat opaque medially (Fig. 112).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, trochantins 1-2 whitish or whitish red and 3 fuscous, femur 3 with fuscous bands at base and apex, tibia 3 dusky with or without pale area medially behind, coxa 3 rufous (♀, ♂), mesepisternum usually with rufous basally (♀), and metapleurum black (♂).

COMMENTS: *P. vulgaris* is the most frequently collected or reared species of *Phytodietus*. In addition to the preceding characters, the basal fuscous mark of femur 3 may not be as strongly indicated as the apical mark, or rarely absent and then with the trochantin rufous. The mesepisternum of the female is black or a combination of black and rufous with the rufous area usually less than that of the metapleurum and situated immediately above coxa 2. Tibiae 1-2 are rufous without fuscous marking. The pattern of infuscation of the hind tibia is variable: completely dusky, or the posterior face not as dark as the front face, or the ventral and dorsal sides moderately or deeply infuscated. It is typical for the tarsomeres of leg 3 to be fuscous as only two females of the material examined have the basitarsus pale basally. The clypeus of the female is usually brownish like the face, rarely light testaceous like the mandibles.

The male of *vulgaris* is also recognized by the fuscous bands of femur 3 (though the basal infuscation is often less pronounced) and the color pattern of tibia 3. However, the intensity of infuscation of tibia 3 is more variable in males than females with the posterior, front and ventral faces weakly to moderately fuscous.

The status of *Meniscus 4-cinctus* as a synonym of *P. vulgaris* was pointed out to me by Henry Townes.

MATERIAL EXAMINED: 317 ♀, 204 ♂.

HOSTS: Listed in Table 3.

SEASONAL OCCURRENCE: April (4 specimens), May (6), June (42), July (65), August (69), September (11), October (7).

DISTRIBUTION: Records from every province except Newfoundland, also found in Mackenzie District of the Northwest Territories. Found in the U.S.A. chiefly in the eastern states (Fig. 157). Canadian, Hudsonian, Lower and Upper Austral, and Transition faunal zones.

CANADA. BC—Aleza L., Agassiz, Amisk L., Bocomplete L., Butedale, Celista, Cranbrook, Cultus L., Cowichan L., Dome Cr., Dutch Cr., Ferguson, Fernie, Galloway, Gagnon Rd. 6 Mi W of Terrace, Green L., Hazelton, Houston, Keremeos, Kleanza Cr. 14 Mi E of Terrace, Kokanee Mt., Lakelse L. bog near Terrace, North Bend, Ocean Falls, 103 Mile L., Powell, Quinsam, Racing R. 2400', Robson, Smithers, Stone Mt. Pk. 3800', Terrace, Trinity, Victoria. AB — Athabaska, Banff Nat. Pk. Eisenhower look-out and Junction, Chisholm Mill, Edmonton, Embarras, Hargwen, Jasper, Jasper Nat. Pk., Morley 8-16 Mi E. MB—Cowan, Dauphin, Durban, Halcrow, Riding Mt. Nat. Pk., Shilo 5 Mi SW, Sandilands For. Res. NT—Ft. Providence, Norman Wells, Yellow Knife. SK—Goodsoil, Nipa-

win, Pike L., Poplar Cr., Waskesiu. NB—Digdeguash Charlotte Co., Green R. Proj., Jacquet R., Loch Lomond St. John Co., Parlee—Kings Co., Whitemouth, York Co. NS—Annapolis Royal, Baddeck, Berwick, Dibgy, Halifax Co., Kentville, Kings Co., St. Peters, Woodville. ON—Ancaster, Ayton tract Lake Huron, Belle R., Bells Corners, Black Sturgeon L., Bothwell, Brighton, Carp., Cataraqui, Cedar L., Chaffeys Locks, Chatterton, Constance Bay, Copetown, Cumberland, Finland, Franktown, Galetta, Goward, Hamilton, Jockvale, Lindsay, Lowbush, Maynooth, Maple Leaf, Mer Bleue, Methuen, Midland, Moosonee, Nipigon Macdiarmid L., Norfolk, North Branch, Orillia, Ottawa, Phepston, Port Arthur, Port Sydney, Rockcliffe, St. Davids, Simcoe, Southampton, South March, Stirling, Stittsville, Smoky Falls Mattagami R., Timmins, Vermilion Bay, Wawa L., Webbwood, Westbrook, Weston. PE—Dalvay House Nat. Pk., Charlottetown, Riv. Moisie, Wright. PQ—Aylmer, Berthierville, Cap-de-la-Madeleine, Chelsea, Covey Hill, Fairy L., Hemmingford, Hull, Kazabazua, Knowlton, Lac Mercier, Limbour, Magog, Maniwa-

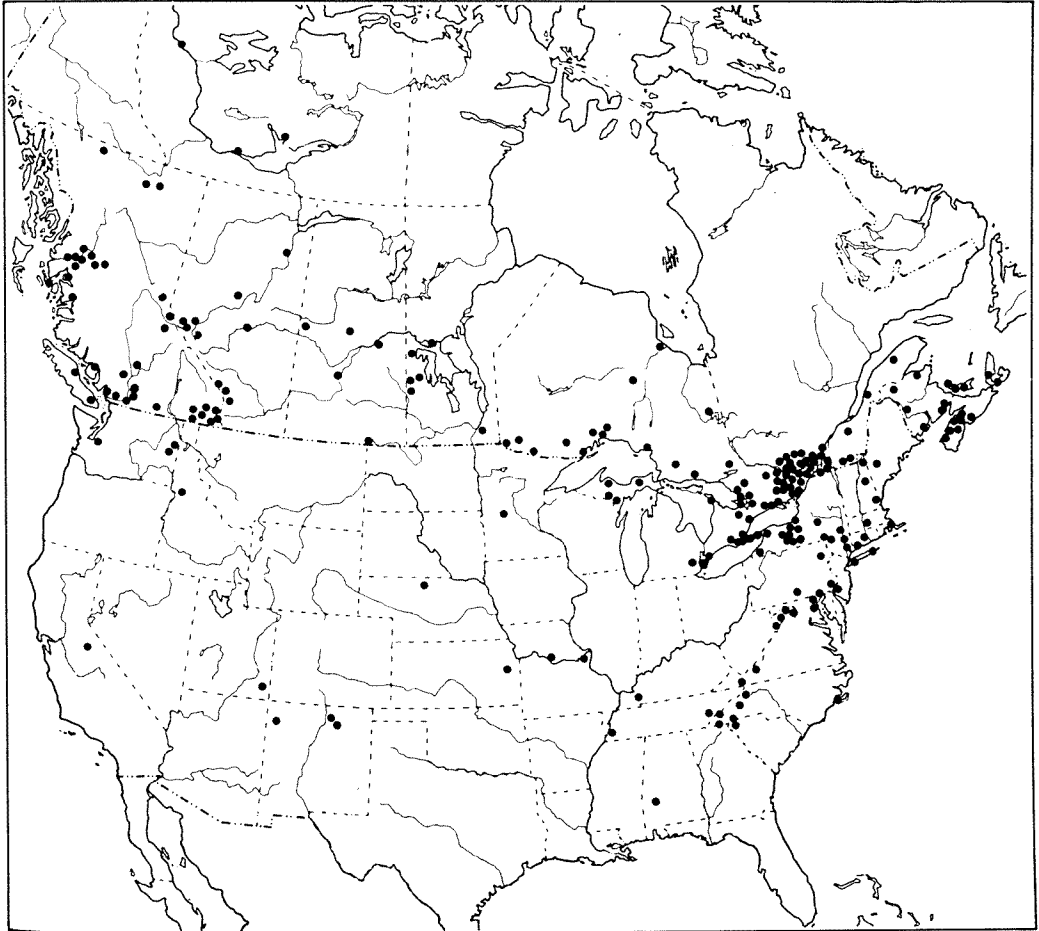


Figure 157. Distribution of *Phytodietus vulgaris*.

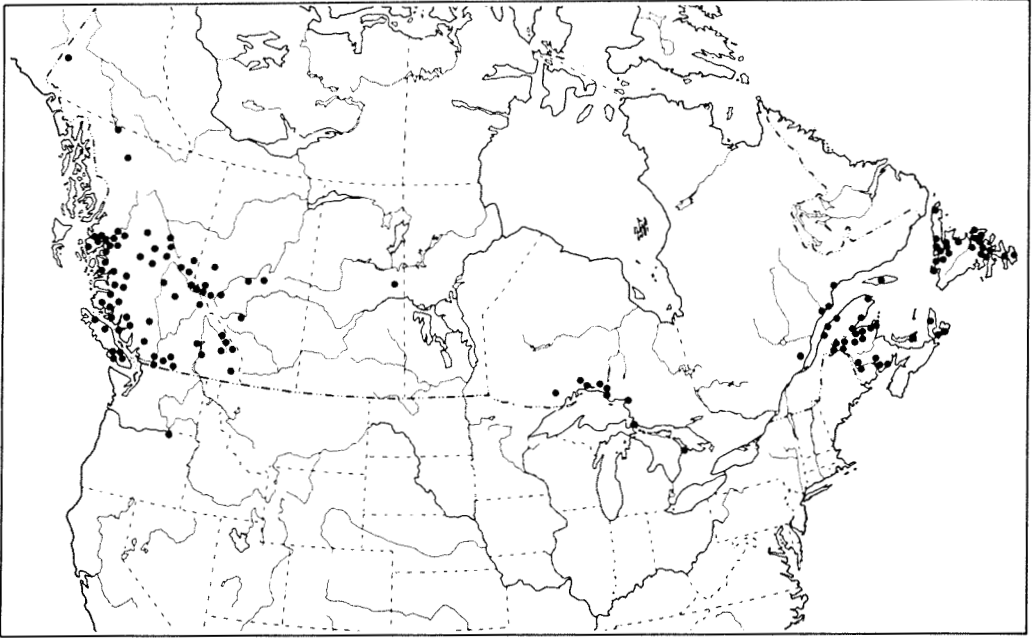


Figure 158. Distribution of *Phytodietus varianae*.

ki, Mt. Lyall 1500', Nomingue, N.-D.-du-Laus., Pke. Res. Kam. Co. 950', Poltimore, Rougemont, Ste-Agathe-des-Monts. UNITED STATES. CA—Fish Camp. WA—Ashford, Spokane court house. CO—Champlain. ID—Cornwall, Nezperce 10 Mi N. KS—Baldwin. MO—Kirkwood, Columbia. NE—Valentine Refuge. NM—Carson N.F., Cimarron, Tres Piedras. UT—Monticello 11 Mi SW. AL—Camden. CT—Stamford, Wallingford. KT—Golden Pond. MA—Amherst. MD—Glen Echo, Plummer I., Takoma Pk. ME—Dryden, Mt. Debert, MI—Ag. Coll., Ann Arbor, Crystal Falls, Huron Mts., Iron R., Yellow Dog Plains Marquette Co. MN—Alexandria Camp Carlos. NC—Cedar Mt., Great Smoky Mt. Nat. Pk., Hamrick, Highlands, Linville Falls, Mt. Pisgah 5000-5749', Wayah gap Macon Co. NH—Durham, Errol, Lake of the Clouds Mt. Washington 5000', Randolph. NJ—Moorestown, Mt. Kelly. NY—Aurora, Bemus Pt., Farmingdale, Geneva, Hudson, Ithaca, Ithaca Van Natta's dam, Ithaca Ringwood, Lake Mohonk Ulster Co., Lockport, Millwood, New Hope, Oneonta Swamp 1900', Oswego, Peekskill, Poughkeepsie, Sag Harbor L.I., Shokan Watkins. PA—Philadelphia, Roxbury, Spring Br. SC—Cleveland, Wattacoo. TN—Great Smoky Mt. Nat. Pk. VA—Burke's garden, Mt. L. Biol. Sta., Rosslyn. WV—Bolivar, Jefferson Co., Lost R. St. Pk. Hardy Co.

(27) *Phytodietus plesia* Rohwer

(Figs. 95-96, 99-101, 114, 123, 159)

Phytodietus plesia Rohwer, 1920: 465-466. Holotype: ♀, labelled "May 22; Riley Coks (Riley Co. Kansas);

Phytodietus vulgaris Cr. / hand written / ; *Phytodietus vulgaris* Cress. var. (on bottom side of latter label: may be ♀ of *burgessi* Cr. see note under *vulgaris*); Type ♀ No. 22169 U.S.N.M.; *Phytodietus plesia* Type ♀ Roh. (handwritten)." Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C.

HOLOTYPE FEMALE: Length about 8.2 mm. Black and white (Fig. 95). Head fuscous with cream marks as follows: malar space, slight medial mark on face, and extended mark beside eye in ocular-ocellar space. Mesoscutum in front medially black, cream on inner margins of scutum and all of front of lateral lobes; mesepisternum black and cream with a small medial fuscous mark near front margin. Metapleurum rufous except extreme dorsal basal area black: propodeum behind black basally to posterior face which has a broad, inverted U-mark of cream. Leg 3: femur rufous with fuscous band at apex, base with a very short fuscous mark on front face; tibia fuscous dorsally with apex and base a deeper infuscation, ventral face uniformly fuscous like base and apex of dorsal face, front and posterior side pale medially between base and apex (Figs. 95-96); basitarsus 0.8 white basally and tarsomere 2, 0.6 white basally. Malar space somewhat less than 0.5 times as wide as mandible at base and less than ocular-ocellar space (5:7).

Mesepisternum with punctures spaced by their diameters, sculpturing more punctate than shagreen. Tergite 1, 1.3 times as long as wide at apex (Fig. 20). Tibia 3, 3.2 mm long. Ovipositor sheaths 4.6 mm long.

MALE: Length about 8.6 mm. Black with prominent cream markings (Fig. 96). Head cream

with frons, vertex and upper cheeks black. Thorax with broad black band from anterior margin of pronotum to posterior margin of propodeum; basal 0.5 mesepisternum, mesosternum, basal 0.5 metapleurum, posterior face of propodeum, cream. Legs rufous with trochantin, and base and apex of femur 3, fuscous; tibia 3 fuscous with a medial white band on front and sides; basal 0.5 basitarsus white.

COCOON: Light amber with distinct, light greyish medial band (Fig. 114).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, habitus black, mesepisternum and mesosternum black with white or cream marking on mesepisternum basally (♀), ovipositor sheaths longer than tibia 3, metapleurum usually cream basally (♂), coxa 3 rufous, femur 3 with short fuscous mark at base and apex, tibia 3 fuscous on dorsal and ventral faces but pale medially on front and posterior sides (♀, ♂).

COMMENTS: The condition of the type of *plesia* is good except that the right flagellum is missing and only 20 articles of the left are present.

The cocoon associated with the type of *plesia* is reddish mahogany without a medial band. It may be incorrectly associated as it differs from

other reared material in the species and genus by color, absence of the medial band, and position of emergence opening which is at one end rather than a subapical location.

Though *plesia* was synonymized with *burgessi* by Townes and Townes in Muesebeck *et al.* (1951) it is a distinctive, valid species recognized by unusually long ovipositor sheaths which are always longer than the hind tibia (ranging from 1.3-1.5 times as long in a sample of 10 specimens). Other differences include the sculpturing of the mesepisternum and color pattern of the thorax: the mesepisternum of the female of *plesia* is almost always marked with cream basally above coxa 2 and the mesosternum is black and cream with black predominating. On the other hand, the mesepisternum of the female of *burgessi* is rarely marked with cream and the mesosternum is always rufous.

Males of *plesia*, however, are remarkably similar to males of *burgessi*. They may differ in color pattern as follows: the metapleurum of *burgessi* is usually rufous, whereas that of *plesia* is most often cream basally which is restricted to 0.2-0.3 of the metapleurum area. Rarely, the metapleurum may be rufous, like that of *burgessi*, and it may then extend to the upper part of the metapleurum.

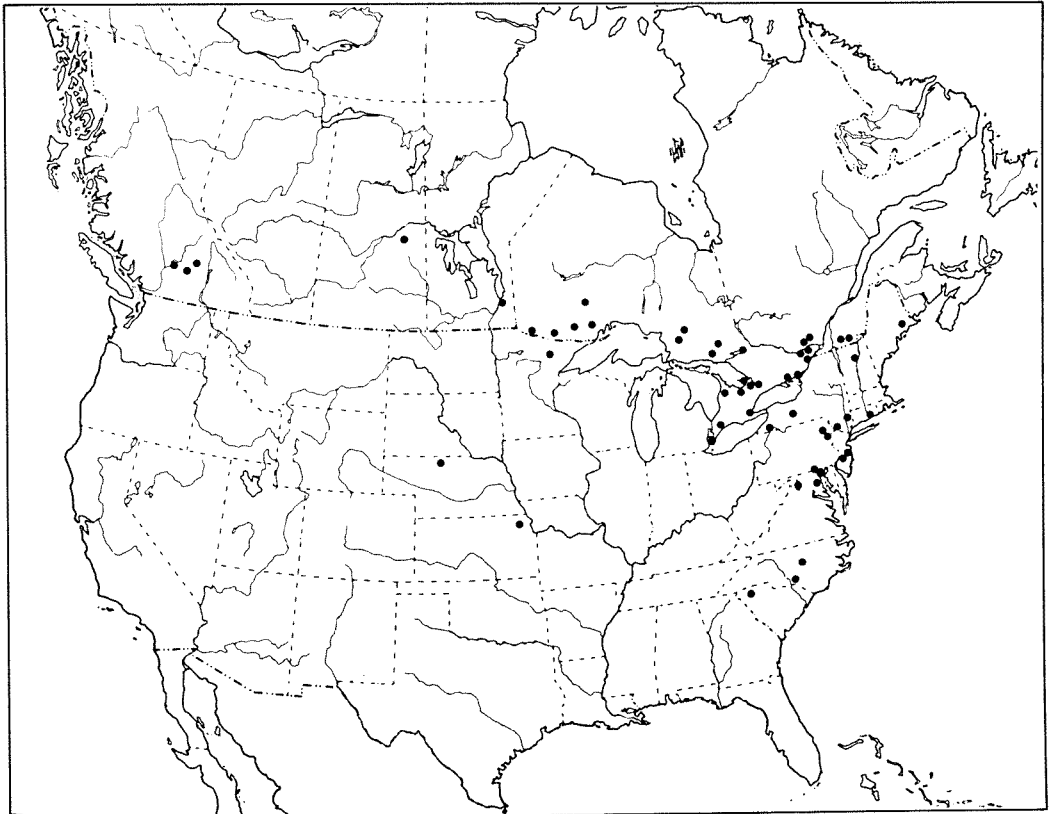


Figure 159. Distribution of *Phytodietus plesia*.

Such males are difficult to separate by color pattern from *burgessi* unless associated with females. A good structural character in males is the punctuation of the mesepisternum, as noted for the holotype specimen. The punctures are large and separated by their diameters, and there is very little suggestion of a shagreen sculpture.

Since *plesia* is not a common species, on the basis of probability alone, field collected males would most likely be *burgessi* rather than *plesia*. *P. plesia* also has a restricted host range (Table II).

MATERIAL EXAMINED: 78 ♀, 74 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: April (7 specimens), May (10), June (38), July (29), August (22), September (23), October (7).

DISTRIBUTION: In Canada, from Québec to British Columbia without records from Alberta. In the United States, chiefly from states bordering the east coast (Fig. 159). Canadian, Transition (Transition, Alleghenian) Upper Austral (Carolinian) faunal zones.

CANADA. BC—Canim L., Dow Pk., Larkin, Trinity Valley, Turry Cr., How Sound. MB—Transcona. SK—Fort a la Corne. ON—Aylmer West, Barrie, Canton near Lindsay, Chaffey Locks, Cedar L. Fld. Sta., Constance L., Creemore, Dundas, Durham, Finland, Flanders, Florence, Ganonoque, Hillsdale, Merivale, North Bay, Ottawa, Sioux Narrows, Sudbury, Sultan, Swastika, Timmins. PQ—Abbotsford, Brome, Hull Pink's L., Kazabazua. UNITED STATES. NE—Valentine. MN—Bigfork. CT—Lyme. DC—Washington. MD—Takoma Pk. ME—Alton Sta. NC—Raleigh, Souther Pines. NJ—Masonville, Moorestown. NY—Alleghany St. Pk., Ithaca, Ithaca 6 Mi Cr., Narrowsburg, Poughkeepsie. PA—Pocono Mts., Spring Br. SC—Greenville. VA—Ch. Bridge, Rosslyn. VT—Woodstock. WV—Bolivar.

(28) *Phytodietus burgessi* (Cresson)

(Figs. 102-107, 111, 126, 160)

Tryphon burgessii Cresson, 1868: 105. Holotype: ♂, labelled "Mass., Type No. 1508 (red label); *Burgessi* *Tryphon* Cresson (handwritten)". Type in the Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

Phytodietus facialis Rohwer, 1920: 462-463. Holotype: ♀, labelled "Loui 2545; Collection CF Baker (Opelousas, La.; IV.-8, 1897; G. R. Pilate); Type ♀ No. 22162 U.S.N.M.; *Phytodietus facialis* Roh. (handwritten)". Type in the U.S. National Museum, Washington, D.C. *new synonym*.

HOLOTYPE MALE: Length about 7.6 mm. Black and white (Fig. 103). Head chiefly white with frons, vertex and upper cheeks black. Mesepisternum and metapleurum as figured. Propodeum black basally and white posteriorly in the form of an inverted-U. Leg 3: trochantin infuscated; femur fuscous at apex with scarcely a trace of grey at base of dorsal face; tibia fuscous at apex dorsally,

in front and behind, ventral face very lightly infuscated, front and back of tibia at base fuscous; basitarsus 0.8 white at base. Flagellar articles 35.

FEMALE: Length about 7.1 mm. Black and rufous (Fig. 102). Head dark reddish brown with cream or yellowish mark in malar space and beside eye in ocular-ocellar space. Mesepisternum and metapleurum as figured. Leg 3 (Figs. 104-107): trochantin infuscated; femur fuscous on all sides at apex, rufous at base; tibia fuscous dorsally and ventrally with front face weakly fuscous and posterior face quite pale and without spines; basitarsus and tarsomere 2 white 0.5 basally. Ovipositor sheaths about as long as hind tibia.

COCOON: Light amber with indistinct medial band, smooth (Fig. 111).

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, habitus fuscous and rufous (♀), mesosternum, lower 0.5 mesepisternum, metapleurum rufous (♀); tibia 3 with front face light fuscous, posterior face medially pale, dorsal and ventral faces moderately fuscous (♀, ♂); metapleurum rufous (♂).

COMMENTS: *P. burgessi* is a common species exceeded only by *vulgaris* in the material assembled for this revision. Cresson (1868) described the male of *burgessi* (spelled *burgessii* by him), and Rohwer (1920) described the female but it is difficult to identify the species from his description. In the same paper, Rohwer described *facialis* which he considered as closely allied to *distinctus* Provancher (*Neuchorus rufipes pulcherimus*). However, in the major species characters of color and color pattern of the mesosternum, mesepisternum, metapleurum, femur 3 and tibia 3, *facialis* is not dissimilar from *burgessi*. The type and a total of six other specimens in the material examined have rather extensive cream marking of the face and inner eye orbits, mesepisternum, tergites 2-6 laterally, and hypopygium. These appear to be extremes of variation in the color pattern of *burgessi*. A single rearing of *facialis* is from a host also recorded for *burgessi*. It is concluded that *facialis* is a synonym of *burgessi* and the name is therefore suppressed in this paper.

The female of *burgessi* is characterized by the infuscation pattern of tibia 3 combined with a rufous mesosternum and metapleurum, and rufous and black mesepisternum. The basic color pattern of tibia 3 consists of the dorsal and lower face fuscous with the posterior face between the fuscous base and apex pale testaceous and without setae, and the front face weakly fuscous contrasting with the dorsal and lower face. Variation of the pattern of tibia 3 includes: weakly fuscous on each face with apex moderately infuscated; or weak medially on dorsal face nearly approaching species such as *pleuralis*; or lower face weakly fuscous, dorsal, front and posterior faces pale except fuscous apically; or dorsal face weakly fuscous, posterior face between infuscated apex and base very pale, lower face weak medially,

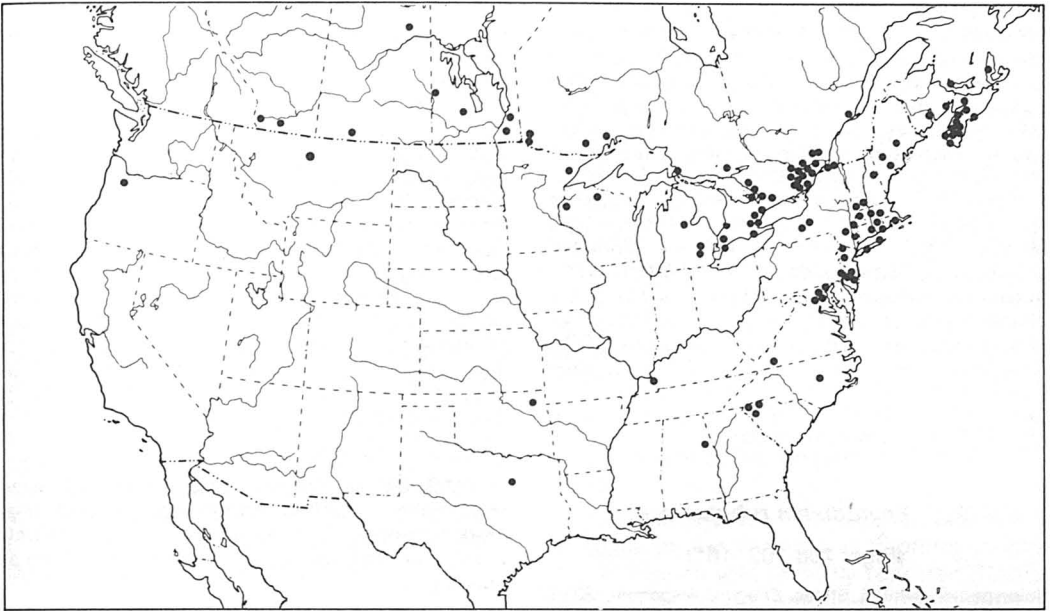


Figure 160. Distribution of *Phytodietus burgessi*.

front face completely and uniformly infuscated; or entirely dusky (seen in 1 specimen, from South Carolina). The basitarsus and often tarsomere 2 of leg 3 is banded, with 0.2-0.5 of the base white; infrequently these tarsomeres are completely infuscated.

Other characters of the female of *burgessi* include the following. The malar space is about equal to basal width of mandible or somewhat less and usually marked by cream. The face is completely brown or has a single spot or double spots of cream below antennal sockets; or the clypeus is yellowish, or mostly cream with prominent inner eye orbits (typical of *facialis*, synonymized here with *burgessi*). The mesepisternum may have white superimposed over the red basally, and a small streak of yellow at distal end of prepectal carina. The femur 3 is infuscated on all sides apically and rufous only at base, or the base infuscated on dorsal and lower face but weaker than apical infuscation. The posterior face of propodeum is black, or red with black at extreme base. Trochantin 3 is red or black. The sternites are chiefly white with outer margins brown basally and the hypopygium apically broadly white.

The male of *burgessi* is recognized chiefly by the color pattern of tibia 3 and the metapleurum. The tibia 3 differs from the female in that usually the lower face is pale basally from the infuscated apex. Variation of tibia 3 includes the following: bottom face generally lightly infuscated with suggestion of paleness just above basal 0.2; or bottom face pale medially between infuscated apex and base. The metapleurum is most often rufous but it may also be cream posteriorly joining the

posterior face of the propodeum. The upper margin of the metapleurum is usually black like the dorsum of the propodeum, and a narrow, pointed area of black follows the pleural carina posteriorly.

MATERIAL EXAMINED: 152 ♀, 42 ♂.

HOSTS: Listed in Table II.

SEASONAL OCCURRENCE: April (3 specimens), May (19), June (27), July (53), August (37), September (8), October (4).

DISTRIBUTION: Known from all Canadian provinces except British Columbia and Newfoundland. In the United States, one record from New Mexico, one from Oregon and two from Texas with the remainder from eastern states (Fig. 160). Canadian, Hudsonian, Transition (Alleghenian), Lower Austral (Austroriparian), Upper Austral (Carolinian).

CANADA. AB—Chin, Coleman, MB—Deepdale, Point du Bois, Sandilands, Seddon's Cor. SK—Nisbet For. Res., Rock Glen. NB—Burton, Jordan Mt. Kings Co., West Clifford. NS—Annapolis Co., Digby Co., East Folly Mt. Chester Co., Guys Co., Halifax Co., Inverness Co., Lansdown Digby Co., Lunenburg Co., S. Millford, S. Waterville, Starr's Point, Yarmouth, Yarmouth Co. ON—Acton, Aikensville, Barriefield, Bells Corners, Black Sturgeon L., Bobcaygeon, Bracebridge, Cedar L., Chafey's Locks, Dacre, Florence, Guelph, Grand Bend, Jockvale, Kemptville, Korah, McIntosh, Meach L., Merivale, Minden, Ottawa, Pembroke Rob Roy, Rondeau Pk., Skead, Sioux Narrows, South March, Stittsville, Terra Nova L. Simcoe, Toronto Swanssea. PE—Alberton. PQ—Cap-Rouge, Nominique, Nor-

way Bay, St. Martine, Sweetsburg, UNITED STATES. OR—Macksburg. MN—Eaglenest. MO—(no data). NM—Hell Cy. SD—(no data). TX—Dallas, New Boston. AL—Pyziton Clay Co. CT—East River, Ledyard, Lyme, Voluntown. KT—Golden Pond. MA—S. Hadley, Sterling, Williamstown. MD—Laurel, Patuxent Wildlife Refuge, Takoma Pk. ME—Alton Sta., Augusta, Dryden. MI—Ann Arbor, Midland Co., Livingston Co. George residence. NC—Goldsboro. NH—Lake of the Clouds 5000' Mt. Washington. NJ—High Point St. Pk., Montclair, Moorestown, New Lisbon, Pemberton. NY—Aurora, Barrytown, Farmingdale, Greenport L.I., Ithaca 6 Mi Cr., Poughkeepsie, Shokan. PA—Philadelphia. RI—Charlestown, Westerly. SC—Cleveland, Greenville, Hamrick, Wattacoo. VA—Dunn Loring, Falls Church, Mds. of Dan. VT—Jacksonville, Stamford. WI—Oneida Co. Amer. Legion St. For., Polk Co. Gibson L.

(29) *Phytodietus rubidus* n.sp.

(Figs. 108-109, 161)

Holotype: ♀, United States. Oregon, Meachom, 20.VII.1940, coll. H. & M. Townes. Type in the H.K. Townes collection, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan.

Paratypes: United States. CA—Cedar Pass Warner Mts., Modoc Co., 1 ♀, 8.VIII.1965 (CNC). OR—Pinehurst and Corvallis, 3 ♀, 21.VI.-23.VII.1978 (TOW). WA—Olympia, 1 ♀ (USNM) (all paratype specimens CNC 15326).

HOLOTYPE FEMALE: Length about 8.0 mm. Black and rufous (Fig. 108). Head black including

clypeus; mandibles and mark beside eye in ocular-ocellar space, cream. Mesosternum rufous; mesepisternum also chiefly rufous but black from mesopleural fovea to wing bases and from pronotum to prepectal carina. Metapleurum and most of propodeum rufous but black medially on dorsum of propodeum and at extreme apex, with area inbetween cream. Leg 3 (Fig. 109): generally rufous, trochantin rufous, femur with a short, weak, discrete fuscous mark at apex of dorsal face, tibia and tarsomeres deeply infuscated. Malar space slightly more than 0.5 times as wide as base of mandible and nearly equal to ocular-ocellar space; face 0.7 times as wide as apex of tergite 1 and distinctly less than flagellar articles 3-4. Tergite 1 rather short and broad, about as long as wide at its apex. Tibia 3, 3.3 mm long. Ovipositor sheaths 2.3 mm long.

MALE: Unknown.

DIAGNOSTIC CHARACTERS: In the following combination, habitus rufous, thorax and legs predominantly rufous, tergite 2 short and relatively wide at its apex, ovipositor sheaths not as long as tibia 3 (♀).

COMMENTS: *P. rubidus* is distinct by the color pattern of the thorax and propodeum, a rufous hind femur with its apex scarcely infuscated, a short but wide apically tergite 1, and ovipositor sheaths not as long as tibia 3.

MATERIAL EXAMINED: 6 ♀.

HOSTS: Unknown.

SEASONAL OCCURRENCE: June (1 specimen) July (3), August (1).

DISTRIBUTION: Known only from California, Oregon and Washington (Fig. 161). Lower Austral (Lower Sonoran), Transition (Transition faunal zones).

Host records and biology of *Phytodietus* and *Neuchorus*

PHYTODIETUS

The known hosts of *Phytodietus* are larvae of Microlepidoptera usually feeding on forest trees or arboreal shrubs from the concealment of leaf rolls or other kinds of shelter. The host associations are summarized in Table II from a total of 918 reared specimens of *Phytodietus* representing 12 species. The most common field collected and reared species are *vulgaris* (201 reared specimens), *burgessi* (43) and *pleuralis* (32); six species are represented by less than 10 reared specimens. The Canadian National Collection contains large series of *fumiferanae* (203 specimens) and *varianae* (386) reared from specific geographical areas and programs of the Canadian Forestry Service.

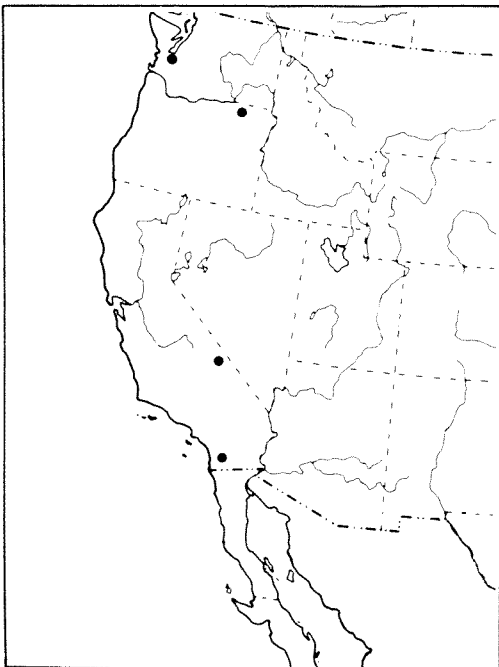


Figure 161. Distribution of *Phytodietus rubidus*.

Phytodietus has been reared from the Tortricidae (40 species), Pyralidae (8), Gelechiidae (5), Oecophoridae (3) and Gracillariidae (1). This is 20 percent of the 285 species comprising these families in Canadian forests (Prentice, 1965). The tortricids form nearly 70 percent of these species and a similar proportion is parasitized by *Phytodietus*.

This may not be, however, a valid indication of the extent of *Phytodietus* parasitism as, apparently, the larval populations of the tortricids were inadequately sampled: the sample size was 100 or more larvae in only 29 of the tortricid species because of low population levels with 154 of the 194 species categorized as rare (Prentice, 1965). In addition it is now known that only L4-L5 stage instars are parasitized by *Phytodietus* (Renfer, 1975) thus collections of early instar larvae would not be parasitized.

Solitary leaf rollers were parasitized most often (42 percent) by *Phytodietus* followed by solitary defoliators (which feed from concealment of a web, O.W. Lindquist *in litt.*) (21 percent), solitary tube makers (5 percent), solitary shoot borers or miners (5 percent), solitary web makers (4 percent), solitary defoliators within webbed leaves (2 percent), and colonial defoliators within webbed leaves (2 percent). Nearly one-half of these records are *vulgaris* and nearly one-third *burgessi*, both of which attack either larvae in leaf rolls or larvae in webbing. Hosts of *vulgaris* are tortricids feeding on a wide range of deciduous and coniferous trees from a wide range of shelters. *P. vulgaris* appears to be specific for tortricids but without a preference for a particular kind of larval concealment. The hosts of *burgessi* are also tortricids feeding on deciduous and coniferous trees, and also four species of pyralids. Between them, *vulgaris* and *burgessi* multiparasitize five species of tortricids. Species associated only with leaf rollers include *pleuralis* and *solandrianae*: *pleuralis* with tortricids and gelechiids, and *solandrianae* only with tortricids. The six known hosts of *improbanae* are defoliators except for a shoot borer or leaf miner (*Eucordylea atrupictella* Dietz) and they are tortricids and a gelechiid. Some species of *Phytodietus* are apparently restricted completely or almost completely to one host species, e.g., *fumiferanae* for *Choristoneura occidentalis*, *variana* for *Acleris variana*, and *plesia* for *Tetralopha asperatella*.

The biology of North American species of *Phytodietus* is unknown for the most part; Townes (1944) summarized reared records. *P. fumiferanae* is somewhat known as it was extensively reared during attempts to control the spruce budworm in eastern Canada. It overwinters in a cocoon as a final instar larva in the foliage of budworm infested trees. At Lillooet, B.C., adults emerged in April and May, 1953. Label data of this material in the Canadian National Collection show that they were reared from larvae of the western budworm in June and July, 1952, thus the life cycle of *fumiferanae* is univoltine like that of its host. Wilkes (1946) found that *fumiferanae* has a preoviposition period of 15 days which would synchronize egg deposition with L4-5 stage instars of the western budworm in late June.

The biology of *P. griseanae* Kerrich, a parasite of the tortricid *Zeiraphera diniana* Gn. in France was recently reported (Renfer, 1975). The North American homologue of *diniana* is *improbana* (Wlk.), a transcontinental species formerly confused with *diniana* and also feeding on larch (Lindquist, 1973). *Z. improbana* is parasitized by *P. improbanae* n.sp., thus the data of Renfer may be extrapolated to this and possibly also other North American associations. Some of the important points of the life cycle of *griseanae* in France include the following: both parasite and host are univoltine, *Z. diniana* overwintering in the egg stage and *griseanae* as a final instar larva in a cocoon in soil. The egg of *diniana* hatches in April-May and the larvae develop to the L4 and L5 stage by late June and early July. During the same period the larva of *griseana* has pupated and adults emerge in June when the host is in stages L2-L3. There is a preoviposition period of 5-8 days, thus the occurrence of gravid female *griseanae* in the field with host larvae of the required instars (L4-L5) is closely synchronized. Renfer also found that development of *griseana* begins only after the larva of *diniana* has dropped to the ground and formed its cocoon. Then, development of L1-4 stages is rapid but the host is killed only when it is a prepupa and only by the L5 stage of *griseanae*.

The biology of some other Canadian tortricids has been reported of which a few are recorded here as parasitized by species of *Phytodietus*. These include *Aphelia alleniana* (Fern.), *A. pallorana* (Rob.), *Choristoneura rosaceana* (Harr.), *Sparganothis sulfureana* (Clem.), and *S. unifasciana* Clem. (Martin,

1958). *A. alleniana* has one generation and overwinters as a young larva, chiefly the L3 stage. It develops on alfalfa but often migrates to conifers as L4-L5 stages in May and June. Thus it is probable that the migrating larvae are parasitized by *vulgaris* (Table II) on conifers rather than on alfalfa. The other species reported by Martin have two generations, and they also overwinter in L2-L3 stages like *A. alleniana*. These larvae resume feeding in May and pupate in June and they are parasitized by *vulgaris*, *burgessi*, and *pleuralis*, presumably in late May when L4-L5 stages are present. The second generation of *A. alleniana* is not open to parasitism as its larvae are immature, overwintering as L2-L3 stages. Lindquist & McLeod (1967) studied an outbreak population of *Epinotia solandriana* (L.) which is parasitized by *P. solandrianae*. This association, like *Zeiraphera improbana*, is an example of the host overwintering in the egg stage rather than as an immature larva. The early instars feed on buds but later enclose themselves in leaf rolls. On 1 June, 1964 Lindquist & McLeod found that most of the larvae were L4 stage, (the instar attractive to *Phytodietus*) and from 10-20 June the mature larvae left the leaf rolls, dropped to the ground and pupated.

NEUCHORUS

The known hosts of *Neuchorus* are also Microlepidoptera. Simmonds (1947) reared *N.r. pulcherrimus* from the sugar beet webworm *Loxostege sticticalis*, a major pest of sugar beets and garden crops (Pepper & Hastings, 1941). The distribution of this moth is Holarctic, and in North America transcontinental though outbreaks have occurred only in the Great Plains and Rocky Mountains region (Munroe, 1976; Pepper & Hastings, 1941).

The field history of *pulcherrimus* in Alberta was not studied by Simmonds (1947), but he noted that cocoons were found in the fall of 1942 within the overwintering cocoons of *L. sticticalis* in surface soil. It was also determined that the pre-oviposition period of *pulcherrimus* was 15-21 days and only mature or nearly mature larvae (L4-L5 stages) were parasitized. Simmonds broke the diapause of *pulcherrimus* by a constant regime of 29°C. The only natural rearings known are specimens (in the U.S.N.M.), reared at Columbus, Ohio, belonging to the series referred to by Cushman (1940): larvae of the beet webworm were collected 22-23 July and

adult *pulcherrimus* emerged about one month later, 19-24 August. Label data of material examined in this review show that it occurs throughout the warmer months of the year. The dates of capture of 134 specimens are summarized as follows.

April	1
May	7
June	33
July	64
August	12
September	16
October	1

Pepper & Hastings (1941) in Montana, found that, as in Alberta, *L. sticticalis* overwinters as a prepupa, and adults emerge in early spring or from May to July depending on weather conditions. The larvae of the first generation, under average conditions, complete growth by the end of June to the first week of July. At this time, therefore, *sticticalis* is open to the parasitism of *pulcherrimus*. From 0.5-60 percent of the prepupae of *sticticalis* of the first generation diapause and only resume development after the winter. Presumably, the development of *pulcherrimus* larvae associated with such hosts would also be affected the same way. The time frame indicated by rearings of *pulcherrimus* in Ohio in mid-summer would synchronize the species with larvae of the second generation of *sticticalis* which diapause in late summer and overwinter.

The only other known host of *pulcherrimus* in North America is also a pyralid, *Phlyctaenia coronata tertialis* Gn. recorded from a single specimen reared in Ontario September 19, 1961, by the Forest Insect Survey. Though Prentice (1965) rated *P. c. tertialis* as a rare species, according to Munroe (*in litt.*), it is common, breeding on *Sambucus* sp., a shrub seldom surveyed by the Forest Insect Survey. Its life history is incompletely known but Prentice records the larvae from August to September. It may, however, have an earlier generation like that of *L. sticticalis* which was not detected by the survey.

As indicated in Table II, pyralids are also parasitized by *Phytodietus* though clearly tortricids are the preferred hosts. It is interesting that *L. sticticalis* overwinters as a prepupa whereas the known hosts of *Phytodietus* overwinter in the egg stage or as early larval instars.

Acknowledgments

I wish to thank G. Stuart Walley, Winding Way, Nepean, Ontario for his interest in this research and helpful advice especially with the higher classification of *Phytodietus*. I also wish to thank Henry and Marjorie Townes, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan for the loan of their extensive *Phytodietus* collection and opportunities to discuss my research with them; and R.W. Carlson, Systematic Entomology Laboratory (USDA), Washington, D.C. for editing of the manuscript. The color illustrations in this paper are by T.H. Stovell, Research Program Service, Agriculture Canada, Ottawa.

References

- ASHMEAD, W.H., 1894. Descriptions of new parasitic Hymenoptera. — *Trans. Am. ent. Soc.*, 21: 318-384.
- ASHMEAD, W.H., 1896. Descriptions of new parasitic Hymenoptera. — *Trans. Am. ent. Soc.*, 23: 198.
- ASHMEAD, W.H., 1902. Papers from the Harriman Alaska Expedition. XXVIII. Hymenoptera. — *Proc. Wash. Acad. Sci.*, 4: 117-274.
- CRESSON, E.T., 1865. Catalog of Hymenoptera in the collection of the Entomological Society of Philadelphia from Colorado Territories. — *Proc. ent. Soc. Philad.*, 4: 242-313.
- CRESSON, E.T., 1868. A list of the Ichneumonidae of North America with descriptions of new species. Pt. II. — *Trans. Am. ent. Soc.*, 2: 89-114.
- CRESSON, E.T., 1870. Descriptions of new species belonging to the subfamily Pimplinae found in America north of Mexico. — *Trans. Am. ent. Soc.*, 3: 143-172.
- CRESSON, E.T., 1897 (1878). Descriptions of Ichneumoninae chiefly from the Pacific slope of the United States and British North America. — *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, 30: 348-381.
- CUSHMAN, R.A., 1942. New genera and species of ichneumon-flies, with taxonomic notes. — *Proc. U.S. natn. Mus.*, 88 (3083): 355-372.
- CUSHMAN, R.A. & S.A. ROHWER, 1920. Holarctic tribes of the ichneumon-flies of the subfamily Ichneumoninae (Pimplinae). — *Proc. U.S. natn. Mus.*, 57 (2315): 378-474.
- DAVIS, G.C., 1894. Some notes from a study of the Provancher collection of Ichneumonidae. — *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, p. 184-190.
- DAVIS, G.C., 1897-1898 (1897). A review of the ichneumonid subfamily Tryphoninae. — *Trans. Am. ent. Soc.*, 24: 193-384.
- GAHAN, A.B. & S.A. ROHWER, 1918. Lectotypes of the species of Hymenoptera (except Apoidea) described by Abbé Provancher. — *Can. Ent.*, 50: 31.
- KERRICH, G.T., 1962. Systematic notes on tryphonine Ichneumonidae (Hymenoptera). — *Opusc. ent.*, 27 (1-2): 45-56.
- KREBS, C.F., 1969. A new Nearctic species of *Phytodietus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Can. Ent.*, 101: 548-550.
- LINDQUIST, O.W., 1973. Notes on the biology of the larch needleworm, *Zeiraphera improbana* (Lepidoptera: Olethreutidae) in Ontario. — *Can. Ent.*, 105: 1129-1131.
- LINDQUIST, O.W., & J.M. MCLEOD, 1967. A biological study of *Epinotia solandriana* (Lepidoptera Olethreutidae) a leaf roller on birch in Ontario. — *Can. Ent.*, 99: 1100-1114.
- MARTIN, J.L., 1958. Observations on the biology of certain tortricids in young coniferous plantations in southern Ontario. — *Can. Ent.*, 100: 44-53.
- MCGUGAN, B.M. & H.C. COPPEL, 1962. Biological control of forest insects, 1910-1958. — *Tech. Bull. Commonw. Inst. biol. Control*, 2: 35-216.
- MILLER, C.D.F., 1961. Taxonomy and distribution of Nearctic *Vespula*. — *Can. Ent.*, Suppl. no. 22.
- MUESEBECK, C.F.W., K.V. KROMBEIN & H.K. TOWNES, 1951. Hymenoptera of America north of Mexico, Synoptic catalog. — *Agric. Monogr.* no. 2, 1420 p.
- MUNROE, E., *In* Dominick, R.B. *et al.* 1976. The moths of America north of Mexico. Fasc. 13, 2A, *Pyraloidea* (in part). — E.W. Classey Ltd., and the Wedge Entomological Research Foundation, London. 78 p.
- PEPPER, J.H. & E. HASTINGS, 1941. Life history and control of the sugar-beet webworm *Loxostege sticticalis* (L.). — *Bull. Mont. agric. Exp. Stn.*, no. 389, 32 p.
- PRENTICE, R.M., 1965. Forest Lepidoptera of Canada. Vol. 4 — Canada Dept. Forestry, Publ. no. 1142, 840 p.
- PROVANCHER, Abbé L., 1874. Les ichneumonides de Québec avec description de plusieurs espèces nouvelles. — *Naturaliste can.*, 6: 78-81.
- PROVANCHER, Abbé L., 1882. Faune canadienne. Hyménoptères. Additions et corrections. — *Naturaliste can.*, 13: 353-368.
- PROVANCHER, Abbé L., 1886. Additions et corrections à la faune Hyménoptérologique de Québec. Fam. IV. Ichneumonides. — C. Darveau, Québec, p. 29-126.
- RENFER, A., 1975. Caractéristiques biologiques de *Phytodietus griseana* (Hym., Ichneumonidae) parasitoïde de la tordeuse grise du mélèze *Zeiraphera diniana* (Lep., Tortricidae) en Haute Montagne. — *Annls. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 11 (3): 425-455.
- ROHWER, S.A., 1920. The North American ichneumon-flies of the tribes Labenini, Rhyssini, Xoridini, Odontomerini, and Phytodietini. — *Proc. U.S. natn. Mus.*, 57: 405-474.
- ROHWER, S.A., 1922. A new parasite of the spruce budworm (Hymenoptera). — *Can. Ent.*, 54: 155-156.

- SCHAFF, A. C., 1972. The parasitoid complex of *Euxoa ochrogaster* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). — *Quaest. ent.*, 8: 81-120.
- SEDIVY, J., 1961. Beitrag zur Kenntnis der Tryphoninen-Gattungen *Phytodietus* Grav. und *Weisia* Schmdkn. (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Cas. Csl. Spol. ent.*, 58: 37-44.
- SHORT, J. R. T., 1959. A description and classification of the final instar larvae of the Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera). — *Proc. U.S. natn. Mus.*, 110(3419): 391-511.
- SHORT, J. R. T., 1976. A description and classification of some final-instar larvae of the Phytodietini and Eclytini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Tryphoninae). — *Proc. Linn. Soc. N.S.W.*, 101(2): 114-119.
- SIMMONDS, J. F., 1947. The biology of *Phytodietus pulcherrimus* Cress. (Ichneumonidae, Tryphoninae) parasitic of *Loxostege sticticalis* L. in North America. — *Parasitology*, 38(3): 150-156.
- TOLKANITZ, V. I., 1973. Ichneumon flies of the genus *Phytodietus* Gravenhorst in the fauna of the U.S.S.R. — *Zool. Zh.*, 52(6): 876-882.
- TOWNES, H. K., 1939 (1938). The Nearctic species of *Netelia* (*Paniscus* of authors) and a revision of the genera of *Neteliini* (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Lloydia*, 1: 168-231.
- TOWNES, H. K., 1944. A catalog and reclassification of the Nearctic Ichneumonidae (Hymenoptera) Part I. The subfamilies Ichneumoninae, Tryphoninae, Cryptinae, Phaeogeninae, and Lissonotinae. — *Mem. Am. ent. Soc.*, 11(1): 1-477.
- TOWNES, H. K., 1957. A review of the generic names proposed for Old World ichneumonids, the types of whose genotypes are in Japan, Formosa, or North America (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, 59: 100-120.
- TOWNES, H. K., 1969. The genera of Ichneumonidae, Part 1. — *Mem. Am. ent. Inst.*, 11, 300 pp.
- UCHIDA, T., 1931. Einige neue Gattungen und Arten der Japanischen echten Schlupfwespen. — *Insecta matsum.*, 5(3): 143-148.
- VANCE, A. M., 1927. On the biology of some ichneumonids of the genus *Paniscus* Schrk. — *Annis. ent. Soc. Am.*, 20(2): 405-415.
- WESTWOOD, O. J., 1840. An introduction to the modern classification of insects, Vol. 2, 547 p.
- WILKES, A., 1946. The introduction of insect parasites of the spruce budworm *Archips fumiferana* into eastern Canada. — *Can. Ent.*, 78: 82-86.

Species index

	Page
<i>Neuchorus</i>	
<i>pulcherrimus</i> (Cresson)	338
<i>rutilus</i> (Krebs)	427
<i>Phytodietus</i>	
<i>burgessi</i> (Cresson)	464
<i>californicus</i> Cresson	447
<i>clypearius</i> Ashmead	443
<i>coxanotus</i> n.sp.	445
<i>conflictanae</i> n.sp.	457
<i>criddleanae</i> n.sp.	441
<i>emericus</i> n.sp.	452
<i>fumiferanae</i> Rohwer	450
<i>fuscus</i> n.sp.	453
<i>hecatius</i> n.sp.	459
<i>improbanae</i> n.sp.	448
<i>lunigerellae</i> n.sp.	449
<i>malinus</i> n.sp.	447
<i>oregonensis</i> n.sp.	445
<i>plesia</i> Rohwer	462
<i>pleuralis</i> Cresson	435
<i>rubellus</i> n.sp.	434
<i>rubelloides</i> n.sp.	435
<i>rubidus</i> n.sp.	466
<i>rufosus</i> n.sp.	438
<i>semialbidus</i> n.sp.	459
<i>semifuscus</i> n.sp.	450
<i>semirufus</i> n.sp.	439
<i>solandrianae</i> n.sp.	456
<i>solicitanae</i> n.sp.	437
<i>terminatus</i> n.sp.	440
<i>varianae</i> n.sp.	455
<i>vulgaris</i> Cresson	460
<i>zebra</i> n.sp.	443

Synonym index

<i>Phytodietus</i>	
<i>Meniscus 4-cinctus</i> Ashmead new synonym	460
<i>Mesoleius annulatus</i> Provancher	460
<i>P. flavifrons</i> Ashmead	444
<i>P. facialis</i> Rohwer new synonym	464
<i>P. parvus</i> Rohwer new synonym	435
<i>Neuchorus</i>	
<i>Ctenopelma pulchra</i> Ashmead	338
<i>Mesoleius telarius</i> Provancher	338
<i>Mesostenus nobilis</i> Provancher	338
<i>P. distinctus</i> Cresson	338
<i>P. zonatus</i> Provancher	338

COMMUNICATIONS BRÈVES

DIAMÈTRE POLLINIQUE DE QUELQUES ESPÈCES TOURBICOLES DE *BETULA*

P. COMTOIS

Centre d'études nordiques, Université Laval
Ste-Foy, Québec G1K 7P4

Résumé

Il est d'usage courant en analyse pollinique d'identifier différents groupes d'espèces de *Betula*, par une courbe biométrique du diamètre équatorial d'une population représentative de grains de pollen. Les données morphologiques publiées sont généralement effectuées sur un nombre insuffisant de grains de pollen et d'individus, ou sont inexistantes. Trois espèces tourbicoles, soit *Betula populifolia*, *B. pumila* et *B. X Raymondii* sont étudiées ici. Une moyenne de 6 individus et de 100 grains de pollen ont été analysés. Les résultats obtenus ne permettent pas une identification à l'espèce des grains de pollen à cause d'une trop grande variation entre les individus. *B. X Raymondii* montre un écart-type très restreint peut-être parce qu'il est un hybride récent.

Abstract

It is of common use in pollen analysis to identify different groups of species of *Betula* by a biometric curve of the equatorial diameter of a representative population of pollen grains. The published morphological data are generally made on a insufficient number of pollen grains and individuals, or are non-existent. Three bog species, *Betula populifolia*, *B. pumila* and *B. X Raymondii*, have been studied. A mean of 6 individuals and 100 pollen grains have been analysed. The results do not permit a precise identification of the pollen grains because of a large variation between the individuals. *B. X Raymondii* show a small standard deviation, may be because it is a recent hybrid.

Le pollen de *Betula* spp. se rencontre dans presque tous les spectres des diagrammes polliniques du Québec. À titre d'exemple, avec une fréquence moyenne de 27%, il est le taxon le mieux représenté de l'érablière thermophile de Lanoraie (Québec); possédant un influx pollinique de l'ordre de 5 000 à 10 000 grains/cm²/an, il est le taxon le plus important recensé dans l'histoire de la végétation de cette région (Comtois, 1979).

Il est d'usage courant en palynologie d'identifier différents types morphologiques par la taille des grains chez le genre *Betula*. On construit à cet effet une courbe biométrique du diamètre équatorial des grains de pollen dénombrés. Les moyennes des différents modes rencontrés servent à identifier

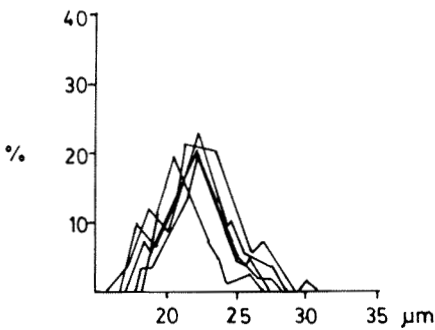
les espèces productrices. Lors d'une étude sur la représentation pollinique actuelle à Lanoraie (Comtois, 1979), nous voulions connaître la contribution de chacune des espèces tourbicoles présentes, soit *B. populifolia*, *B. pumila* et leur hybride naturel *B. X Raymondii*.

Les données disponibles pour certaines de ces espèces, soit des mesures effectuées sur 15 grains d'une seule provenance (Richard, 1970) ou 100-200 grains de 2-3 provenances (Léopold, 1956), nous ont semblé trop restreintes pour servir de cadre dans l'identification de ces taxons. C'est pourquoi nous avons effectué de 5 à 7 récoltes pour chaque espèce et mesuré 100 grains pour chacune de ces provenances. Andersen

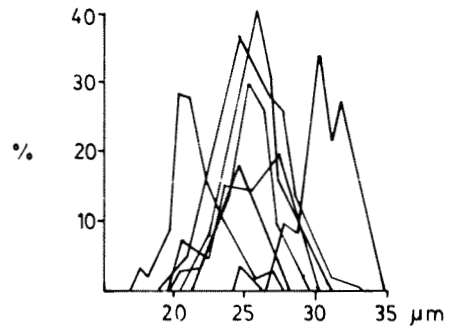
(1960) ayant démontré l'importance du traitement et du milieu de montage sur la taille des grains de pollen, nous avons utilisé le même traitement que les deux auteurs précités, soit une défloculation au KOH et une acétolyse, sur nos échantillons.

Les résultats sont présentés dans la figure 1, où l'on observe une forte variation dans la valeur modale des différentes provenances, sauf chez *B. X Raymondii*. Cette situation nous a d'abord paru surprenante pour un hybride, mais Lepage (1976) a pu noter chez la morphologie non pollinique de cet hybride que « tous les échantillons... sont si uniformes qu'on se croirait en présence d'une bonne espèce ou d'un hybride stabilisé de vieille date. Il est plus probable qu'il s'agisse seulement d'un hybride de première géné-

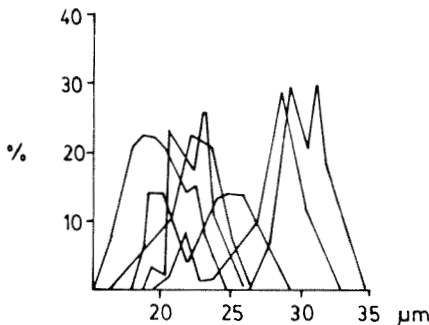
ration, généralement plus homogène que les générations successives, où apparaissent des ségrégations vers l'un ou l'autre des parents » (p. 231). La forte variabilité du diamètre du pollen chez les autres espèces était prévisible d'après les données déjà publiées. En effet, les données de Richard (1970) montrent des diamètres moyens de 21,8 et 24,7 μm chez *B. populifolia* et *B. pumila*, et paraissent sensiblement différentes de celles de Leopold (1956), 25,6-27,5 μm et 28,0-29,4 μm pour les mêmes espèces et les mêmes traitements. Par ailleurs, aucune donnée n'a été publiée par ces auteurs sur *B. X Raymondii*, car l'existence de cet hybride vient d'être reconnue (Lepage, 1957). La faible variabilité des résultats de cet hybride ne permet pas une identification précise puisqu'il peut y avoir recouplement avec les autres espèces.



BETULA X RAYMONDII
 \bar{X} = 21,0 21,1 22,0 22,6 22,6



BETULA PUMILA
 \bar{X} = 21,9 24,0 24,0 25,9 26,1 26,6 30,5



BETULA POPULIFOLIA
 \bar{X} = 19,0 21,7 21,7 22,6 25,9 29,5

Figure 1. Fréquence des diamètres équatoriaux des grains de *Betula*.

Après avoir démontré qu'il existait peu de variations à l'intérieur d'un même individu, Clausen (1960) a tenté de distinguer *B. pumila*, *B. papyrifera* et leur hybride naturel (probablement *B. X Sandbergii*), en mesurant un minimum de 28 provenances. Il a trouvé les valeurs suivantes : 24, 2-31, 6 ; 22, 3-26, 0 ; et 26, 2-31, 2 (Clausen, 1963) dont les écarts se rapprochent de ceux de la présente étude : 19, 0-29, 6 (*B. populifolia*), 21, 0-22, 6 *B. X Raymondii*), et 21,9-30,4 (*B. pumila*). Ritchie-Bell (1959) a signalé des différences de l'ordre de 2 à 13 μm dans le diamètre des grains de pollen en faisant croître diverses espèces cultivées dans des conditions nutritives variables. C'est peut-être à ce niveau qu'il faut chercher la cause des variations intra-spécifiques de la taille des grains de pollen.

Lors de l'interprétation des diagrammes polliniques, l'usage d'identifier les grains de pollen de *Betula* sur la base de leur diamètre équatorial ne semble donc pas justifié par les résultats exposés ici. Même si Usinger (1975) semble identifier statistiquement avec succès certaines espèces européennes, il apparaît que l'identification de types précis chez différentes espèces de *Betula* soit incertaine. Même si un mode général semble apparaître pour chaque espèce, les écarts de moyenne demeurent trop importants pour que cette méthode soit valide. Il faut être prudent dans l'interprétation des résultats de l'analyse pollinique touchant le genre *Betula*, en attendant des données statistiquement valables sur l'ensemble des espèces pouvant concourir à former un spectre pollinique. Il suffit en effet du comportement aléatoire de quelques espèces pour invalider en grande partie la méthode.

Au Québec, c'est *B. glandulosa* qui est le plus souvent identifié par cette méthode dans les échantillons fossiles. Or, en mesurant à la fois les diamètres des grains de pollen de *Betula* et de *Pinus*, Wenner (1953) s'est aperçu qu'ils suivaient le même patron de variation le long d'une séquence sédimentaire. Il attribue ce fait aux conditions chimiques du milieu qui permettent la conservation des grains. Dans les diagrammes polliniques provenant du Québec, il semble y avoir une relation entre les courbes biométriques de *Betula* et le type de sédiments. En effet, dans les diagrammes du Québec méridional (Richard, 1977) et septentrional (Richard, 1981) où l'on observe une nette variation dans les diamètres des grains de pollen du bouleau, les petits diamètres se

situent dans les horizons minéraux ou au contact des horizons organiques. On voit donc que l'identification des grains fossiles est encore moins certaine que celle des grains actuels, les différentes conditions de conservation étant un nouvel élément susceptible de modifier la taille des grains de pollen après leur production.

Les spectres de surface disponibles (Richard, 1976, 1981) pouvant aider à clarifier la situation ne présentent aucune courbe biométrique des espèces de bouleau, même si l'on fait référence à des espèces précises lors de leur interprétation. Bien plus, on affirme que « cette technique... n'a pas livré les résultats escomptés dans les échantillons de surface » (Richard, 1976). On s'aperçoit facilement que les conditions nécessaires à une interprétation fidèle des courbes polliniques de *Betula* sont loin d'être réunies, et qu'un réexamen de la question semble approprié.

Références

- CLAUSEN, K.E., 1960. A survey of variations in pollen size within individual plants and catkins of three taxa of *Betula*. — *Pollen Spores*, 2 : 299-304.
- CLAUSEN, K.E., 1963. Size variations in pollen of three taxa of *Betula*. — *Pollen Spores*, 4 : 169-174.
- COMTOIS, P., 1979. Histoire holocène du climat et de la végétation à Lanoraie, Québec. — Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 322 p.
- LÉOPOLD, E.B., 1956. Pollen size-frequency in New-England species of the genus *Betula*. — *Grana*, 1 : 140-147.
- LEPAGE, E., 1957. Études de quelques plantes américaines. — *Naturaliste can.*, 84 : 7-62.
- LEPAGE, E., 1976. Les bouleaux arbustifs du Canada et de l'Alaska. — *Naturaliste can.*, 103 : 215-233.
- RICHARD, P., 1970. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. — *Naturaliste can.*, 97 : 1-34 ; 97-161 ; 241-306.
- RICHARD, P., 1976. Relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique au Québec. — *Naturaliste can.*, 103 : 53-66.
- RICHARD, P., 1977. Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique. — *Serv. rech., Dir. gén. forêts, Min. Terres et Forêts du Québec*, 312 p.
- RICHARD, P., 1981. Paléophytogéographie post-glaciaire en Ungava par l'analyse pollinique. — *Paléo-Québec*, n° 13, 153 p.
- RITCHIE-BELL, C., 1959. Mineral nutrition and flower to flower pollen variation. — *Am. J. Bot.*, 46 : 621-624.

- USINGER, H., 1975. Pollenanalytische und Stratigraphische untersuchungen an zwei spätglazial-vorkommen in Schleswig-Holstein. — Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 25, Kiel, 183 p.
- WENNER, C.G., 1953. Investigation into the possibilities of distinguishing the pollen of the various species of *Betula* in fossil material. — Geol. För. Förh., Bd. 75 h, 3, p. 367-380.

MOVEMENT OF EARTHWORMS, *APORRECTODEA TRAPEZOIDES* (DUGÈS), IN WINTER

J. MIDDLETON and G. MERRIAM

Department of Biology, Carleton University,
Ottawa, Ontario K1S 5B6

Résumé

Des individus de l'espèce *Aporrectodea trapezoides* (Oligochaeta : Lumbricidae) furent isolés dans des cages et déposés, de novembre à mai, dans le sol d'un pâturage abandonné près d'Ottawa. Trois expériences furent menées visant à restreindre de différentes façons leurs déplacements. Les vers confinés dans la portion superficielle du sol furent tués lors des premières gelées hivernales; ceux confinés dans des couches plus profondes moururent noyés à la fin de l'hiver. Aucune mortalité ne fut enregistrée, de novembre à avril, chez les vers non limités dans leurs déplacements. Leur activité demeure soutenue durant toute cette période, sans égard à la présence d'une couverture neigeuse.

Abstract

Aporrectodea trapezoides (Oligochaeta : Lumbricidae) were confined within cages in the soil of an abandoned pasture near Ottawa from November to May. In three experiments, movement of worms was restricted in various ways. Worms restricted to the upper stratum of the soil were killed by freezing early in the winter, while those restricted to lower levels were killed by flooding late in the winter. Worms with unrestricted movement suffered no mortality from November to April. Worms were active in all months, both before and after development of a snow cover.

Introduction

It is widely accepted that the Lumbricidae of Canada are all recent introductions, mainly from Europe (Reynolds, 1977; Lesage & Schwert, 1978; but see Schwert, 1979 for some contrary evidence). Twenty species have been reported from Ontario and Québec, and many of these are widespread and abundant (Reynolds, 1976, 1977; Lesage & Schwert, 1978). It is clear that these exotic species are very successful in dealing with all the characteristics of their new environment.

Aporrectodea trapezoides is typical. It is a Palearctic species now reported from every continent except Antarctica. In Canada it has been reported from Nova Scotia to British Columbia, in many habitats including forests and cultivated fields. It is a large worm (80-140 mm), and one of the species most often used for bait (Reynolds, 1977). It has probably been widely distributed by fishermen.

We have conducted a few simple experiments to examine how this common exotic species deals with one obvious aspect of its new home: the harsh physical conditions of winter.

Materials and methods

Experiments were conducted in an abandoned pasture field approximately 20 km south of the city of Ottawa. The soil was clay with organic matter mixed uniformly through the upper 50 cm with little vertical stratification, because of former ploughing. No *A. trapezoides* were found in the field before the experiment, but small (2 cm) unidentified lumbricids were found in small numbers. Worms used in these experiments were obtained from a local supplier, and were identified with the key of Reynolds (1977). They were distinguished from similar species by their large size (greater than

100 mm), by the pigmentation of the fore-body, and by the rectangular cross section of the posterior body.

Three different types of apparatus were used. The first was a tubular cage of aluminum screen (mesh size 2 mm), 80 cm deep by 10 cm in diameter. This was inserted in a thin-walled (2 mm) plastic sewerpipe which had been perforated with many 25-mm holes so as not to form a moisture or temperature barrier. The tube was filled with soil from the field, intermixed with layers of alder (*Alnus rugosa*) and red maple (*Acer rubrum*) leaf litter, as a source of food. Twenty-five large (over 100 mm) healthy-looking worms were placed in the tube as it was filled, with five at each of five different levels. The completed tubes fit snugly into holes that were dug with an auger so as to cause minimum disturbance of the surrounding soil. The tubes extended to a depth of 70 cm and protruded 10 cm above the surface. This exposed area of the tube was filled with an extra layer of leaf litter, to simulate the litter cover of the surrounding field.

The second type of apparatus was identical with the first except that the tube was divided into five separate strata by plugs of terylene batting, to restrict vertical movement of the worms.

The third type of apparatus was a shallow (12 cm) plastic tub, approximately 30 × 30 cm, with screened drainage holes in the bottom, and a mesh cover. A barrier of masking tape and plastic sheet across one corner divided the tub into two sections, one approximately four times as large as the other. Both sides were filled with a mixture of soil and litter as before, and ten large, healthy worms were placed in the smaller section only. The tub was buried flush with the surface of the field. A length of monofilament nylon fishing-line passed around the barrier, and through the mesh top of the container, and was attached to a marker stake well above the expected level of snow. When pulled, this line destroyed the barrier by lifting or tearing the plastic sheet, and so exposed the larger part of the tub to the worms originally confined in its smaller part. This could be done without disturbing the snow cover.

Six of the undivided tubes, six of the divided tubes, and five of the tubs were buried in the field before a continuous snow cover developed in November 1980. One of each type of apparatus was removed without replacement at intervals of one month

throughout the winter and into spring, with the last being removed early in May, 1981. The line from each tub was pulled to destroy the barrier two weeks before removal. In each case the position and condition of each worm was recorded immediately after removal from the field. One of each type of apparatus was kept in the laboratory throughout the experiment, as a control.

Snow depth, position of the water table, and temperature were recorded throughout this period. Individually-calibrated thermistors were buried in each stratum of one of each type of apparatus, and at corresponding levels in the adjacent soil. Temperatures were recorded from these at midday, once per week. In addition, two maximum-minimum thermometers were installed one metre above ground level, and were also read once per week.

Results

Important physical properties of the site are summarized in Figure 1. The soil froze to a depth of approximately 10 cm early in the winter and then remained rather constant, as did soil temperatures, for several months, despite wide fluctuations in external temperature. Snow cover disappeared, and spring thaw began exceptionally early, in February. The water table rose to within 5 cm of the surface, and remained high throughout the spring. There was no obvious difference between conditions inside and outside the containers, which suggests that the experimental worms were exposed to conditions representative of those faced by free-living worms.

The barriers in the tubs were completely effective. However, the barriers in the divided tubes were not entirely satisfactory. Many of them failed to prevent passage of worms, because of the difficulty of sealing the terylene batting tightly against the mesh walls of the tubes. Nevertheless, enough of these barriers held to demonstrate several points.

Survival of worms is summarized in Table I. Worms confined to the top stratum of soil, which froze, were all dead by the first sampling-period. Worms confined to the lowest stratum were all dead by the April sampling-period by which time they had been below the water table for at least six weeks. Aside from these deaths, survival was complete (130 of 130 worms) throughout the winter (November to April). Worms whose movements were unconstrained by barriers

were found in all unfrozen strata of the tubes. All of the survivors appeared healthy, and remained so up to four months later after being kept in a controlled-environment chamber.

The results from the final sampling-period in May are significantly different, and are treated separately. Approximately 50% of the worms in both divided and undivided tubes were dead by this final sampling-period by

which time the soil temperatures had increased considerably, and the soil had begun to dry. The May survivors in the undivided tube were all healthy-looking, whereas 10 of 12 survivors from the divided tube were distinctly misshapen.

In the tubs, worms moved into the newly-exposed area of soil within two weeks of the barrier being removed on each occasion, from November to late April. This was so even

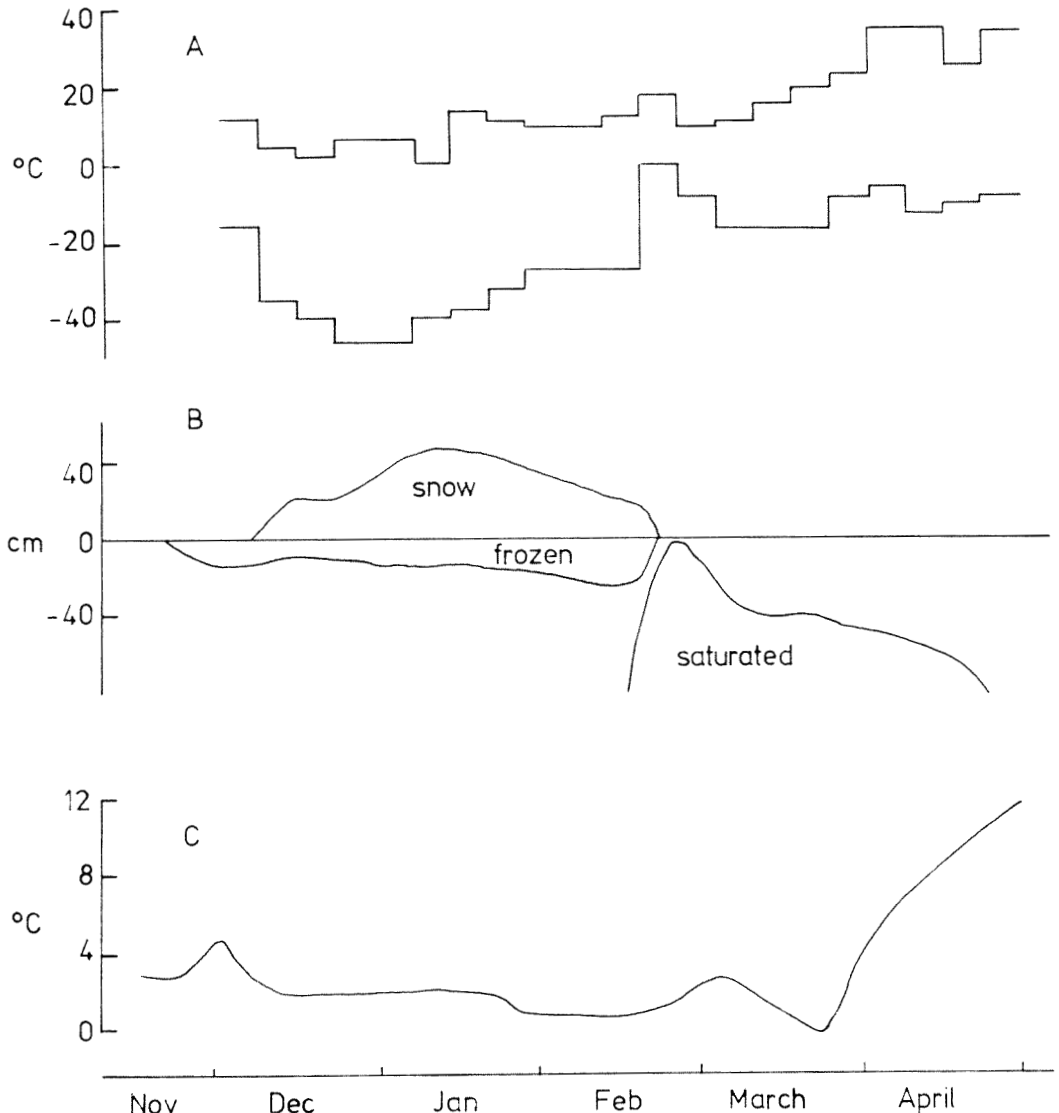


Figure 1. Summary of physical conditions. A, maximum and minimum air temperatures for each week, measured 1 m above ground surface, unshaded. B, snow depth, depth of frozen soil, and height of water table, measured once per week. C, soil temperature at -50 cm, measured at midday, once per week.

when the only unfrozen soil available was a thin layer at the bottom of the tub, presumably at 0°. In March, the soil froze completely to the bottom of the container after the barrier had been opened, killing all worms. Even so, burrows and dead bodies showed that the worms had moved horizontally into the new section even under these terminally harsh conditions. Evidence of burrowing was extensive, and extended to the farthest corner of each tub on each occasion. The barrier of the control tub kept in the laboratory remained intact throughout the experiment, which demonstrates that movements seen in the field occurred on each occasion during a period of two weeks in the middle of winter.

Discussion

The worms in this experiment were found to move both vertically and horizontally in every month of the winter. This is consistent with Reynolds' (1977) summary for *A. trapezoides* that "activity may be year round under suitable conditions". Furthermore, this movement seems to be an essential part of their winter survival strategy. Worms restricted to the upper stratum of the soil which froze, died almost immediately. Unlike

many other soil animals such as some Acari, Collembola and Diptera which remain active at temperatures of -6 to -9° (Aitchison, 1979 a, b; Hagvar, 1971) these worms seem to have virtually no resistance to sub-zero temperatures. Their only option is to escape to warmer temperatures slightly deeper in the soil. Similarly, worms restricted to lower strata of the soil which remained below the water table for long periods in the spring eventually died, although they showed good resistance to the water-logged soil for shorter periods of time. After two weeks in saturated soil, all worms were still alive. Only after more than six weeks were they found dead. Even then, the bodies were rather fresh, suggesting that they had not been dead for long. Their death coincided with a rapid increase in temperatures deep in the soil, which may have contributed by elevating metabolic rate and thus oxygen demand beyond what could be supplied by the waterlogged soil. Even so, worms unrestricted by barriers were found alive and apparently healthy in these lower layers at the same time. Presumably they were moving into and out of the saturated strata for short periods. This resistance to moderate periods of flooding has also been reported by other authors including Reynolds (1977) and Darwin (1881).

TABLE I
Summary of survival of worms

A. Vertical tubes with no barriers to movement.							
Depth cm	Start: 18 Nov	2 Dec	6 Jan*	7 Feb	2 March	8 April	7 May
0-10	5	0	0	1	4	1	0
10-25	5	2	2	3	16	6	1
25-40	5	4	5	7	3	10	8
40-55	5	10	7	9	2	8	3
55-70	5	9	16	5	0	0	0
Total % survivorship	—	100	100	100	100	100	48
B. Vertical tubes with some barriers (—) restricting vertical movement.							
Depth cm	Start: 18 Nov	2 Dec	6 Jan*	4 Feb	2 March	8 April	7 May
0-10	5	0	0	0	0	2	0
10-25	5	5	1	4	6	5	1
25-40	5	2	6	9	8	6	4
40-55	5	8	10	6	5	2	2
55-70	5	5	8	6	1	0	5
Total % survivorship	—	80	83	100	80	60	48
C. Shallow horizontal tubs.							
Depth cm	Start: 8 Nov	16 Dec	19 Jan	17 Feb	18 March	21 April	
0-12	10	10	9	0	8	5	
Total % survivorship	—	100	90	0	80	50	

* these tubes started with 30 instead of 25 worms.

The heaviest mortality occurred at the last sampling-period in May. It is not clear whether this was an artifact of long confinement in the cages, or whether it was a more direct response to changing conditions such as warmer temperatures and drying soil. Whatever the cause, ability to move seems again to have been a factor. The survivors from the undivided tube were all active and healthy-looking, whereas the majority of those in the divided tube, which were denied free movement, were misshapen and slow. Survival through this part of the year deserves further study, for its problems are quite distinct from those of winter.

All the worms in undivided tubes, whose vertical movement was unrestricted, survived without obvious loss of vigour through the winter months of November to April. We conclude that the harsh physical conditions of winter are no particular problem for at least this one exotic species of earthworm, so long as movement is unrestricted and soil is deep enough to escape freezing. The warm and dry conditions of spring and summer may well be a more powerful challenge to their survival.

Acknowledgments

Joy Bowerman, Dave Omond, and John Wegner provided advice, labour, and enthusiasm. This project was supported in part by Carleton Uni-

versity and by the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada.

References

- AITCHISON, C.W., 1979a. Winter-active subnivean invertebrates in southern Canada. I. Collembola. — *Pedobiologia*, 19: 113-120.
- AITCHISON, C.W., 1979b. Winter-active subnivean invertebrates in southern Canada. III. Acari. — *Pedobiologia*, 19: 153-160.
- DARWIN, Charles, 1881. The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits. — Faber and Faber, London, 153 p.
- HAGVAR, S., 1971. Field observations on the ecology of a snow insect, *Chionea araneoides* Dalm. (Dipt., Tipulidae). — *Norsk ent. Tidsskr.*, 18: 33-37.
- LESAGE, L. & D.P. SCHWERT, 1978. Premières récoltes de vers de terre (Oligochaeta: Lumbricidae) sur la rive nord du Saint-Laurent (Québec). — *Naturaliste can.*, 105: 209-211.
- REYNOLDS, J.W., 1976. Catalogue et clé d'identification des lombricidés du Québec. — *Naturaliste can.*, 103: 21-27.
- REYNOLDS, J.W., 1977. The earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. — *Life Sci. Misc. Publ., R. Ont. Mus.*, Toronto, 141 p.
- SCHWERT, D.P., 1979. Description and significance of a fossil earthworm (Oligochaeta: Lumbricidae) cocoon from postglacial sediments in southern Ontario. — *Can. J. Zool.*, 57: 1402-1405.

LE NATURALISTE CANADIEN

REVUE D'ÉCOLOGIE ET DE SYSTÉMATIQUE

VOLUME 108

1981

LE NATURALISTE CANADIEN

Revue d'écologie et de systématique

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

CYRILLE BARRETTE, *Département de biologie, Université Laval*

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

ANDRÉ BOUCHARD, *Institut botanique, Université de Montréal*

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

EDWIN BOURGET, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

PIERRE LEGENDRE, *Département de sciences biologiques, Université de Montréal*

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

JEREMY MCNEIL, *Département de biologie, Université Laval*

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

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

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

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

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

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 108

Numéro 1

BENOÎT, J. & G. POWER. Biologie de deux populations arctiques de Touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> (Walbaum), de la région du lac Minto, Nouveau-Québec	1-16
BARRON, J.R. The Nearctic species of <i>Ctenopelma</i> (Hymenoptera, Ichneumonidae, Ctenopelmatinae)	17-56
EK, C., D. CARON & J. ROBERGE. La forte teneur de gaz carbonique de l'air d'une cavité du Québec: la grotte de Saint-Léonard, île de Montréal	57-63
BERGERON, Y., A. BOUCHARD, S. CLAYDEN & N. MASSICOTTE. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec II	65-70
CHENG, B.T. Effet de la fumure N-P-K sur le rendement et la qualité du fraisier au Québec	72-77
THORN, G. The conspicuous Fungi of Algonquin Provincial Park, Ontario: A preliminary flora	79-95

ANALYSES ET COMMENTAIRES

DODSON, E.O. La parenté entre les Entoproctes et les Bryozoaires	97-103
--	--------

COMMUNICATIONS BRÈVES

MAUFFETTE, Y. <i>Asclepias exaltata</i> L. sur le mont Saint-Hilaire, Québec	105-106
FRANCOEUR, A. Un mâle sans yeux composés de <i>Formica subsericea</i> (Formicidae, Hymenoptera)	107-110
GRENON, J.-F. First record of <i>Aglaophamus neotenus</i> (Polychaeta: Nephtyidae) for Québec and Arctic Regions	111-112

REVUE DES LIVRES	113-116
------------------------	---------

NOTICE NÉCROLOGIQUE	117
---------------------------	-----

Numéro 2

LAGRENADE, M.-C. & P. MOUSSEAU. Reproduction des Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée, Québec	119-130
LAGRENADE, M.-C. & P. MOUSSEAU. Alimentation des poussins de Goélands à bec cerclé de l'île de la Couvée, Québec	131-138
HINDS, H.R. Vascular plants new to the flora of New Brunswick	139-142
GERVAIS, C. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique. II	143-152
GATES, C.C. & R.J. HUDSON. Habitat selection by wapiti in a boreal forest enclosure	153-166

CRÉTE, M., M. BÉLANGER & J. TREMBLAY. Régime alimentaire du loup dans le sud-ouest du Québec entre les mois de mai et d'octobre	167-173
CAMIRÉ, C., G. NOLET & B. BERNIER. Incidence de la fertilisation sur la croissance de deux peuplements adultes de sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>) du sud des Laurentides	175-184

ANALYSES ET COMMENTAIRES

BOURASSA, J.-P. Position taxonomique du Diptère <i>Aedes atropalpus</i> (Coquillett)	185-190
--	---------

COMMUNICATIONS BRÈVES

DESGRANGES, J.-L. Existe-t-il des nids de débarras chez les Goélands?	191-193
KENNEDY, A.J. Snowy owl prey on Prince of Wales Island, Northwest Territories	195-197
BOIDIN, J. Nouvelles espèces de Lachnocladiaceae du Canada (Basidiomycètes)	199-203

REVUE DES LIVRES	205-207
-------------------------------	---------

Numéro 3

NAGORSEN, D.W. & R.L. PETERSON. Distribution, abundance and species diversity of small mammals in Quetico Provincial Park, Ontario	209-218
CHAPDELAINE, G. & A. BOURGET. Distribution, abondance et fluctuations des populations d'oiseaux marins de l'archipel de Mingan (golfe du Saint-Laurent, Québec)	219-227
RILEY, J.L. The vascular flora of Akimiski Island, James Bay, N.W.T.	229-235
MCNEILL, J. Taxonomic, nomenclatural and distributional notes on canadien weeds and aliens	237-244
COMTOIS, P. & A. LAROUCHE. Morphologie pollinique des Éricales du Québec	245-262
SEOANE, J.R., M.C. MORENO & P. GERVAIS. Évaluation nutritionnelle de six cultivars de la fléole des prés utilisés dans l'alimentation des ovins	263-269
DESCHÊNES, J.-M. & A. LÉGÈRE. Effet de la densité du chiendent et de la présence de l'orge sur la croissance du chiendent	271-277
VISSER, S.A., M. BISSON & P. COUTURE. Le bassin versant du lac Saint-Jean (Québec): analyse et interprétation de la qualité des eaux	279-288

ANALYSES ET COMMENTAIRES

PLAMONDON, A.P. Écoulement et modification du couvert forestier	289-298
---	---------

COMMUNICATIONS BRÈVES

LEWIS, D.J. & G.J. DOUCET. <i>Lernaea cruciata</i> (LeSueur) (Copepoda: Lernaeidae) from <i>Ambloplites rupestris</i> (Rafinesque) (Perciformes: Centrarchidae) in lac Saint-Louis, Québec	299-300
CHADWICK, E.M.P. & W.J. BRUCE. Range extension of steelhead trout (<i>Salmo gairdneri</i>) in Newfoundland	301-303
COMTOIS, P. Extraction du pollen des mousses de surface à l'aide de l'acide sulfurique	305-308

Numéro 4

HOLLAND, P.G. Eleven years of change in the species composition of permanent quadrats in deciduous forest on Mont St-Hilaire, Québec	311-323
LECLAIR, R. & L. VALLIÈRES. Régimes alimentaires de <i>Bufo americanus</i> (Holbrook) et <i>Rana sylvatica</i> LeConte (Amphibia: Anura) nouvellement métamorphosés	325-329
LOAN, C.C. North American species of <i>Phytodietus</i> and <i>Neuchorus</i> (Hymenoptera: Ichneumonidae, Tryphoninae)	331-470

COMMUNICATIONS BRÈVES

COMTOIS, P. Diamètre pollinique de quelques espèces tourbicoles de <i>Betula</i>	471-474
MIDDLETON, J. & G. MERRIAM. Movement of earthworms, <i>Aporrectodea trapezoides</i> (Dugès), in winter	475-479

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

BARRON, J.R. The Nearctic species of <i>Ctenopelma</i> (Hymenoptera, Ichneumonidae, ctenopelmatinae)	17-56
BÉLANGER, M. Voir M. CRÊTE	167-173
BENOIT, J. Biologie de deux populations arctiques de Touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> (Walbaum), de la région du lac Minto, Nouveau-Québec	1-16
BERGERON, Y. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec II	65-70
BERNIER, B. Voir C. CAMIRÉ	175-184
BISSON, M. Voir S.A. VISSER	279-288
BOIDIN, J. Nouvelles espèces de Lachnocladiaceae du Canada (Basiciomycètes)	199-203
BOUCHARD, A. Voir Y. BERGERON	65-70
BOURASSA, J.-P. Position taxonomique du Diptère <i>Aedes atropalpus</i> (Coquillett)	185-190
BOURGET, A. Voir G. CHAPDELAINE	219-227
BRUCE, W.J. Voir E. M.P. CHADWICK	301-303
CAMIRE, C. Incidence de la fertilisation sur la croissance de deux peuplements adultes de sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>) du sud des Laurentides	175-184
CARON, D. Voir C. EK	57-63
CHADWICK, E. M.P. Range extension of steelhead trout (<i>Salmo gairdneri</i>) in Newfoundland	301-303
CHAPDELAINE, G. Distribution, abondance et fluctuations des populations d'oiseaux marins de l'archipel de Mingan (golfe du Saint-Laurent, Québec)	219-227
CHENG, B.T. Effet de la fumure N-P-K sur le rendement et la qualité du fraisier au Québec ..	71-77
CLAYDEN, S. Voir Y. BERGERON	65-70
COMTOIS, P. Morphologie pollinique des Ericales du Québec	245-262
COMTOIS, P. Extraction du pollen des mousses de surface à l'aide de l'acide sulfurique ...	305-308
COMTOIS, P. Diamètre pollinique de quelques espèces tourbicoles de <i>Betula</i>	471-474
COUTURE, P. Voir S.A. VISSER	279-288
CRÊTE, M. Régime alimentaire du loup dans le sud-ouest du Québec entre les mois de mai et d'octobre	167-173
DESCHÊNES, J.-M. Effet de la densité du chiendent et de la présence de l'orge sur la croissance du chiendent	271-277
DESGRANGES, J.-L. Existe-t-il des nids de débarras chez les Goélands ?	191-193
DODSON, E.O. La parenté entre les Entoproctes et les Bryozoaires	97-103
DOUCET, G.J. Voir D.J. LEWIS	299-300
EK, C. La forte teneur de gaz carbonique de l'air d'une cavité du Québec : la grotte de Saint-Léonard, île de Montréal	57-63
FRANCOEUR, A. Un mâle sans yeux composés de <i>Formica subsericea</i> (Formicidae, Hymenoptera)	107-110
GATES, C.C. Habitat selection by wapiti in a boreal forest enclosure	153-166
GERVAIS, C. Liste annotée de nombres chromosomiques de la flore vasculaire du nord-est de l'Amérique. II	143-152
GERVAIS, P. Voir J.R. SEOANE	263-269
GRENON, J.-F. First record of <i>Aglaophamus neotenus</i> (Polychaeta: Nephtyidae) for Québec and Arctic Regions	111-112
HINDS, H.R. Vascular plants new to the flora of New Brunswick	139-142
HOLLAND, P.G. Eleven years of change in the species composition of permanent quadrats in deciduous forest on Mont St-Hilaire, Québec	311-323
HUDSON, R.J. Voir C.C. GATES	153-166
KENNEDY, A.J. Snowy owl prey on Prince of Wales Island, Northwest Territories	195-197
LAGRENADE, M.-C. Reproduction des Goélands à bec cerclé à l'île de la Couvée, Québec ..	119-130

LAGRENADE, M.-C. Alimentation des poussins de Goélands à bec cerclé de l'île de la Couvée, Québec	131-138
LAROUCHE, A. Voir P. COMTOIS	245-262
LECLAIR, R. Régimes alimentaires de <i>Bufo americanus</i> (Holbrook) et <i>Rana sylvatica</i> LeConte (Amphibia : Anura) nouvellement métamorphosés	325-329
LÉGÈRE, A. Voir J.-M. DESCHÈNES	271-277
LEWIS, D. J. <i>Lernaea cruciata</i> (LeSueur) (Copepoda : Lernaeidae) from <i>Ambloplites rupestris</i> (Rafinesque) (Perciformes : Centrarchidae) in lac Saint-Louis, Québec	299-300
LOAN, C. C. North American species of <i>Phytodietus</i> and <i>Neuchorus</i> (Hymenoptera : Ichneumonidae, Tryphoninae)	331-470
MASSICOTTE, G. N. Voir Y. BERGERON	65-70
MAUFFETTE, Y. <i>Asclepias exaltata</i> L. sur le mont Saint-Hilaire, Québec	105-106
MCNEILL, J. Taxonomic, nomenclatural and distributional notes on canadian weeds and aliens	237-244
MERRIAM, G. Voir J. MIDDLETON	475-479
MIDDLETON, J. Movement of earthworms, <i>Aporrectodea trapezoides</i> (Dugès) in winter	475-479
MORENO, M. C. Voir J. R. SEOANE	263-269
MOUSSEAU, P. Voir M.-C. LAGRENADE	119-130
MOUSSEAU, P. Voir M.-C. LAGRENADE	131-138
NAGORSEN, D. W. Distribution, abundance and species diversity of small mammals in Quetico Provincial Park, Ontario	209-218
NOLET, G. Voir C. CAMIRÉ	175-184
PETERSON R. L. Voir D. W. NAGORSEN	209-218
PLAMONDON, A. P. Écoulement et modification du couvert forestier	289-298
POWER, G. Voir J. BENOIT	1-16
RILEY, J. L. The vascular flora of Akimiski Island, James Bay, N.W.T.	229-235
ROBERGE, J. Voir C. EK	57-63
SEOANE, J. R. Evaluation nutritionnelle de six cultivars de la fléole des prés utilisés dans l'alimentation des ovins	263-269
THORN, G. The conspicuous Fungi of Algonquin Provincial Park, Ontario: A preliminary flora	79-95
TREMBLAY, J. Voir M. CRÊTE	167-173
VALLIÈRES, L. Voir R. LECLAIR	325-329
VISSER, S. A. Le bassin versant du lac Saint-Jean (Québec) : analyse et interprétation de la qualité des eaux	279-288

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

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

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21,5 × 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4 (Canada).

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

TEXTE

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

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

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

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

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

GENERAL PRACTICES

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

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

MANUSCRIPT DETAILS

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

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

REFERENCES

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

alphabetically by first author, according to the following examples:

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

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

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

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

ILLUSTRATIONS

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

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

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

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

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

LE NATURALISTE CANADIEN
Revue d'écologie et de systématique

Volume 108

1981

Numéro 4

HOLLAND, P.G. Eleven years of change in the species composition of permanent quadrats in deciduous forest on Mont St-Hilaire, Québec 311-323

LECLAIR, R. Jr & L. VALLIÈRES. Régimes alimentaires de *Bufo americanus* (Holbrook) et *Rana sylvatica* LeConte (Amphibia: Anura) nouvellement métamorphosés 325-329

LOAN, C.C. North American species of *Phytodietus* and *Neuchorus* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Tryphoninae) 331-470

COMMUNICATIONS BRÈVES

COMTOIS, P. Diamètre pollinique de quelques espèces tourbicoles de *Betula* 471-474

MIDDLETON, J. & G. MERRIAM. Movement of earthworms, *Aporrectodea trapezoides* (Dugès), in winter 475-479

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 108

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES