

Paléophytogéographie et paléoclimats postglaciaires dans l'ouest du Bas-Saint-Laurent, Québec

Postglacial Paleophytogeography and Paleoclimates in the Western Part of the Lower Saint Lawrence River Region, Québec

Postglaziale Paläophytogeographie und Paläoklimas im Westen des unteren Sankt-Lorenz-Stroms, Québec

Pierre J. H. Richard, Alayn C. Larouche and Guy Lortie

Volume 46, Number 2, 1992

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/032900ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/032900ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Richard, P. J. H., Larouche, A. C. & Lortie, G. (1992). Paléophytogéographie et paléoclimats postglaciaires dans l'ouest du Bas-Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 46(2), 151-172. <https://doi.org/10.7202/032900ar>

Article abstract

Postglacial paleophytogeography and paleoclimates in the western part of the Lower Saint Lawrence River region, Québec. Pollen analysis of the sediments of four lakes in the Lower Saint Lawrence River region, north of Maine, shows that tundra vegetation existed during an estimated period of 500 to 1000 years following ice retreat. Progressive development of the tundra from a quasi-desert to a shrub stage with dwarf birch, through an herb stage rich in arctic-alpine taxa is confirmed by macrofossil analysis. Organic sedimentation in the lakes started only around 9500-9200 BP, that is to say more than 2000 years after ice retreat, and is coincident with the arrival of the first trees (macrofossils) in the area. The regional late-glacial climate was thus apparently very harsh, compared to the Appalachian regions located to the south and southwest. Black spruce, the poplars, larch and white birch comprised the forests which remained open until around 8000 BP. The corresponding pollen zone is dominated by green alder which played a major role in the plant cover during a period characterized by a great incidence of fire. Afterwards, the modern vegetation developed, corresponding to a mosaic of fir and maple communities with physiographic sequences and regional phytogeographic gradients similar to those present today within this section of the Appalachian range. Eastern white cedar, which nowadays occupies the wet or boggy sites of the estuarine lowlands and of the northern margin of the Appalachian plateau, whether in pure stands or with balsam fir, began to increase by 3600 BP. The Holocene Climatic Optimum is clearly marked in the study area only by a greater abundance of white pine, especially at the northern margin of the Appalachian plateau between 7000 and 3600 BP.

# PALÉOPHYTOGÉOGRAPHIE ET PALÉOCLIMATS POSTGLACIAIRES DANS L'OUEST DU BAS-SAINT-LAURENT, QUÉBEC

Pierre J. H. RICHARD, Alayn C. LAROUCHE et Guy LORTIE<sup>†</sup>, Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie, Département de géographie, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale A, Montréal, Québec H3C 3J7.

**RÉSUMÉ** L'analyse pollinique des sédiments de quatre lacs du Bas-Saint-Laurent et de la Côte-du-Sud permet de retracer l'existence d'une phase initiale de toundra s'étendant sur une durée estimée à 500-1000 ans, après à la déglaciation. Cette toundra montre un développement progressif à partir d'un quasi-désert jusqu'à un stade arbustif à bouleau glanduleux, en passant par un stade herbacé riche en plantes arctiques-alpines dont la présence est confirmée par l'analyse macrofossile. L'accumulation organique dans les lacs ne survient que vers 9500-9200 BP, soit plus de 2000 ans après la déglaciation, et correspond à l'arrivée des premiers arbres, d'après les macrorestes. Le tardiglaciaire régional paraît donc avoir été climatiquement très rigoureux par rapport aux régions sises au sud-ouest et au sud, dans les Appalaches. Les forêts sont restées ouvertes jusque vers 8000 BP, constituées surtout de l'épinette noire, des peupliers, du mélèze et du bouleau blanc. La zone pollinique correspondante est dominée par l'aulne crispé, qui a dû jouer un rôle important dans le couvert végétal durant une période caractérisée par une forte incidence des feux. Par la suite, la végétation moderne s'est établie, soit une mosaïque de sapinières et d'érablières avec sensiblement les mêmes séquences physiographiques et les mêmes gradients phytogéographiques régionaux que ceux actuellement constatés dans ce secteur des Appalaches. Les cédrières tourbeuses et les sapinières humides à thuya répandues actuellement dans les basses terres estuariennes et à la marge nord du plateau appalachien ne se sont toutefois développées que vers 3600 ans avant l'actuel. L'Optimum climatique holocène n'est clairement marqué que par une plus grande abondance du pin blanc de 7000 à 3600 ans BP, notamment à la marge nord du plateau appalachien.

**ABSTRACT** *Postglacial paleophytogeography and paleoclimates in the western part of the Lower Saint Lawrence River region, Québec.* Pollen analysis of the sediments of four lakes in the Lower Saint Lawrence River region, north of Maine, shows that tundra vegetation existed during an estimated period of 500 to 1000 years following ice retreat. Progressive development of the tundra from a quasi-desert to a shrub stage with dwarf birch, through an herb stage rich in arctic-alpine taxa is confirmed by macrofossil analysis. Organic sedimentation in the lakes started only around 9500-9200 BP, that is to say more than 2000 years after ice retreat, and is coincident with the arrival of the first trees (macrofossils) in the area. The regional late-glacial climate was thus apparently very harsh, compared to the Appalachian regions located to the south and southwest. Black spruce, the poplars, larch and white birch comprised the forests which remained open until around 8000 BP. The corresponding pollen zone is dominated by green alder which played a major role in the plant cover during a period characterized by a great incidence of fire. Afterwards, the modern vegetation developed, corresponding to a mosaic of fir and maple communities with physiographic sequences and regional phytogeographic gradients similar to those present today within this section of the Appalachian range. Eastern white cedar, which nowadays occupies the wet or boggy sites of the estuarine lowlands and of the northern margin of the Appalachian plateau, whether in pure stands or with balsam fir, began to increase by 3600 BP. The Holocene Climatic Optimum is clearly marked in the study area only by a greater abundance of white pine, especially at the northern margin of the Appalachian plateau between 7000 and 3600 BP.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Postglaziale Paläophytogeographie und Paläoklimas im Westen des unteren Sankt-Lorenz-Stroms, Québec.* Mit der Pollenanalyse der Sedimente von vier Seen läßt sich der Beginn einer Tundra-Phase nachweisen, die nach der Enteisung schätzungsweise 500-1000 Jahre dauerte. Diese Tundra zeigt eine progressive Entwicklung, ausgehend von einer Quasiwüste bis hin zu einem Buschstadium mit Zwergbirke über ein Pflanzenstadium, das reich an arktisch-alpinen Pflanzen war, deren Vorkommen durch die makrofossile Analyse bestätigt wird. Die organische Sedimentierung in den Seen tritt erst gegen 9500-9200 Jahre v.u.Z. auf, d.h. über 2000 Jahre nach Enteisung, und sie entspricht der Ankunft der ersten Bäume, den Makroresten nach zu schließen. Das regionale Spätglazial scheint demnach klimatisch sehr rauh gewesen zu sein im Vergleich zu den südwestlich und südlich gelegenen Gebieten in den Appalachen. Die Wälder blieben bis gegen 8000 v.u.Z. offen und bestanden vor allem aus Schwarztanne, Pappel, Lärche und Weißbirke. Das entsprechende Pollengebiet ist dominiert von Grünerle, welche eine wichtige Rolle in der Pflanzendecke gespielt haben muß, in einer Zeit, in der gehäuft Brände auftraten. In der Folgezeit hat sich die moderne Vegetation angesiedelt, d.h. ein Mosaik von Tannen- und Ahornwäldern. Indessen haben die torfhaltigen Zedernwälder und die feuchten Thuja-Tannenwälder, die gegenwärtig in den Mündungs-Niederungen und am Nordsaum des Appalachenplateaus verbreitet sind, sich erst gegen 3600 v.u.Z. entwickelt. Das klimatische Optimum im Holozän ist nur durch eine größere Fülle der Weißtanne von 7000 bis 3600 Jahre v.u.Z. klar gekennzeichnet.

## INTRODUCTION

Les sédiments de quatre lacs du Bas-Saint-Laurent occidental et de la Côte-du-Sud orientale ont été examinés pour leur contenu sporopollinique, de macrorestes végétaux et de charbons microscopiques dans le but de reconstituer l'histoire postglaciaire des populations arborescentes et du couvert végétal. Ces sédiments furent récoltés et étudiés par le regretté Guy Lortie pour les assemblages de diatomées (Lortie, 1983a et b; Lortie et Richard, 1986, 1987), mais les données des analyses polliniques et macrofossiles effectuées durant son séjour post-doctoral dans notre laboratoire n'ont pas pu être exploitées de son vivant. Cet article, à la rédaction duquel il a participé activement, lui est dédié.

La reconstitution des conditions du milieu à la charnière entre le Pléistocène et l'Holocène et durant l'Holocène ancien constitue notre objectif principal. Il motive l'exploration des régions appalachiennes du Québec en raison de leur déglaciation relativement précoce, bien antérieure à l'oscillation climatique du Dryas III (Mott *et al.*, 1986), notamment le long de l'estuaire. Des travaux récents (Richard et Labelle, 1989) ont par ailleurs conduit à proposer que le début de l'Holocène de la région du mont Albert, en Gaspésie, ait connu un développement du couvert forestier essentiellement déterminé par des feux extensifs et fréquents ralentissant l'afforestation du paysage et favorisant la multiplication de l'aulne crispé (*Alnus crispa*) durant plus de 2000 ans. Les conditions abiotiques expliquant ultimement le phénomène dans cette région paraissent liées à la proximité relative de l'inlandsis et à la relativement forte radiation solaire estivale ayant régné durant le premier quart de l'Holocène (Kutzbach et Guetter, 1986). En outre, les eaux de fonte de l'inlandsis laurentidien seraient responsables du maintien de conditions froides dans la région au

nord des Grands Lacs et jusque dans le golfe du Saint-Laurent, entre 11 800 et 8000 ans BP (Lewis *et al.*, 1988; Lewis et Anderson, 1989). Dans les deux cas, les phénomènes devraient affecter à la même époque d'autres régions sises au sud de l'inlandsis, particulièrement la Côte-du-Sud et le Bas-Saint-Laurent. C'est ce que nous voulons examiner.

La paléophytogéographie post-wisconsinienne de cette région est pratiquement inconnue. Les données pollenanalytiques antérieures aux nôtres pour la Côte-du-Sud et le Bas-Saint-Laurent sont rares. Celles d'Auer (1928) ou de Potzger (1953) sont partielles et les sédiments n'ont pas été datés; un diagramme pollinique rudimentaire est toutefois disponible pour la tourbière de Rivière-du-Loup. Il faut aller à l'ouest de la Côte-du-Sud (fig. 1) pour trouver des études modernes, dans le comté de Bellechasse (Mott, 1977); les diagrammes polliniques du lac Colin et du Petit lac Terrien y livrent en effet plus de 11 000 ans d'histoire que nous comparerons à nos données, dans la discussion.

## CONTEXTE BIO-PHYSIQUE ACTUEL

Le territoire étudié se situe à la charnière des régions de la Côte-du-Sud et du Bas-Saint-Laurent, occupant la partie moyenne de la grande région physiographique des monts Notre-Dame (Bostock, 1969). Deux ensembles majeurs peuvent y être distingués (fig. 2). Les basses terres estuariennes, larges de 4 à 10 km, s'étendent le long du Saint-Laurent. Les paysages actuels, surtout agricoles, sont marqués par de larges terrasses étagées, des deltas perchés, de très vastes tourbières et des affleurements rocheux, bosses ou crêtes, dominant les dépôts marins. L'arrière-pays, très largement forestier, occupe un plateau dont l'altitude avoisine les 400 m, au relief tantôt ondulé, tantôt formé de rainures et de

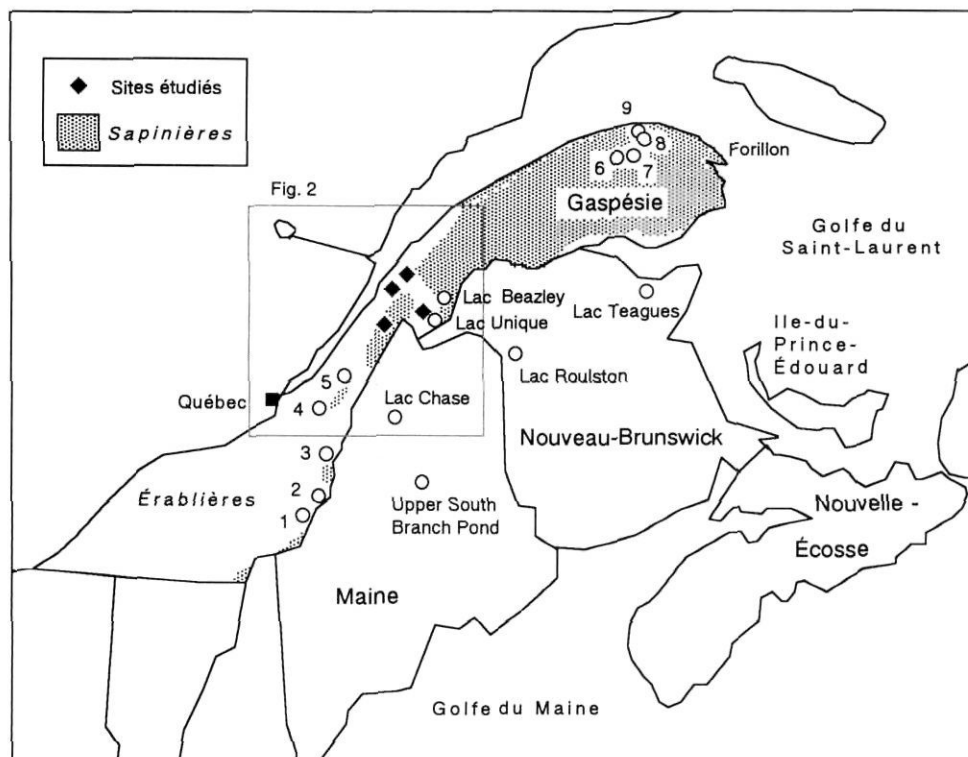


FIGURE 1. Situation du territoire étudié. Les sites polliniques lacustres sont représentés par des cercles, dont ceux de Mott (1976) (1, Boundary Pond; 2, Unknown Pond; 3, Lac Dufresne; 4, Petit Lac Terrien; 5, Lac Colin), ceux de Labelle et Richard (1981, 1984) et de Richard et Labelle (1989) (6, lac du Diable; 7, lac Côté; 8, lac Turcotte; 9, lac à Léonard). Seule la végétation québécoise au sud du Saint-Laurent est identifiée.

Location of the studied area. The lacustrine pollen sites are shown by open circles, namely those studied by Mott (1976) (1, Boundary Pond; 2, Unknown Pond; 3, Lac Dufresne; 4, Petit Lac Terrien; 5, Lac Colin), those by Labelle and Richard (1981, 1984) and by Richard and Labelle (1989) (6, Lac du Diable; 7, Lac Côté; 8, Lac Turcotte; 9, Lac à Léonard). Only the vegetation of Québec south of the St. Lawrence River is identified; shaded: balsam fir forests; white: sugar maple forests.

crêtes basses le plus souvent serrées, alignées dans l'axe des plis appalachiens (SW-NE). Quelques secteurs y sont plus franchement montagnards, comme dans la région de Saint-Philémon ou autour du lac de l'Est (fig. 2). Les roches sont essentiellement des schistes, des ardoises, des calcaires, des grès, des conglomérats calcaireux et des quartzites d'âge siluro-dévonien, fortement plissées et métamorphisées par endroits (Dresser et Denis, 1946). Certaines roches fortement carbonatées ont favorisé le dépôt de marne dans plusieurs lacs de la région. Les dépôts meubles du plateau sont principalement constitués de till mince souvent interrompu par les affleurements rocheux (LaSalle *et al.*, 1976, 1977; Martineau, 1977). Seules les vallées portent des dépôts épais, essentiellement fluvioglaciaires et alluvionnaires. La transition entre les deux ensembles physiographiques est le plus souvent nette, mar-

quée par des abrupts atteignant parfois près de 100 mètres de commandement. Le climat continental humide, avec ses hivers longs et ses étés courts, enregistre des précipitations totales de 1016 mm et des températures moyennes annuelles, estivales (juillet) et hivernales (janvier) de 3,1, 15,5 et de -13°C respectivement.

Le couvert végétal actuel est fortement modifié par les activités humaines, surtout l'agriculture et l'exploitation forestière. Les surfaces cultivées dominent les basses terres, suivies en importance, dans le comté de Rivière-du-Loup notamment, par les tourbières portant surtout de vastes pessières à épinettes noires et sphaignes. Ailleurs, les trembles abondent sur des terres anciennement cultivées ou bûchées. Bien que les basses terres appartiennent au domaine de l'érablière à bouleau jaune et hêtre (Blouin et Grandtner, 1971), les séries de

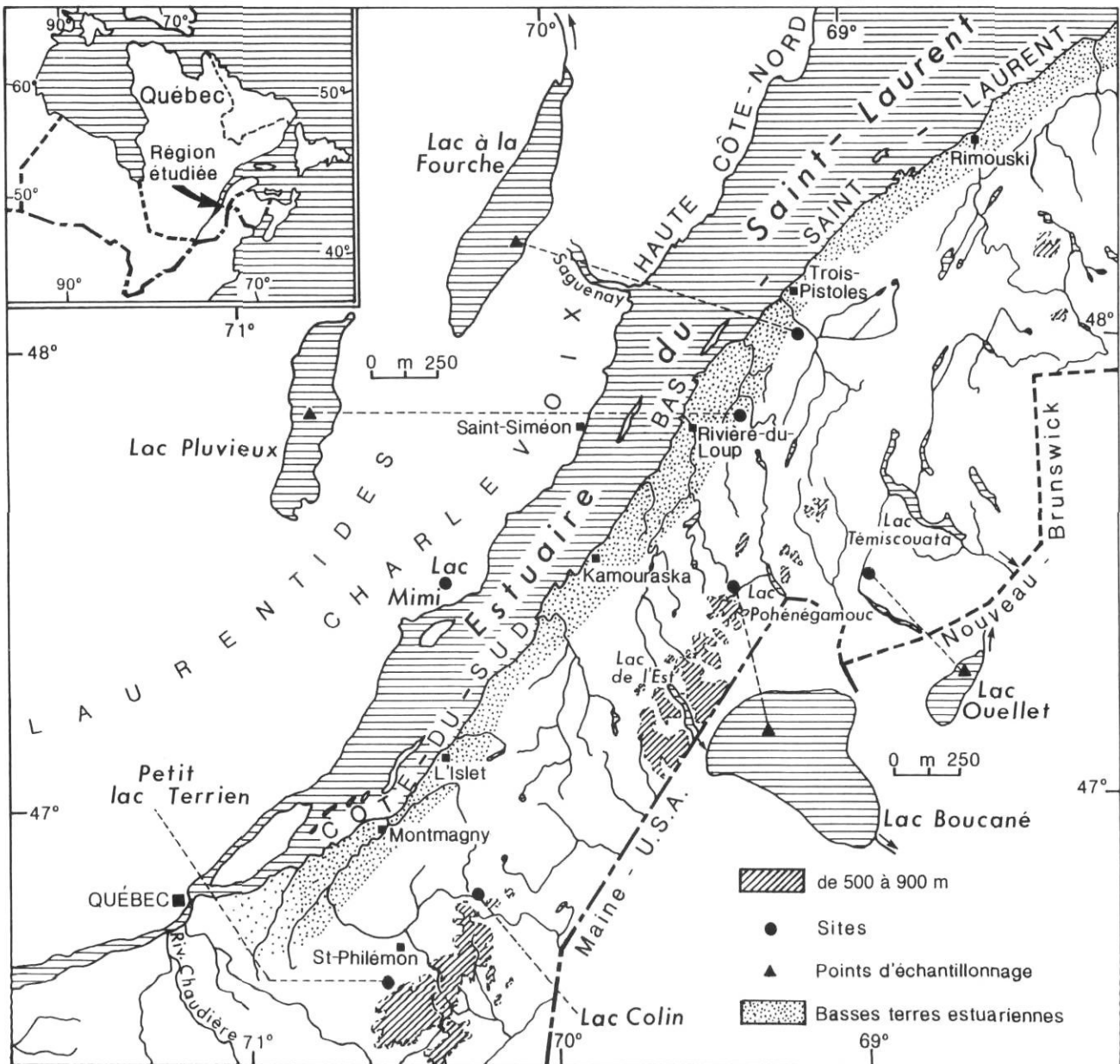


FIGURE 2. Localisation des lacs étudiés.

Location of the studied lakes.

végétation les plus largement répandues (50 %) sont la sapinière humide à thuya et la cédrière tourbeuse, en raison de l'abondance des stations mal drainées, dans les vastes plaines argileuses et les cuvettes entourées ou non. Un gradient de rigueur climatique croissante s'établit du sud-ouest au nord-est, dans les basses terres, de la Côte-du-Sud au Bas-Saint-Laurent. Il se manifeste par l'existence, au sud-ouest, d'associations végétales plus thermophiles, telles l'érablière à ostryer et l'érablière à tilleul (Jean, 1982). Le stock arboréen passe de 27 espèces dans Montmagny à 20 espèces dans Rivière-du-Loup; parmi ces essences, celles qui atteignent un statut de dominance dans la sylve passent de 22 à 13. Les essences qui disparaissent sont le noyer cendré (*Juglans cinerea*), le frêne rouge (*Fraxinus pennsylvanica*), le frêne blanc (*Fraxinus americana*), le tilleul d'Amérique (*Tilia americana*), l'ostryer de Virginie (*Ostrya virginiana*), la pruche de l'Est (*Tsuga canadensis*) et le chêne rouge (*Quercus rubra*), bien que ce dernier présente des stations satellites en Gaspésie, à Forillon notamment. De plus, l'épinette rouge (*Picea rubens*), fréquente dans Rivière-du-Loup et au Témiscouata, n'atteint pas la Gaspésie au nord-est; c'est dans les provinces maritimes qu'elle réalise son plein développement.

Les plateaux de l'arrière-pays sont plus riches en essences résineuses, notamment le sapin baumier et l'épinette rouge. Les collines de Saint-Philémon portent le domaine de la sapinière à bouleau blanc et celles de la région du lac de l'Est et du lac Pohénégamouc, plus basses et plus douces, le domaine de la sapinière à bouleau jaune. Ces secteurs sont entourés par le domaine de l'érablière à bouleau jaune et hêtre, mais l'abondance et la répartition des stations mésiques varient beaucoup d'un endroit à l'autre, influençant l'abondance et la distribution de la série de végétation correspondante. En général, dans Rivière-du-Loup, elle occupe près de 20 % du territoire. Les séries de la sapinière à bouleau jaune, de la sapinière à épinette rouge et de la sapinière humide à thuya se partagent près de 60 % des terres, y occupant les stations plus humides, plus sèches ou carrément hydriques, respectivement. Au Témiscouata, l'érablière à bouleau jaune est plus largement répartie que dans Rivière-du-Loup, notamment dans le secteur entourant le lac Témiscouata. Partout sur le plateau, les tourbières à épinettes noires sont rares.

Parmi les autres groupements végétaux rencontrés dans la région, notons les frênaies à ormes et les peupleraies baumières alluviales le long des plus grands cours d'eau, les cédrières à sapin dans les fonds de vallées ou les cuvettes entourées et les pessières à épinettes noires et mousses hypnacées sur les affleurements rocheux et les plateaux gréseux secs. Les bétulaies blanches sont peu fréquentes de même que les érablières rouges. Enfin, quelques essences ont une distribution éparse ou plus localisée; ce sont le mélèze laricin (*Larix laricina*), le pin gris (*Pinus banksiana*), le pin rouge (*Pinus resinosa*), le pin blanc (*Pinus strobus*) et le peuplier à grandes dents (*Populus grandidentata*), qui ne forment que rarement des groupements manifestes.

#### DÉGLACIATION ET TRANSGRESSION MARINE

C'est dans l'axe du Saint-Laurent (fig. 3) que s'est effectuée la scission de l'inlandsis wisconsinien, individualisant les glaces

laurentiennes des glaces appalachiennes en progressant du golfe vers le fond de l'estuaire (LaSalle *et al.*, 1976; Lebus et David, 1977; Martineau et Corbeil, 1983; LaSalle et Chapdelaine, 1990). Cette longue baie de vélage provoqua une modification de la dynamique d'écoulement des appareils glaciaires situés de part et d'autre. La moraine de Saint-Antoine, qui s'étend en bordure du plateau appalachien dans les comtés de Rivière-du-Loup et de Kamouraska (Lee, 1962) fut mise en place par une glace appalachienne en contact avec la Mer de Goldthwait (Martineau et Corbeil, 1983). Durant sa phase initiale transgressive, glacio-marine, la mer atteignit une altitude de près de 170 mètres dans la région de Rivière-du-Loup (Locat, 1977, 1978), vers 12 000 ans avant l'actuel. La période entre 12 000 et 10 000 ans BP, pléni-marine, est responsable de l'accumulation des argiles massives dans les basses terres (Lortie et Guilbault, 1984); elle fut suivie d'une phase généralement régressive marquée par des stades d'érosion et d'accumulation littorale et aussi par le glacial jusqu'à nos jours (Dionne, 1977). Toutefois, un bas niveau marin relatif (ca 5 m) suivi d'une remontée (de 8 à 10 m) sont enregistrés dans l'estuaire entre 7600 et 6200 ans avant l'actuel (Dionne, 1988, 1990). Les basses terres étaient presque totalement émergées vers 2000 ans BP (âge de la terrasse Mitis, à 5-6 m), sauf peut-être les zones les plus basses des marais côtiers. La tourbière de Rivière-du-Loup, sise à une altitude de 105 m environ, fut datée à 9520 ± 170 BP (GSC-176) (Dyck et Blake, 1965).

La glace appalachienne s'est retirée du nord-ouest vers le sud-est, plus ou moins parallèlement au Saint-Laurent, entre 13 000 et 12 000 ans BP, dans le secteur qui nous intéresse (Dyke et Prest, 1987), puis serait disparue du nord du Maine peu après 11 000 ans avant l'actuel (Lowell, 1980; Denton et Hughes, 1981). Le Lac glaciaire Madawaska, dont la limite se situait à 195 m, fut créé sans doute par un barrage glaciaire ou morainique entre plus de 11 000 ans et 10 000 ans BP (Kite et Lowell, 1984; Kiwiet De Jonge, 1951; Lee, 1953; Martineau, 1979).

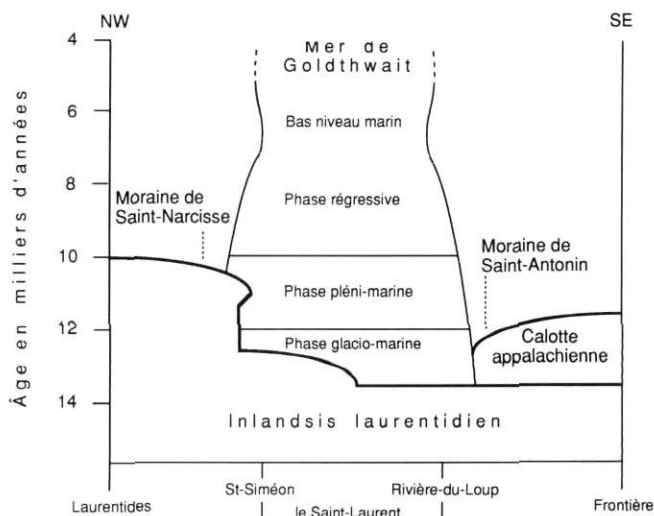


FIGURE 3. Schéma paléogéographique régional. Regional paleogeographic scheme.

LES LACS ÉTUDIÉS

Les lacs ont été choisis en tenant compte des contraintes d'accessibilité mais néanmoins selon un gradient d'éloignement progressif par rapport aux basses terres côtières qui ont été envahies par la Mer de Goldthwait après le retrait des glaces. Les terrains calcaireux ont été évités afin de limiter les risques de contamination des sédiments par des carbonates anciens pour leur datation au radiocarbone. Malgré cet effort, la partie supérieure des sédiments du lac Ouellet contient de la marne (fig. 4).

Les principales données sur les lacs retenus paraissent au tableau I. Ce sont de petits lacs dimictiques drainant des bassins versants de moins de 1 km<sup>2</sup> de superficie, sans affluents, aux effluents à faible débit, intermittents ou nuls. Le lac Pluvieux est situé à 3 km au nord-est de Saint-Modeste, en retrait de l'escarpement limitant le plateau, à la marge nord-ouest d'une vaste zone forestière. Il est peu encaissé, dans un paysage ondulé. Le lac à la Fourche se trouve à 3,5 km au nord de Saint-Paul-de-la-Croix, 18 km au nord-est du lac Pluvieux, dans la même position physiographique. Un îlot ponctue l'extrémité sud-ouest de ce lac allongé. Les sapinières humides à thuya et les cédrières tourbeuses riveraines sont présentes, mais beaucoup moins étendues que dans les environs du lac Pluvieux. Quant au lac Boucané, situé à 3 km au

nord-ouest de Saint-Athanase, à 15 km à l'ouest du lac Pohénégamook, c'est le plus encaissé des quatre. Le relief environnant est mamelonné; des collines d'une cinquantaine de mètres de hauteur ceinturent le lac, sur un plateau ondulé. Le lac Ouellet, ou «lac à Émile-Ouellet» d'après la plus récente carte, est un lac à gisement de marne qui occupe un replat du plateau appalachien au sommet d'un escarpement de près de 125 m bordant la vallée de la rivière Cabano, 2 km au sud-ouest de Saint-Eusèbe, au sud-ouest de Notre-Dame-du-Lac (lac Témiscouata). Si la sapinière humide à thuya tapisse le creux de la vallée, l'érablière à bouleau jaune abonde autour du lac Ouellet et sur le plateau, avec la sapinière à bouleau jaune.

MÉTHODES

Les sédiments lacustres ont été prélevés au centre des bassins (sauf pour le lac à la Fourche) à l'aide d'une sonde à piston de type Livingstone (1955) à partir d'une embarcation solidement ancrée. Les carottes sédimentaires ont été coupées en tranches de 1 cm d'épaisseur et placées dans des contenants adéquatement identifiés, jusqu'à l'étude de leur contenu en diatomées (Lortie et Richard, 1986) ou sporopollinique. Seule la partie basale des sédiments du lac à la Fourche avait été échantillonnée en 1978. En 1984, Guy Lortie et Alayn Larouche ont prélevé une carotte complète qui fut soumise à l'analyse pollinique et à l'étude des macrorestes. En 1985, les sédiments basaux du lac à la Fourche furent échantillonnés à nouveau pour la datation au radiocarbone; l'analyse pollinique a permis d'assurer la corrélation avec les carottes prélevées antérieurement. La figure 4 livre la stratigraphie des diverses carottes prélevées et la position des échantillons qui furent datés par la méthode au radiocarbone. Les données chronologiques paraissent au tableau II et à la figure 5.

L'analyse sporopollinique a porté sur des volumes de 1 cm<sup>3</sup>, les grains de pollen et les spores étant extraits selon la méthode de Faegri et Iversen (1975) et montés dans la glycérine. La somme pollinique comprend le pollen de toutes les plantes vasculaires à l'exception des hydrophytes et totalise environ 500 grains par niveau. Le nombre de taxons identifiés varie de 71 à 86 selon les sites. La concentration pollinique (grains/cm<sup>3</sup>) a été déterminée par la méthode de Jørgensen (1967). Elle a permis, avec les données chronologiques, de calculer les taux d'accumulation pollinique nets (ou influx polliniques: grains/cm<sup>2</sup>/an). Accessoirement, les *Pediastrum* (algues vertes coloniales) ont été dénombrées et leur pourcentage de représentation, exprimé avec ceux des taxons non compris dans la somme pollinique de base, c'est-à-dire ceux de la catégorie taxons hors-total (fig. 7 à 10). La surface des charbons de bois microscopiques a été mesurée dans les sédiments des quatre lacs dans le but d'évaluer les variations d'intensité ou de fréquence des feux durant la période d'accumulation sédimentaire. Les résultats (fig. 6) sont exprimés en millimètres carrés par centimètre cube de sédiment. Les diagrammes polliniques sont présentés aux figures 7 à 10 (voir aussi le tableau III). L'analyse des macrorestes végétaux des sédiments du lac à la Fourche fut effectuée sur des échantillons contigus de 100 cm<sup>3</sup>, sauf pour les échantillons datés (Larouche, 1979). Les résultats sont présentés au tableau V.

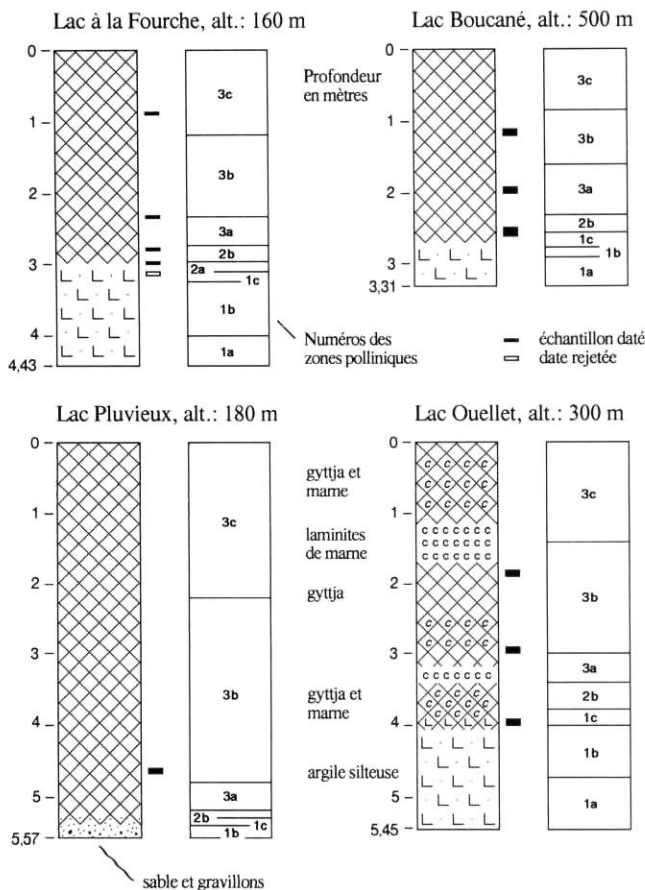


FIGURE 4. Colonnes sédimentaires et zones polliniques des quatre lacs étudiés.  
Sediment sequences and pollen zones of the four studied lakes.

TABLEAU I

*Données sur les lacs étudiés et leurs sédiments*

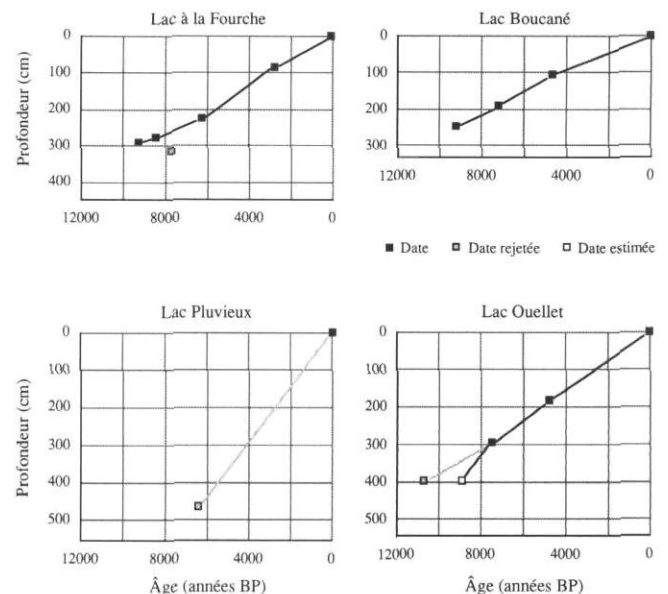
nom du site	Lac Boucané	Lac à la Fourche	Lac Pluvieux	Lac Ouellet
comté	Kamouraska	Rivière-du-Loup		Témiscouata
numéro de la carte	21 N/6	21 N/14	21 N/14	21 N/10
latitude Nord	47°27'28"	47°58'30"	47°50'38"	47°31'58"
longitude Ouest	69°27'10"	69°12'28"	69°21'10"	68°56'38"
altitude	500 m	160 m	180 m	300 m
taille	28 ha	19,6 ha	14 ha	6 ha
forme générale	polygonale	allongée	rectangulaire	ovoïde
profondeur	2,60 m	4,35 m	0,70 m	1,90 m
pH	7,3	-	-	7,8
affluents	0	0	0	0
effluents	1	0	0	1*
bassin versant	1 km <sup>2</sup>	1,1 km <sup>2</sup>	0,6 km <sup>2</sup>	0,5 km <sup>2</sup>
accumulation organique	270 cm	300 cm	540 cm	400 cm
longueur totale de la carotte	331 cm	443 cm	557 cm	545 cm

\* intermittent

TABLEAU II

*Données chronologiques*

Nom du site	Intervalle daté (en cm)	Âge	δ 13C ‰	N° du laboratoire
Lac Boucané	105-110	4670 ± 130	-23,24	BETA-8265
	185-194	7170 ± 120	-24,34	BETA-8266
	247-260	9140 ± 120	-	GIF-4901
Lac à la Fourche	085-090	2760 ± 080	-29,96	BETA-12873
	225-230	6270 ± 140	-29,47	BETA-12874
	275-280	8380 ± 140	-28,81	BETA-12875
	310-315	7810 ± 250	-27,36	BETA-12876
	290-298 <sup>1</sup>	9200 ± 160	-28,65	BETA-14867
Lac Pluvieux	462-470 <sup>2</sup>	6430 ± 130	-	GIF-4902
Lac Ouellet	180-190	4750 ± 130	-29,88	BETA-8279
	290-300	7470 ± 140	-32,80	BETA-8280
	390-402	10630 ± 160	-26,35	BETA-8281

<sup>1</sup> Date provenant d'une autre carotte et affectée à cet intervalle par corrélation sporopollinique.<sup>2</sup> Date originellement attribuée à l'intervalle 506-514 cm.FIGURE 5. Courbes d'accumulation nette des sédiments.  
*Curves of the net accumulation of the sediments.*

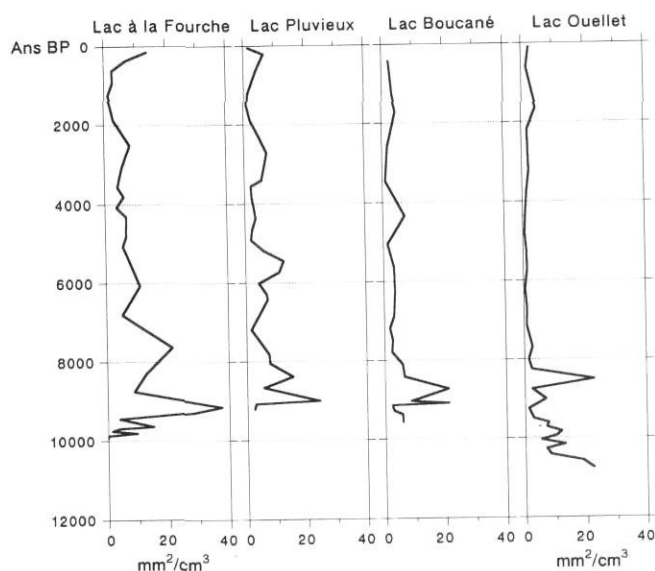


FIGURE 6. Abondance des charbons microscopiques selon l'âge des sédiments.

*Microscopic charcoal abundance through time in the sediments.*

## RÉSULTATS

### DONNÉES CHRONOLOGIQUES ET TAUX D'ACCUMULATION DES DÉPÔTS

Les résultats des déterminations chronologiques au radio-carbone (tabl. II) sont traduits sous forme de courbes âge/profondeur des sédiments (fig. 5). Les dates au radiocarbone délimitent des segments de droites auxquels sont associés des taux uniformes d'accumulation moyenne nette.

Pour les sédiments du lac Boucané, 300 ans sont extrapolés en raison de la présence de 12 cm de gyttja silteuse sous les niveaux datés; cette durée a été calculée en extrapolant le taux d'accumulation sus-jacent. Pour les sédiments du lac Pluvieux, une courbe âge/profondeur a été tracée par corrélation pollinique avec les diagrammes des autres lacs. Par ailleurs, la date de  $6430 \pm 130$  ans BP (GIF-4902) initialement attribuée aux niveaux 506-514 cm a été attribuée à l'intervalle 462-470 cm en raison de la détection d'une anomalie palynostratigraphique résultant de l'inversion de la numérotation de six échantillons consécutifs. Cette correction permet de confirmer la procédure d'attribution chronologique par la corrélation des zones polliniques des autres lacs à celles du lac Pluvieux,

TABLEAU III

*Taxons non représentés sur les diagrammes polliniques*

Lac Boucané:		<i>Sagittaria</i>	0,2 % à 220 cm; 0,3 % à 330 cm
<i>Assulina muscorum</i>	0,2 % à 010 cm	<i>Viburnum</i>	0,2 % à 180 cm; 0,2 % à 305 cm; 0,3 % à 310 cm
<i>Carpinus/Ostrya</i>	0,2 % à 255 cm		
<i>Ericaceae</i>	0,3 % à 265 cm	Lac Pluvieux:	
<i>Leguminosae</i>	0,2 % à 210 cm; 0,3 % à 265 cm;	<i>Assulina muscorum</i>	0,2 % à 168 cm
	0,2 % à 280 cm	<i>Equisetum</i>	0,2 % à 110 cm
<i>Myriophyllum</i>	0,3 % à 265 cm	<i>Leguminosae</i>	0,5 % à 550 cm
<i>Nuphar</i>	0,2 % à 040 cm; 0,2 % à 100 cm	<i>Lonicera involucrata</i>	0,2 % à 456 cm
<i>Nymphaea</i>	0,2 % à 120 cm	<i>Nuphar</i>	0,2 % à 048 cm; 0,2 % à 110 cm
<i>Onagraceae</i>	0,3 % à 300 cm	<i>Onagraceae</i>	0,2 % à 536 cm; 0,8 % à 544 cm
<i>Papilionaceae</i>	0,4 % à 270 cm; 0,3 % à 300 cm	<i>Pediastrum</i>	0,5 % à 016 cm; 0,3 % à 048 cm
<i>Polygonaceae</i>	0,2 % à 250 cm	<i>Pediastrum boryanum</i>	0,2 % à 168 cm
<i>Potamogeton</i>	0,2 % à 040 cm; 0,3 % à 265 cm	<i>Plantago</i>	0,8 % à 544 cm
<i>Ranunculaceae</i>	0,8 % à 265 cm	<i>Potamogeton</i>	0,1 % à 476 cm; 0,2 % à 526 cm
<i>Rubiaceae</i>	0,2 % à 040 cm; 0,2 % à 120 cm	<i>Ribes</i>	0,2 % à 496 cm
<i>Tilia americana</i>	0,2 % à 506 cm	<i>Sparganium/Typha</i>	0,2 % à 110 cm
<i>Viburnum edule</i>	0,2 % à 210 cm	<i>Thalictrum</i>	0,2 % à 016 cm
Lac à la Fourche:		<i>Tilia americana</i>	0,2 % à 506 cm
<i>Acer nigrum</i>	0,2 % à 120 cm; 0,2 % à 130 cm;	<i>Typha latifolia</i>	0,2 % à 004 cm; 0,2 % à 048 cm
	0,2 % à 140 cm;	<i>Viburnum alnifolium</i>	0,1 % à 258 cm
	0,2 % à 170 cm; 0,2 % à 190 cm;	Lac Ouellet:	
	0,3 % à 230 cm; 0,3 % à 295 cm	<i>Acer saccharinum</i>	0,3 % à 244 cm
<i>Celtis occidentalis</i>	0,4 % à 350 cm; 0,6 % à 370 cm;	<i>Carpinus/Ostrya</i>	0,2 % à 374 cm
	1,0 % à 390 cm	<i>Cornus rugosa</i>	0,2 % à 374 cm
<i>Equisetum</i>	0,2 % à 040 cm	<i>Cruciferae</i>	0,2 % à 424 cm
<i>Eriocaulon</i>	0,2 % à 005 cm; 0,1 % à 080 cm	<i>Juglans cinerea</i>	0,2 % à 184 cm; 0,2 % à 264 cm
<i>Hypericum</i>	0,1 % à 080 cm	<i>Nemopanthus mucronatus</i>	0,2 % à 444 cm
<i>Impatiens</i>	0,6 % à 370 cm	<i>Nuphar</i>	0,2 % à 004 cm; 0,2 % à 084 cm
<i>Labiatae</i>	0,2 % à 220 cm	<i>Osmunda type regalis</i>	0,4 % à 414 cm
<i>Morus rubra (type)</i>	0,2 % à 130 cm; 0,2 % à 260 cm	<i>Pediastrum kawraiskyi</i>	8,2 % à 394 cm
<i>Nemopanthus mucronatus</i>	0,2 % à 020 cm	<i>Platanus occidentalis</i>	0,2 % à 004 cm
<i>Onagraceae</i>	0,2 % à 285 cm; 0,6 % à 390 cm	<i>Polygonaceae</i>	0,2 % à 224 cm
<i>Polygonum viviparum</i>	0,2 % à 300 cm	<i>Sagittaria</i>	0,1 % à 404 cm
<i>Rhus</i>	0,1 % à 160 cm; 0,2 % à 290 cm;	<i>Saxifraga type cernua</i>	0,2 % à 024 cm
	0,4 % à 315 cm	<i>Typha latifolia</i>	0,2 % à 364 cm
<i>Rubiaceae</i>	0,3 % à 030 cm; 0,2 % à 040 cm		



puisque la date de 6430 ans BP occupe la position attendue sur la courbe âge/profondeur ainsi obtenue.

Au lac Ouellet, la date basale de  $10\ 630 \pm 160$  ans BP (BETA-8281) pourrait être vieillie par des carbonates anciens, bien que les sédiments datés ne contiennent pas de calcaire réagissant à l'acide chlorhydrique. Cette éventualité expliquerait la différence marquée entre cet âge basal et ceux des autres carottes. En effet, la courbe âge/profondeur des sédiments du lac Ouellet attribue un âge de 10 000 ans BP au pic pollinique d'*Alnus crispa*, au début de la zone pollinique 2b, ce qui est 1000 ans plus vieux que pour les lacs Boucané et à la Fourche. Nous rejetons donc la date basale du lac Ouellet au profit d'un âge voisin de 9500 BP pour les premiers sédiments organiques accumulés.

Par ailleurs, il faut noter que nos dates basales sont proches de la plus récente des périodes tardiglaciaires aux âges au radiocarbone constants (autour de 9500, 10 000 et 12 700 ans

$^{14}\text{C}$  BP), constance due à des variations dans le taux de production de  $^{14}\text{C}$  ou dans le cycle planétaire du carbone (Andrée *et al.*, 1986; Lotter, 1991). Si de telles conditions sont planétaires, elles ont pu influencer aussi les durées tardiglaciaires et du début de l'Holocène enregistrées par les datations au radiocarbone au Québec méridional. La circonspection est donc de mise dans les interprétations chronologiques.

#### DONNÉES POLLENANALYTIQUES

Les changements dans les courbes polliniques des divers taxons conduisent à reconnaître huit zones d'assemblage pollinique (tabl. IV). Les zones sont identifiées par un code alphanumérique selon leur appartenance à la phase non arboréenne (zones 1), à l'afforestation (zones 2) ou à la phase arboréenne, forestière (zones 3), d'après la procédure de Labelle et Richard (1981, 1984) et de Richard et Labelle (1989). Les dénominations des assemblages polliniques sont fondées sur la

TABLEAU IV

Zonation pollinique régionale

Numéro de zone	Assemblage pollinique	Caractéristiques palynostratigraphiques
Zones 1: phase non arboréenne		
1a	Arbres – CP <sup>1</sup> minimale	rapport PA/T <sup>2</sup> de 60 à 80%; CP avoisinant 3000 grains/cc; % élevés de <i>Pinus</i> cf. <i>banksiana</i> et <i>Picea</i> cf. <i>mariana</i> ; pollen de quelques arbustes et herbes: <i>Salix</i> , <i>Shepherdia canadensis</i> , Gramineae, Cyperaceae, <i>Artemisia</i> .
1b	Cyperaceae – Gramineae	rapport PA/T <25%; CP décuplée par rapport aux valeurs de la zone 1a; % élevés et diversité des plantes herbacées; <i>Oxyria digyna</i> (7,3% - 11% - 22%), <i>Dryas</i> (2 à 3% au lac Ouellet), Caryophyllaceae, Compositae, Rosaceae maximales au sein de la zone (2 à 4%); <i>Salix herbacea</i> et <i>Shepherdia canadensis</i> sont présents.
1c	<i>Betula</i> arbustif	dominance pollinique marquée (zone-pic) de <i>Betula</i> (40 à 75%) représenté par des grains à petit diamètre ( $\approx 20\ \mu$ ); CP supérieure à celle de la zone 1b; représentation souvent maximale de <i>Shepherdia canadensis</i> , <i>Salix herbacea</i> et <i>Salix</i> sp.; appauvrissement des herbacées.
Zones 2: phase d'afforestation		
2a	<i>Populus</i> – <i>Picea</i>	pic pollinique (20 à 30%) de <i>Populus</i> suivi d'un maximum plus ou moins marqué de <i>Picea</i> cf. <i>mariana</i> (10-20%) au lac à la Fourche et, dans une moindre mesure au lac Ouellet; taxons de la zone 1c présents.
2b	<i>Alnus crispa</i>	dominance pollinique marquée et souvent subite d' <i>Alnus crispa</i> (60 à 65%), suivi d'une décroissance lente; <i>Populus</i> reste bien représenté (3 à 10%) dans toute la zone; CP élevées, souvent maximales; PA/T < 40%.
Zones 3: phase arboréenne, forestière		
3a	<i>Betula</i> – <i>Abies</i>	dominance pollinique (65 à 75%) de <i>Betula</i> arborescent; maximum pollinique d' <i>Abies balsamea</i> dans plusieurs sites; <i>Populus</i> reste représenté (1 à 2%) dans toute la zone puis disparaît; PA/T > 85% dans toutes les zones 3.
3b	<i>Betula</i> – <i>Pinus</i>	représentation maximale de <i>Pinus strobus</i> ; maximum faible de <i>Quercus</i> ; début de la représentation régulière d' <i>Acer saccharum</i> (0,5 à 3%); Cupressaceae dans les sites de la plaine côtière au milieu de la zone.
3c	<i>Betula</i> – <i>Pinus</i> – <i>Fagus</i>	représentation pollinique maximale de <i>Fagus grandifolia</i> (3 à 5%) et chute des % de <i>Pinus</i> et de <i>Quercus</i> ; Cupressaceae dans les sites de la plaine côtière; <i>Betula</i> (40 à 70%).

<sup>1</sup>CP: concentration pollinique, en nombre de grains par centimètre cube de sédiment frais

<sup>2</sup>PA/T: rapport du pollen des arbres (incluant le genre *Betula*) au total des grains

dominance des taxons (en pourcentages) ou sur leur appartenance plus ou moins stricte à un assemblage donné (taxons guides) (Richard, 1977).

Les zones d'assemblage pollinique 1a à 2b sont très contrastées entre elles, marquées par une succession très nette de pourcentages polliniques élevés de taxons différents (tabl. IV). Les zones 3a à 3c, au contraire, sont plus semblables, dominées par le pollen des bouleaux arborescents. *Pinus* (surtout l'espèce *strobilus*), *Quercus* et *Fagus grandifolia* interviennent dans l'identification des zones 3a à 3c, mais l'allure de leur courbe pollinique est souvent douce et les limites des zones sont difficiles à établir, affectant la précision des corrélations polliniques d'un diagramme à l'autre. Bien que les quatre diagrammes polliniques soient quasiment identiques par leurs zones 1 et 2, les zones 3 permettent de distinguer le couple des diagrammes des lacs Pluvieux et à la Fourche de celui des diagrammes des lacs Ouellet et Boucané (fig. 2). Les deux premiers y montrent en effet des valeurs de *Pinus strobus*, d'*Abies balsamea*, de *Picea*, des Cupressaceae et du type *Carpinus-Ostrya* plus importantes que les deux derniers (voir les diagrammes, fig. 7 à 10).

La prise en considération des influx polliniques confirme l'opposition entre les diagrammes de la marge du plateau et ceux de l'arrière-pays (tabl. VII). Sauf pour le genre *Acer*, le rapport des influx polliniques totaux des divers taxons pour les diagrammes des lacs à la Fourche et Boucané, d'une part, et pour les diagrammes des lacs Pluvieux et Ouellet d'autre part vont dans le même sens. Parmi les taxons mieux représentés dans les sites de la marge du plateau, *Pinus strobus* et les Cupressaceae viennent au premier rang suivis de *Larix laricina*, *Abies balsamea*, *Picea*, *Fraxinus*, *Tsuga canadensis*, *Fagus grandifolia*. *Acer* présente des rapports opposés en raison de l'étendue des stations hydriques portant la sapinière à thuya et la cédrière tourbeuse, autour du lac Pluvieux, ce qui reporte les stations hébergeant *Acer saccharum* au-delà de la distance permettant une représentation pollinique satisfaisante de ce taxon faible producteur de pollen, à l'échelle du bassin versant de ce lac. Le même phénomène explique la persistance d'influx élevés d'*Abies balsamea* dans les zones polliniques 3b et 3c au lac Pluvieux (tabl. VII).

Les influx polliniques moyens des quatre lacs sont semblables, avoisinant les 9000 grains/cm<sup>2</sup>/an, sauf au lac Ouellet où ils sont près de 7000. Des études ont montré que les influx polliniques pouvaient varier beaucoup d'un lac à un autre (Davis *et al.*, 1973), et même à l'intérieur d'un même bassin (Davis et Brubaker, 1973; Davis et Ford, 1982; Davis *et al.*, 1984). Aussi, nos données ne doivent-elles pas être comparées trop étroitement entre elles, taxon par taxon. Elles livrent néanmoins des ordres de grandeur et des tendances utiles à l'interprétation des diagrammes polliniques en termes de variation de l'abondance réelle des taxons d'une zone pollinique à une autre, permettant éventuellement une correction de l'expression des courbes de pourcentages polliniques où les taxons varient nécessairement les uns en fonction des autres. On notera donc seulement, pour l'instant, que *Populus*, *Picea* et *Alnus crispa* présentent des taux d'accumulation pollinique maximums en zone 2b, durant l'afforestation du territoire.

## INTERPRÉTATION DES DIAGRAMMES

Les diagrammes polliniques des quatre lacs sont étonnamment semblables (fig. 7, 8, 9 et 10). En conséquence, les commentaires toucheront surtout les diagrammes des lacs Boucané et à la Fourche qui occupent les positions extrêmes du gradient physiographique régional selon un axe grossièrement orienté du sud au nord (fig. 2).

## HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION LOCALE

L'histoire de la végétation locale, lacustre et riveraine, est traduite par les courbes polliniques des taxons hors-total et celles de certains taxons des plantes herbacées, arbustifs et arborescents des diagrammes polliniques. Elle est grandement fonction de l'évolution géomorphologique des terrains périphériques traduite par le type de sédiment accumulé dans les bassins lacustres.

Durant la période représentée par les sédiments inorganiques, le couvert végétal riverain était nécessairement discontinu, épars, puisqu'il permettait l'apport de sable, de silt et d'argile malgré l'absence d'affluents bien canalisés. L'érosion des berges et des versants était alors maximale autour des lacs. Les diagrammes enregistrent néanmoins la présence de fougères (spores monolètes) et de sphaignes, de Cyperaceae et de Gramineae dès la zone 1a, le lac Boucané y présentant une plus grande richesse taxonomique que le lac à la Fourche et reflétant peut-être même l'existence des saules (*Salix*) et du bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*) (fig. 7 et 8). Les zones polliniques 1b et 1c traduisent pour leur part la densification de la végétation herbacée et arbustive sur les berges autour des lacs, bien qu'une partie du pollen puisse aussi provenir de sources sises plus loin sur les versants. Les apports clastiques y restent toutefois dominants.

Durant la période représentée par les sédiments organiques, la diversité et surtout l'abondance relative du pollen des plantes herbacées décroît et le cortège des plantes héliophytiques s'établit, traduisant la paludification et l'arrêt de l'érosion pelliculaire. Ces plantes sont *Isoetes*, *Callitriche*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Typha latifolia*, *Myriophyllum*, *Sparganium*, *Eriocaulon* et *Sagittaria* (tabl. III et fig. 7 à 10). Les sphaignes, les fougères (*Dryopteris*, *Osmunda cinnamomea*, *O. regalis*, autres fougères représentées par les spores monolètes et trilètes) et les lycopodes (*Lycopodium* type *selago*, *L.* type *annotinum*, *L. clavatum*) se développent ensuite, comme sans doute aussi le myrique baumier, le némpanthe mucroné et l'aulne rugueux (*Myrica gale*, *Nemopanthus mucronatus* et *Alnus rugosa*). Au lac à la Fourche, les Ericaceae s'épanouissent durant la zone 3c.

Dans les eaux mêmes des lacs, les algues chlorophylliennes planctoniques (*Pediastrum*), absentes ou presque de la zone 1a, atteignent leur abondance maximale dans la zone 1c puis régressent plus ou moins rapidement selon les espèces. Leur abondance est sans doute liée à la limpidité des eaux, après une phase initialement turbide (zone 1a) et à la richesse en nutriments pendant la phase d'accumulation sédimentaire inorganique. Même en tenant compte des concentrations de ces algues par rapport aux concentrations polliniques, elles demeurent mieux représentées en zone 1c que

par la suite, dans les sédiments organiques. Crisman (1978) note aussi une meilleure représentation des Chlorophycinées vers la fin du tardiglaciaire, au Minnesota, avant l'accumulation des sédiments franchement organiques. Les diatomées (Lortie et Richard, 1986, 1987) sont rares en zone 1a, traduisant des conditions oligotrophes d'eaux turbides peu profondes puis des conditions climatiques froides en zone pollinique 1b. Au lac Boucané, la concentration en diatomées augmente sensiblement en zone 1c, notamment les formes périphtiques alcaliphiles (assemblages à *Fragillaria* spp.). Ces formes persistent jusqu'à la zone 3b de la phase forestière au lac Ouellet en raison du caractère basique des roches environnantes. Ailleurs, elles sont remplacées par des espèces neutrophiles ou même acidophiles, notamment au lac à la Fourche.

Quant aux arbres, le mélèze (*Larix laricina*) devait être présent en ceinture plus ou moins continue autour des lacs durant la phase forestière (zones 3) et le cèdre (*Thuja occidentalis*, courbe pollinique des Cupressaceae) s'est grandement développé durant la période représentée par la zone 3c autour des lacs Pluvieux et à la Fourche, situés à la marge du plateau appalachien près des basses terres estuariennes. Les vastes cédrières tourbeuses et sapinières humides à thuya, qui caractérisent aujourd'hui cette région, se constituèrent donc sans doute à cette époque. La présence plus ou moins continue du pollen des Cupressaceae dans ces sites, durant toute la phase forestière, permet en outre de proposer l'hypothèse que ce fut par les basses terres que le cèdre a d'abord colonisé la région, avant de s'étendre progressivement à l'intérieur des terres. Pour ce qui est de l'épinette noire (*Picea mariana*), elle a sans doute participé à la végétation riveraine dès l'époque représentée par la zone 2b. Au lac à la Fourche et au lac Pluvieux, l'augmentation récente de sa représentation pollinique traduit son développement dans les tourbières des basses terres estuariennes. Elle a pu être présente près des lacs de l'arrière-pays, mais elle n'y a pas connu d'expansion récente, même régionalement.

Les données de l'analyse macrofossile au lac à la Fourche (tabl. V) appuient ce schéma général de développement de la végétation lacustre et riveraine déduit de l'analyse pollinique et l'enrichit grandement par la détermination taxonomique de plusieurs plantes.

Une seule pièce appartenant à *Sphagnum* occupe la zone 1a, confirmant le caractère dénudé des rives de l'époque correspondante. En zones 1b et 1c, ce sont les restes des algues (*Nitella/Chara*), des plantes aquatiques (*Myriophyllum*) et des mousses (*Scorpidium scorpidioides*) qui dominent, montrant une évolution parallèle à celle du phytoplancton (*Pediastrum*). Les restes de *Daphnia*, de trichoptères et de *Turbellaria* atteignent des concentrations maximales vers la fin de la zone 1b et en zone 1c, traduisant une productivité biologique importante dans les eaux claires et riches en nutriments.

Durant la phase d'accumulation des sédiments organiques, les algues et le myriophylle régressent au profit des hélrophytes, notamment *Najas flexilis*, *Nuphar* et *Potamogeton*, les deux derniers étant toutefois mieux représentés par leur pollen (fig. 8, taxons hors-total). Chez les animalcules, *Cristatella mucedo* et *Eunapius* sp. prennent le relais, ce qui traduit un développement des niveaux trophiques au sein des rives qu'ils

colonisent. La signification du pic de représentation de *Diffugia* (un thécamœbien tourbicole), à la charnière des zones 2b et 3a, pourrait refléter l'entourbement des rives. Il correspond au maximum d'*Eunapius* (une éponge d'eau douce), ce qui corrobore l'idée d'une multiplication des chaînons trophiques. La présence de *Potentilla palustris* et de *Ranunculus sceleratus* sur les rives boueuses est attestée dès la phase d'afforestation (zones 2a et 2b). La faible représentation généralisée des restes d'organismes aquatiques (plantes et animaux) dans la zone 2a reste pour nous énigmatique.

Le diagramme macrofossile (tabl. V) n'enregistre aucune présence de macrorestes d'arbres ou d'arbustes durant la période représentée par les zones polliniques 1a, 1b et 1c. Seules des plantes ligneuses basses et des herbes terricoles croissant près du lac sont représentées, les *Carex* sp. et *Lycopus* sp. pouvant être plus strictement riveraines.

Avec l'afforestation (zones 2), les pièces de *Picea mariana*, de *Betula papyrifera*, de *Betula glandulosa* et, plus tard, de *Populus* type *balsamifera* et de *Larix laricina* traduisent la présence de ces taxons tout près des rives. Sauf pour le mélèze (*Larix laricina*) qui produit des feuilles caduques en abondance, leur représentation macrofossile survient après leur maximum de représentation pollinique en pourcentages (tabl. IV et fig. 8 et 9). Ainsi, pour *Populus*, *Picea* et *Betula glandulosa*, leur abondance réelle près des rives paraît mieux traduite par les macrorestes que par les pourcentages polliniques. D'ailleurs, la prise en compte des concentrations polliniques atténuée grandement le contraste entre les zones 2a et 2b pour *Populus* et *Picea* au lac à la Fourche (fig. 8). C'est sans doute aussi le cas pour *Betula glandulosa* dont le pourcentage pollinique est maximal en zone 1c, mais pour des concentrations polliniques moindres qu'en zone 2a.

Le genre *Alnus* est peu représenté par ses macrorestes dans les sédiments du lac à la Fourche. En zone 2b, une bractée femelle pourrait représenter l'aulne crispé (*Alnus crispa*) durant la période de représentation maximale de ce taxon (tabl. IV), mais un doute subsiste quand à l'identification de l'espèce en cause. Pour *Alnus rugosa*, qui borde aujourd'hui les rives du lac, seules quelques pièces éparses traduisent sa présence durant les zones 3b et 3c. Cela confirme que les aulnaies riveraines sont mal représentées, tant par les macrorestes que par le pollen, du moins dans des carottes prélevées au centre des lacs ou loin des rives.

Les pièces de *Chamaedaphne calyculata* (synonyme: *Cassandra calyculata*), de *Picea mariana* et de *Thuja occidentalis* traduisent la paludification des rives et le développement des cédrières tourbeuses autour du lac durant la zone 3c. Quant à *Larix laricina*, la confrontation des courbes polliniques et macrofossiles tend à établir qu'il fut très abondant près du lac à la Fourche à la fin de l'afforestation et au début de la phase forestière, compte tenu de sa forte sous-représentation pollinique. Par la suite, ses populations ont dû croître plus en retrait des rives, trop loin pour qu'il soit bien représenté par ses macrorestes.

L'histoire de la végétation lacustre et riveraine dans les quatre sites étudiés traduit donc la colonisation progressive des divers habitats et le passage de conditions aquatiques initialement oligotrophes à des conditions eutrophes, puis dystro-

Lac Boucané, comté de Kamouraska  
 42°27'30"N, 69°27'12"W, altitude: 500 mètres  
 Analyse: SRAPM, 1979 et 1984

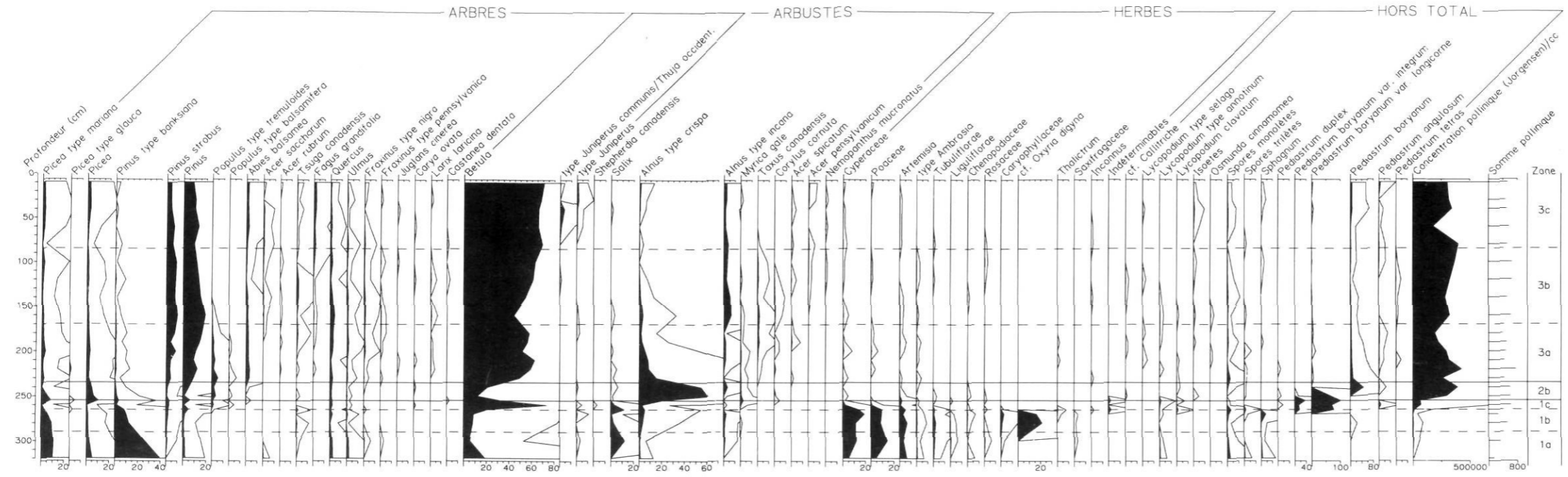


FIGURE 7. Diagramme pollinique du lac Boucané.  
 Lac Boucané pollen diagram.

Lac à la Fourche, comté de Rivière-du-Loup  
 47°58'30"N, 69°12'30"W, altitude: 160 mètres  
 Analyse: SRAPM, 1979, 1985

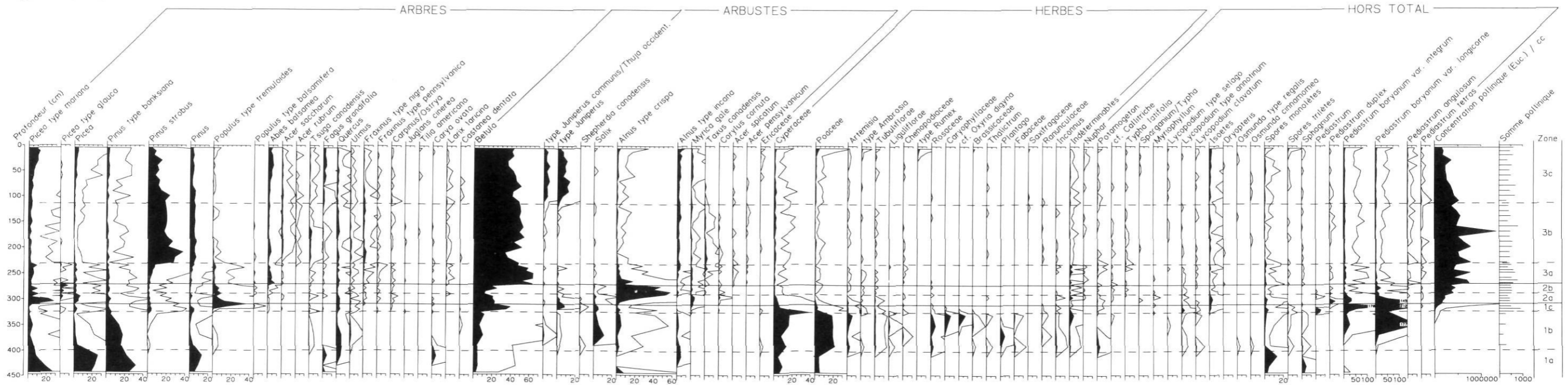


FIGURE 8. Diagramme pollinique du lac à la Fourche.  
 Lac à la Fourche pollen diagram.

Lac Pluvieux, comté de Rivière-du-Loup  
 47°50'40"N, 69°21'10", altitude: 180 mètres  
 Analyse: SRAPM, 1980

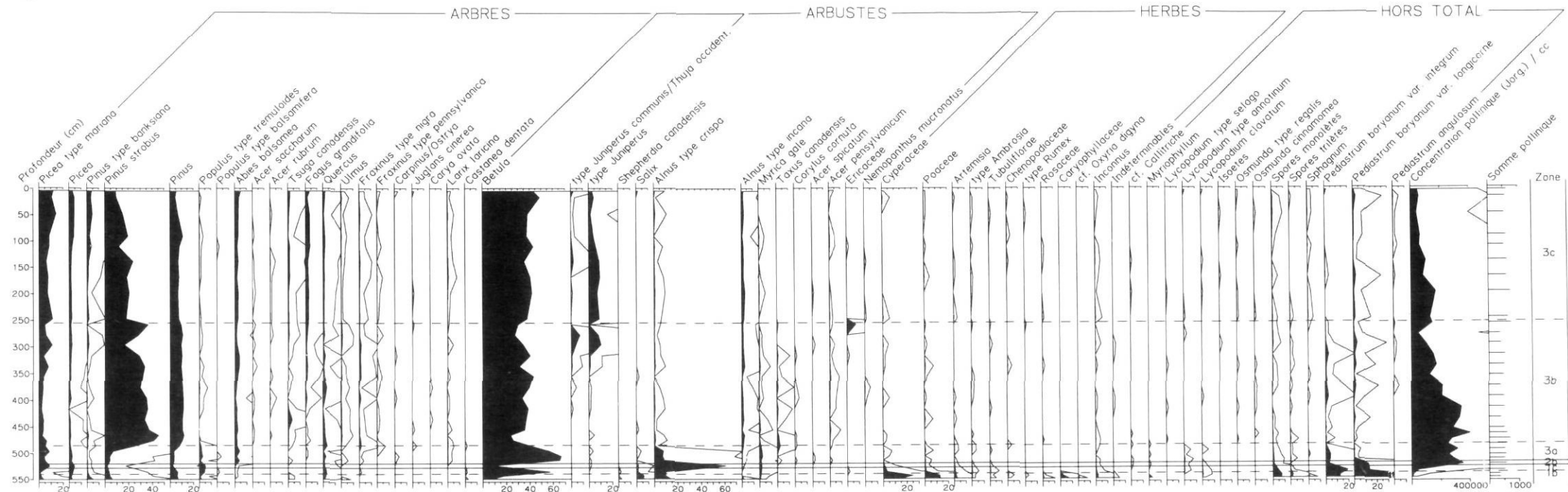


FIGURE 9. Diagramme pollinique du lac Pluvieux.  
 Lac Pluvieux pollen diagram.

Lac Ouellet, comté de Témiscouata  
 47°32'00"N, 68°56'40" W, altitude: 300 mètres  
 Analyse: SRAPM, 1979

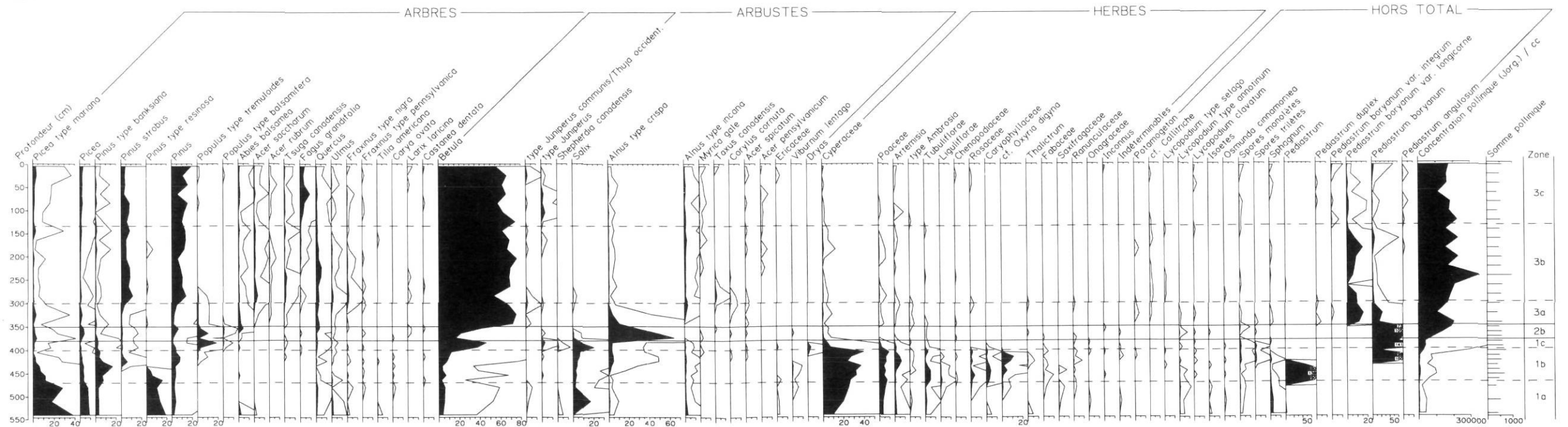


FIGURE 10. Diagramme pollinique du lac Ouellet.  
 Lac Ouellet pollen diagram.

pées liées à la paludification et à l'entourbement des rives. Bien qu'elle soit partielle, cette reconstitution permet d'aborder plus sûrement celle de la végétation occupant les versants autour des cuvettes lacustres.

#### HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION RÉGIONALE

La végétation régionale est définie comme celle occupant les terres fermes autour des divers bassins lacustres. Étant donné leur petite taille (tabl. I), il s'agit essentiellement d'un territoire couvrant quelques kilomètres autour de chacun des gisements. La représentation pollinique de la végétation régionale est fonction de la nature et de l'étendue de la végétation hygrophile entourant les lacs, qui peut différer grandement de celle des terres environnantes. C'est le cas actuellement au lac Pluvieux, où la cédrière tourbeuse abonde en périphérie.

Les zones polliniques 1a, 1b, 1c et 2 (tabl. IV) reflètent le passage d'une phase initiale de végétation non arboréenne ouverte, quasi désertique, à une phase d'afforestation où deux phénomènes doivent être distingués : l'arrivée des arbres d'une part et la densification de leur couverture sur le territoire d'autre part. Les étapes de la colonisation végétale non arboréenne sont généralement antérieures aux datations au radiocarbone disponibles.

Les concentrations polliniques sont très faibles dans les sédiments inorganiques de la zone 1a; les pourcentages élevés du pollen des arbres (*Pinus banksiana* surtout, au lac Boucané) sont conséquemment attribués à des apports éoliens lointains, dans un paysage presque dénudé. Il n'est toutefois pas exclu qu'une partie du pollen arboréen de cette zone provienne des dépôts meubles entourant les lacs et constitue ainsi un redépôt. Quoi qu'il en soit, les paysages correspondant aux spectres polliniques de la zone 1a étaient très ouverts. Quelques plantes, telles des Gramineae et des Cyperaceae, des fougères (spores monolètes), des saules (*Salix*), des Compositae, des Chenopodiaceae, des Rosaceae, des Caryophyllaceae s'étaient sans doute déjà implantées ici ou là, en touffes ou en bosquets, mais sans jamais former de couvertures végétales continues. Au lac Ouellet, la shepherdie du Canada (*Shepherdia canadensis*) et des Ericaceae étaient présentes, à côté des rares herbes. Toutefois, le caractère désertique du paysage correspondant à la zone pollinique 1a est attesté par l'absence des macrorestes de plantes terricoles au lac à la Fourche (tabl. V).

La zone 1b correspond à une extension des herbes, surtout, dans le paysage. Les taxons polliniques herbacés présents dans la zone 1a se multiplient et leur abondance croît, notamment pour les Cyperaceae et les Gramineae. Les Caryophyllaceae, les Saxifragaceae, *Dryas* sp. et *Oxyria digyna* font par ailleurs apparition ou atteignent leur représentation pollinique maximale dans cette zone. *Oxyria digyna* est particulièrement bien représentée aux lacs Boucané (fig. 7) et Ouellet (fig. 10), avec des maximums polliniques de 22 % et de 11 % respectivement. De tels pourcentages ne sont atteints aujourd'hui que dans des gisements du haut ou du moyen Arctique (Hyvärinen, 1985; Ritchie *et al.*, 1987). Le paysage végétal s'apparente donc à la toundra herbeuse, avec quelques saules et autres arbustes héliophiles épars. Rien dans les diagrammes n'indique la présence d'arbres dans la région, à cette époque, ce

que confirme le contenu macrofossile du lac à la Fourche: absence d'arbres, présence de *Dryas integrifolia*, de *Salix herbacea*, d'autres saules nains, de *Vaccinium uliginosum*, de *Cerastium* sp. (un genre de Caryophyllaceae), de *Potentilla* sp. (tabl. V).

La zone 1c représente une toundra arbustive à bouleaux nains (diamètre équatorial des grains de pollen autour de 20 $\mu$ ), largement dominants d'après les pourcentages atteints dans les spectres (40 à 75 %). La concentration pollinique augmente fortement dans des sédiments souvent devenus plus organiques (fig. 4), impliquant un couvert végétal plus dense sur les versants des bassins lacustres. Les concentrations polliniques montrent que les herbes telles les Gramineae ou les Compositae tubuliflorae sont restées abondantes par rapport à la phase précédente, sans doute surtout sur les berges, malgré l'arrivée massive des bouleaux arbustifs. À côté des bouleaux, les saules, l'aulne crispé (*Alnus* cf. *crispa*), la shepherdie du Canada (*Shepherdia canadensis*) et le myrique baumier (*Myrica gale*) se sont partagés l'espace. Une part du pollen des Cupressaceae peut être attribuable au genre *Juniperus* (Parent et Richard, 1990). Quant aux arbres, les données polliniques indiquent que seuls les peupliers (*Populus*) ont pu être présents à cette époque, compte tenu de leur sous-représentation pollinique notoire. Les macrorestes du lac à la Fourche montrent toutefois une absence de macrorestes d'arbres, d'arbustes ou d'autres plantes terricoles dans les sédiments de la zone 1c (tabl. V).

Selon les données chronologiques brutes du lac Ouellet, on pourrait croire que la toundra arbustive de la partie supérieure de la zone 1c y a couvert la période allant de 10 630 à 10 000 ans BP, soit plus de 600 années au radiocarbone. Les âges absolus sont toutefois sans doute erronés en raison d'un vieillissement dû aux carbonates, mais la durée en question est certainement de l'ordre de 500 ans <sup>14</sup>C. La durée représentée par les zones polliniques de la phase de végétation non arboréenne peut en effet être estimée pour chaque site à l'aide des concentrations polliniques enregistrées dans les sédiments inorganiques correspondants (tabl. VI). Il suffit de diviser les concentrations par des valeurs d'influx et d'appliquer les quotients obtenus à l'intervalle sédimentaire en question pour obtenir une estimation de la durée. L'hypothèse la plus prudente consiste à extrapoler, vers les horizons inorganiques de chaque carotte, les influx polliniques calculés pour les horizons organiques immédiatement sus-jacents. Ce procédé livre des durées minimales, puisqu'il est évident que les influx de la phase non arboréenne représentée par les horizons inorganiques ont dû être moindres que ceux de la phase d'afforestation. Ces durées vont de 88 à 1000 années au radiocarbone. Au lac Ouellet, affecté par les carbonates, la durée minimale est abaissée de 1000 à 667 ans au radiocarbone si on utilise le scénario des dates corrigées pour le probable vieillissement. Si on fixe les taux d'accumulation pollinique de la zone 1c (toundra arbustive), de la zone 1b (toundra herbacée) et de la zone 1a (désert) à des valeurs de 4000 à 5000, 1000 et 500 grains/cm<sup>2</sup>/an respectivement, des durées allant de 194 à 1247 années au radiocarbone seraient alors impliquées par les accumulations polliniques des sédiments inorganiques. Notons que ces dernières estimations constituent toujours des extrapolations très prudentes, car au nord du Québec, la toundra

TABLEAU V

Tableau macrofossile des sédiments du lac à la Fourche

Profondeur (cm)	12	22	32	42	57	72	92	107	122	137	152	167	182	212	217	222	227	232	237	242	
Zone pollinique	3c								3b								3a				
ARBRES																					
<i>Larix laricina</i>				1																2	
						1															
<i>Betula papyrifera</i>	1					1	1		1	1									1	6	
<i>Thuja occidentalis</i>	1																				
<i>Pinus strobus</i>			1				2						4								
							1			1				1							
	4	3	5	8	2	8	9	8	16	4	22	2	4	14	3	5		1			
<i>Abies balsamea</i>														1							
														1							
<i>Populus type balsamifera</i>																					
<i>Picea mariana</i>				1		1														1	
																			1	1	
ARBUSTES																					
<i>Alnus rugosa</i>						1			1						1						
<i>Chamaedaphne calyculata</i>		1			1				1												
<i>Betula glandulosa</i>																					
<i>Alnus crispa</i>																					
<i>Vaccinium uliginosum var. alpinum</i>																					
<i>Salix herbacea</i>																					
<i>Dryas integrifolia</i>																					
<i>Salix sp. (nain)</i>																					
HERBES																					
<i>Cerastium sp.</i>																					
<i>Carex sp. (2 côtés)</i>			1																		
<i>Carex sp. (3 côtés)</i>																					
<i>Potentilla sp.</i>																					
<i>Hypericum virginicum</i>																					
<i>Scirpus acutus / validus</i>	1																				
<i>Ranunculus sceleratus</i>																					
<i>Lycopus sp.</i>																				1	
<i>Potentilla type recta</i>																					
<i>Typha latifolia</i>																					
<i>Potentilla palustris</i>																					
<i>Najas flexilis</i>	1	1	2	8		3	1		1	1		2	2	1	1	1					
<i>Potamogeton type pusillus</i>				1																1	
<i>Nuphar variegatum</i>							1							1							
<i>Myriophyllum sp.</i>																					
<i>Chara / Nitella</i>	1					1				1											
AUTRES																					
<i>Scorpidium scorpioides</i>																					
<i>Drepanocladus sp.</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P										1	
Mousse																	1			1	
<i>Sphagnum sp.</i>				1																	
Trichoptère (case)																					
<i>Eunapius cf.</i>	1					2															
<i>Daphnia sp.</i>													2	1			1				
<i>Cristatella mucedo</i>																					
<i>Turbellaria (cocon)</i>																					
Trichoptère (tamis)																					
<i>Diffugia spp.</i>																					
Insecte (fragment d')																					
Periostracum																					
Inconnu																					
Bois (fragments)	P			P		P													P	P	
Charbons				P	P	P															
Sables									P	P	P		P	P		P					
Volume analysé (cc)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Concentration (n pièces / 100 cc)	16	13	21	27	22	30	25	17	32	16	41	6	11	29	11	9	3	4	3	25	





TABLEAU VI

Estimations de la durée représentée par les sédiments inorganiques de la base des diverses carottes

Âge des limites des zones polliniques	Durées des zones (années <sup>14</sup> C)	Bases de calcul (influx polliniques)	Durées extrapolées (années)	
			minimum	optimum
Lac à la Fourche:				
3c/3b: 3500 BP	zone 3c: 3500	zone 2a à 7000	340	
3b/3a: 6500 BP	zone 3b: 3000	zone 2a à 4000		595
3a/2b: 8100 BP	zone 3a: 1600	zone 1abc à 4000	112	
2b/2a: 9200 BP	zone 2b: 1100	zone 1c à 4000		99
		zone 1b à 1000		300
		zone 1a à 500		5
		Total:	452	999
Durée totale représentée au lac à la Fourche: 10 200 ans				
Lac Boucané:				
3c/3b: 3700 BP	zone 3c: 3700	zone 1abc à 10 000	169	
3b/3a: 6500 BP	zone 3b: 2800	zone 1c à 5000		107
3a/2b: 8400 BP	zone 3a: 1900	zone 1b à 1000		171
2b/1c: 9200 BP	zone 2b: 800	zone 1a à 500		201
		Total:	169	480
Durée totale représentée au lac Boucané: 9700 ans				
Lac Ouellet (avec date basale corrigée; voir texte):				
3c/3b: 3600 BP	zone 3c: 3600	zone 1ab à 1800	667	
3b/3a: 7500 BP	zone 3b: 3900	zone 1b à 1000		780
3a/2b: 8400 BP	zone 3a: 900	zone 1a à 500		467
2b/1c: 9200 BP	zone 2b: 800			
1c/1b: 9500 BP	zone 1c: 300			
		Total:	667	1247
Durée totale représentée au lac Ouellet: 10 750 ans				
Lac Pluvieux:				
3c/3b: 3500 BP	zone 3c: 3500	zone 1abc à 7000	88	
3b/3a: 7800 BP	zone 3b: 4300	zone 1c à 4000		112
3a/2b: 8900 BP	zone 3a: 1100	zone 1b à 1000		82
2b/1c: 9000 BP	zone 2b: 100			
		Total:	88	194
Durée totale représentée au lac Pluvieux: 9200 ans				

herbacée de l'Ungava produit des influx allant de 155 à 466 grains/cm<sup>2</sup>/an et la région correspondant à la limite septentrionale des arbres, des influx allant de 1520 à 3000 grains/cm<sup>2</sup>/an (Richard, 1981a). On peut donc admettre, en l'absence de datations directes, que la séquence des zones polliniques de la phase non arboréenne au Bas-Saint-Laurent s'est étendue sur plusieurs siècles, probablement sur de 500 à 1000 ans au lac à la Fourche, au lac Boucané et au lac Ouellet. Au lac Pluvieux (fig. 4 et 9), les zones polliniques sont comprimées dans des sédiments beaucoup plus grossiers, et une durée de quelques siècles seulement peut être déduite des données de concentration pollinique.

Les zones 2a et 2b, traduisent la phase d'afforestation du territoire, soit l'implantation définitive mais pas nécessairement dominante des arbres dans le paysage. Les datations au radio-carbone autorisent le calcul de durées approximatives pour ces zones polliniques (fig. 5, tabl. VI).

La zone 2a représente une modalité de l'afforestation déjà reconnue ailleurs au Québec, dans les basses Laurentides tri-fluviennes, québécoises et charlevoisiennes (Richard, 1977;

Labelle et Richard, 1981). Elle se manifeste dans les diagrammes polliniques de pourcentages par un pic manifeste de *Populus* (*Populus* cf. *tremuloides*) suivi d'un maximum de *Picea* cf. *mariana*. La succession des deux taxons est remarquable au lac à la Fourche (fig. 7). Cette modalité n'est représentée ailleurs dans nos sites qu'au lac Ouellet (fig. 10) par le pic de *Populus* (18 %), ce dernier n'y étant pas suivi par un développement de *Picea*. Au lac à la Fourche, elle traduit la multiplication puis la dominance des peupliers dans le paysage, suivi de leur remplacement progressif par l'épinette noire, essentiellement. Cela est très semblable à un remplacement successional, un stratège-K déplaçant un stratège-r (Harper, 1977). La durée de l'ensemble du phénomène est toutefois ici de l'ordre de 300 à 600 ans (tabl. VI), ce qui dépasse largement la durée de vie des peupliers et implique des conditions du milieu favorisant leur maintien dans le paysage, au détriment des épinettes. Au lac à la Fourche, les macrorestes (tabl. V) témoignent de la présence du bouleau blanc (*Betula papyrifera*) et de l'épinette noire (*Picea mariana*) dans les sédiments de la zone 2a, à côté du bouleau glanduleux (*B. glandulosa*).

Dans la zone 2b, c'est le pollen de l'aune crispé (*Alnus crispa*) qui domine. Les pourcentages de représentation pollinique qu'il y atteint dépassent largement toutes les valeurs enregistrées dans les spectres de surface des bassins lacustres du Québec-Labrador (Farley-Gill, 1980; Lamb, 1984; Mott, 1974; Richard, 1976, 1979, 1981a; Richard *et al.*, 1982). Il a certainement été abondant surtout sur les versants des collines environnantes. Dans le cas contraire, les influx d'*Alnus*

*cf. crispa* ne seraient sans doute pas si élevés (tabl. VII; comparer aux valeurs enregistrées pour *Alnus rugosa*, strictement riverain). Les pourcentages polliniques atteints par l'aune crispé impliquent que le couvert arborescent était très éparé à l'échelle régionale. D'ailleurs, les taux d'accumulation pollinique de la zone 2b sont de l'ordre de 3000 à 5000 grains/cm<sup>2</sup>/an si on exclut l'influx d'*Alnus crispa* (tabl. VII), ce qui correspond aux valeurs enregistrées actuellement en taïga

TABLEAU VII

Influx polliniques moyens des principaux taxons arborescents par zone pollinique

LACS DE LA MARGE DU PLATEAU						LACS DE L'ARRIÈRE - PAYS							
						rapport des influx totaux							
LAC A LA FOURCHE: influx moyen 9559 (4144 à 19712)						LAC BOUCANÉ: influx moyen 8968 (4176 à 13789)							
zone pollinique:	2b	3a	3b	moyenne du 3c diagramme		zone pollinique:	2b	3a	3b	moyenne du 3c diagramme			
<i>Populus</i>	416	191	54	11	108	0,9	<i>Populus</i>	326	236	3	0	124	
<i>Picea</i>	839	696	471	496	567	1,4	<i>Picea</i>	962	432	299	261	413	
<i>Alnus crispa</i>	3318	553	111	72	553	0,5	<i>Alnus crispa</i>	6448	694	136	44	1048	
<i>Abies balsamea</i>	46	303	255	190	218	1,5	<i>Abies balsamea</i>	21	241	107	113	146	
<i>Pinus</i>	332	836	4243	1214	2076	1,4	<i>Pinus</i>	713	1640	2362	1060	1530	
<i>Pinus strobus</i>	101	404	3251	842	1496	3,2	<i>Pinus strobus</i>	131	456	850	329	473	
<i>Betula</i>	1165	5136	6600	2777	4376	0,9	<i>Betula</i>	1910	5242	5416	4841	4773	
<i>Acer</i>	0	11	217	71	101	3,5	<i>Acer</i>	0	8	55	44	29	
<i>Tsuga canadensis</i>	6	29	181	43	84	1,9	<i>Tsuga canadensis</i>	16	32	102	25	45	
<i>Fagus</i>	3	14	55	118	62	1,1	<i>Fagus</i>	0	11	39	144	56	
<i>Quercus</i>	99	189	254	68	159	1,0	<i>Quercus</i>	186	185	216	64	157	
<i>Ulmus</i>	26	48	107	33	60	1,0	<i>Ulmus</i>	34	83	66	37	60	
<i>Fraxinus</i>	25	105	258	62	133	1,9	<i>Fraxinus</i>	10	78	125	36	69	
<i>Larix laricina</i>	10	40	44	21	31	1,9	<i>Larix laricina</i>	0	19	37	3	16	
Cupressaceae	26	23	36	707	262	6,6	Cupressaceae	10	3	8	122	40	
<i>Alnus rugosa</i>	50	137	359	190	221	1,0	<i>Alnus rugosa</i>	244	100	443	175	220	
<b>Ensemble des taxons</b>	<b>6724</b>	<b>8907</b>	<b>14015</b>	<b>6427</b>	<b>9559</b>		<b>Ensemble des taxons</b>	<b>11181</b>	<b>9284</b>	<b>9746</b>	<b>7082</b>	<b>8968</b>	
Zone 2b sans <i>A. crispa</i>	3406						Zone 2b sans <i>A. crispa</i>	4733					
LAC PLUVIEUX: influx moyen 9590 (2881 à 25055)						LAC OUELLET: influx moyen 6852 (1854 à 15091)							
zone pollinique:	2b	3a	3b	moyenne du 3c diagramme		zone pollinique:	1c	2b	3a	3b	moyenne du 3c diagramme		
<i>Populus</i>	397	109	29	8	48	0,5	<i>Populus</i>	222	428	82	9	7	91
<i>Picea</i>	1026	469	731	689	689	3,2	<i>Picea</i>	48	419	192	145	275	218
<i>Alnus crispa</i>	4759	360	76	38	279	0,6	<i>Alnus crispa</i>	68	2786	424	45	34	450
<i>Abies balsamea</i>	27	172	290	174	224	3,0	<i>Abies balsamea</i>	1	154	132	53	66	76
<i>Pinus</i>	342	778	6145	1606	3622	3,4	<i>Pinus</i>	126	477	368	1622	1244	1064
<i>Pinus strobus</i>	137	514	4635	1058	2665	7,3	<i>Pinus strobus</i>	29	98	106	649	356	363
<i>Betula</i>	670	3377	4657	2404	3568	0,8	<i>Betula</i>	788	1936	4709	5784	4136	4206
<i>Acer</i>	0	0	35	16	22	0,3	<i>Acer</i>	0	0	41	156	57	77
<i>Tsuga canadensis</i>	0	10	121	68	82	1,6	<i>Tsuga canadensis</i>	5	2	28	97	40	51
<i>Fagus</i>	0	6	91	159	98	1,1	<i>Fagus</i>	1	4	3	40	246	90
<i>Quercus</i>	96	88	182	77	130	0,8	<i>Quercus</i>	29	149	192	261	73	160
<i>Ulmus</i>	0	18	88	16	50	1,5	<i>Ulmus</i>	9	22	42	54	21	34
<i>Fraxinus</i>	0	50	125	54	86	2,4	<i>Fraxinus</i>	3	14	32	64	22	35
<i>Larix laricina</i>	0	23	18	22	19	2,5	<i>Larix laricina</i>	0	20	0	9	7	8
Cupressaceae	14	9	179	453	239	5,6	Cupressaceae	39	8	46	16	88	43
<i>Alnus rugosa</i>	14	36	196	115	138	1,8	<i>Alnus rugosa</i>	17	0	89	116	84	79
<b>Ensemble des taxons</b>	<b>7794</b>	<b>5794</b>	<b>13389</b>	<b>5989</b>	<b>9590</b>		<b>Ensemble des taxons</b>	<b>1877</b>	<b>6574</b>	<b>6547</b>	<b>8621</b>	<b>6503</b>	<b>6852</b>
Zone 2b sans <i>A. crispa</i>	3035						Zone 2b sans <i>A. crispa</i>	3788					

(Richard, 1981a). *Populus* type *tremuloides*, *Populus* cf. *balsamifera*, *Picea* cf. *mariana* et même *Abies balsamea* et *Betula* type *papyrifera* étaient toutefois déjà présents dans la région à cette époque, si on en juge par leurs pourcentages et leurs influx polliniques atteignant ou dépassant les valeurs modernes, du moins dans la partie supérieure de cette zone pollinique. Les macrorestes (tabl. V) confirment la présence du bouleau blanc, du peuplier baumier, du mélèze et de l'épinette noire près des rives du lac à la Fourche, durant la période représentée par la zone pollinique 2b.

Le paysage végétal correspondant aux spectres polliniques des zones 2a et 2b s'apparentait physionomiquement sans doute à une toundra forestière (d'après la représentation d'*Alnus crispa* selon Lamb, 1980) ou à une taïga avec des peuplements arborescents certes ouverts, mais aussi plus riches et plus diversifiés que ceux que l'on retrouve de nos jours dans ces formations végétales nordiques. Les arbres se sont implantés dans la région vers 9500-9200 BP et le paysage de forêt ouverte s'est maintenu durant 800 à 1100 ans, jusque vers 8000 ans BP.

Les zones polliniques 3a à 3c reflètent pour leur part l'existence d'une couverture forestière fermée partout où c'était possible durant l'Holocène moyen et l'Holocène supérieur.

Avec la zone 3a, vers 8000 BP, la forêt prend définitivement possession des paysages. Le pollen de l'aulne crispé régresse au profit de celui des bouleaux arborescents, sans doute *Betula papyrifera* et *Betula alleghaniensis*, ce dernier ayant toutefois pris une plus grande part de la sylve plus tardivement, d'après l'allure des courbes de distribution du diamètre des grains de pollen de bouleau. À côté des bouleaux polliniquement sur-représentés, le sapin baumier (*Abies balsamea*), les épinettes (*Picea mariana*, *Picea rubens*?) et le mélèze laricin (*Larix laricina*) abondaient, avec peut-être déjà des chênes (*Quercus*), l'orme d'Amérique (*Ulmus* cf. *americana*) et le frêne noir (*Fraxinus nigra*). Les peupliers (surtout *Populus tremuloides*), dont la représentation pollinique était maximale dans les zones 2a et 2b, restent assez abondants dans les paysages de la zone 3a si on en juge par leurs influx (tabl. VII) et par le caractère continu de leur courbe pollinique, compte tenu de la sous-représentation notoire du genre (Comtois et Payette, 1984; Mott, 1978; Ritchie, 1987). Au lac à la Fourche, le diagramme macrofossile (tabl. V) confirme l'abondance du bouleau blanc et du mélèze, la persistance de l'épinette et la présence du sapin baumier, à proximité des rives.

La zone 3b a connu l'immigration du pin blanc (*Pinus strobus*) vers 7000 ans BP (6500 à 7500 ans BP). Les données macrofossiles illustrent très clairement le phénomène (tabl. V). Dans la région des lacs Pluvieux et à la Fourche, cette essence fut plus abondante que dans les environs des lacs Boucané et Ouellet, comme l'indiquent les pourcentages (fig. 7 et 8) et les influx polliniques (tabl. VII). La présence de l'érable à sucre (*Acer saccharum*) dans le paysage est traduite par le caractère continu de sa courbe pollinique, les valeurs restant assez faibles. Le genre *Betula* est représenté dans cette zone pollinique par des grains de pollen à grand diamètre équatorial, ce qui permet de croire que c'était surtout le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) qui dominait alors. Malheureusement, aucun macroreste de cette essence ne fut trouvé dans les sédi-

ments du lac à la Fourche. Parmi les autres taxons représentés sur les diagrammes polliniques, les chênes (*Quercus* cf. *rubra*?), le frêne noir (*Fraxinus* cf. *nigra*) et l'if du Canada (*Taxus canadensis*) ont été plus abondants, durant la fin de la zone 3a et le début de la zone 3b, qu'ils ne le furent ultérieurement au cours de l'Holocène. Enfin, il est remarquable que la courbe pollinique de *Tsuga canadensis* s'abaisse vers 4800 ans BP dans tous les sites, en même temps que dans l'ensemble de l'Est de l'Amérique du Nord (Davis, 1981), bien que les pourcentages atteints préalablement par la pruche soient très faibles (2 à 5 %). Ces pourcentages correspondent à des influx maximaux de l'ordre de 500 à 869 grains/cm<sup>2</sup>/an aux lacs Pluvieux et à la Fourche, et de l'ordre de 200 à 350 aux lacs Ouellet et Boucané. Comparées aux valeurs de 10 % enregistrées au lac Chase (R. B. Davis et Kuhns, communication personnelle à Ritchie, 1987, p. 122) et à l'Upper South Branch Pond (Anderson et al., 1986) dans le Maine (fig. 1) où des macrorestes de pruche sont présents en grand nombre dans les sédiments, nos données nous portent à conclure que la pruche fut essentiellement absente des sites de l'arrière-pays et qu'elle ne fut jamais abondante dans les sites de la marge du plateau appalachien, même entre 7000 et 5000 BP.

La zone 3c, débutant vers 3600 BP, voit le développement du hêtre (*Fagus grandifolia*) et des Cupressaceae, probablement le thuya de l'Est (*Thuja occidentalis*; Parent et Richard, 1990). Ce développement est attesté par les pourcentages (fig. 7 à 10) et par les influx polliniques (tabl. VII). Le thuya se serait toutefois implanté surtout à la marge du plateau appalachien, là où les stations humides sont beaucoup plus largement réparties. Les vastes cédrières tourbeuses et sapinières humides à thuya des basses terres estuariennes dateraient donc de cette époque. Dans cette zone pollinique, les pourcentages des pins décroissent au profit du sapin et des épinettes. Les données d'influx (tabl. VII) montrent toutefois que les populations de *Picea mariana* et d'*Abies balsamea* sont restées plus ou moins stables ou ont diminué dans l'ensemble de la région. C'est donc essentiellement la chute des apports polliniques des pins qui a commandé l'augmentation de leur représentation pollinique par le jeu des pourcentages. Enfin, les défrichements récents ne sont pas enregistrés dans ces diagrammes, même dans ceux de la marge du plateau où l'agriculture, répandue, atteint presque les lacs échantillonnés.

Les zones polliniques 3a à 3c traduisent somme toute assez peu de changements dans le couvert végétal durant l'Holocène moyen et supérieur. En effet, les diagrammes polliniques de pourcentages (fig. 7 à 10) ne montrent pas de remplacements nets dans les courbes des divers taxons, sauf pour *Betula* et *Pinus*, et encore, ces remplacements sont peu marqués par rapport aux diagrammes du Québec méridional (Mott, 1977; Richard, 1977). On peut donc présumer que les paysages furent assez semblables aux paysages actuels durant l'Holocène moyen et l'Holocène supérieur, aux défrichements près. Les stations mésiques étaient sans doute occupées par l'érable à bouleau jaune et, sur les bas versants, par la sapinière à bouleau jaune, constituant ainsi une mosaïque climacique semblable à celle décrite par Blouin et Grandtner (1971; voir aussi l'introduction). Les valeurs d'influx (tabl. VII) permettent toutefois de mettre en lumière des changements notables dans

la taille de certaines populations arborescentes au sein de la zone pollinique 3, changements à peine perceptibles dans les courbes des pourcentages polliniques. Par exemple, durant la zone 3b, le pin blanc était plus abondant partout, mais beaucoup plus à la marge du plateau et dans les basses terres que dans l'arrière-pays. Quant à la période représentée par la zone 3a, elle a connu d'une part le développement du hêtre au sein des érablières et d'autre part l'extension des cédrières et des sapinières humides à thuya dans les basses terres et à la marge nord du plateau appalachien.

## DISCUSSION

### CHRONOLOGIE INITIALE ET IMPLICATIONS PALÉOCLIMATIQUES

Seul le lac à la Fourche, situé à une altitude des 160 mètres, pourrait avoir été occupé par la Mer de Goldthwait dont la limite aurait atteint 170 m dans la région, selon Locat (1977). Toutefois, l'étude des diatomées ne rend compte que de la présence d'espèces d'eau douce dans les sédiments inorganiques qui ont pu être obtenus dans ce lac, ce qui corrobore l'opinion de Dionne (1990) quant à la limite marine qu'il situe vers 135 m d'après l'altitude des plus hautes plages soulevées.

Les données chronologiques obtenues n'éclaircissent en rien ni l'âge ni le sens de la déglaciation régionale. Si la région fut effectivement libérée des glaces entre 13 000 et 12 000 ans BP (Dyke et Prest, 1987), nos données chronologiques indiquent qu'un délai de deux à trois mille ans s'est établi avant l'accumulation des premiers sédiments organiques datables dans les lacs étudiés. Avant 9200-10 500 BP, la matière organique est trop rare et diffuse dans les sédiments pour permettre leur datation par la méthode usuelle. Un tel délai dépasse largement le délai de 200 à 500 ans qui s'applique aux sédiments du type des nôtres (le lac Pluvieux excepté), d'après la grille d'analyse des données proposée par King (1985). L'hypothèse voulant que ce délai puisse être imputé à la fonte tardive de culots de glace morte occupant les bassins lacustres doit être rejetée, les données polliniques ou sédimentologiques ne présentant aucun indice d'une quelconque anomalie (Richard *et al.*, 1989, Florin et Wright, 1969). La question de la signification de ce délai se pose d'autant plus que les sédiments inorganiques accumulés dans les lacs à la Fourche, Boucané et Ouellet montrent des séquences polliniques très détaillées, très contrastées durant la phase initiale de végétation non arboréenne, séquences impliquant une certaine durée. Cette durée peut comprendre de 500 à 1250 années au radiocarbone, d'après nos estimations très prudentes fondées sur les concentrations polliniques enregistrées dans les couches inorganiques et faisant appel aux données d'influx pollinique actuel des formations végétales correspondant à celles représentées dans ces couches (tabl. VI).

L'ajout de telles durées à nos données chronologiques (tabl. II et VI) ne suffit toutefois pas à combler l'écart entre les plus vieux âges au radiocarbone et l'âge présumé de la déglaciation régionale selon Dyke et Prest (1987). L'âge de la déglaciation régionale pourrait donc être plus jeune que l'on croyait, impliquant peut-être le maintien de masses de glace résiduelle importantes, mais même ainsi, il reste une lacune de plus de

1000 ans à combler. Cette lacune pourrait être imputable à la position fortement enclavée, puis coincée du secteur étudié durant le retrait des glaces laurentiennes et appalachiennes, entraînant ainsi des conditions climatiques très rigoureuses inhibant la colonisation végétale des terres et l'accumulation organique dans les lacs. Les seules données chronologiques tendent donc à montrer que les conditions sont restées très rigoureuses jusque vers 9200 ans BP environ, dans la région étudiée, ce que corrobore l'étude des Diatomées (Lortie et Richard, 1986).

Le délai entre la déglaciation, estimée à au moins 12 000 BP (Dyke et Prest, 1987) et l'arrivée relativement synchrone des arbres peu avant 9200 ans BP pourrait toutefois être attribuable à la distance des refuges et à la disponibilité des voies de migration d'une part, plutôt que mis au compte d'un climat encore trop rigoureux pour l'implantation des arbres (Labelle et Richard, 1984; Richard et Labelle, 1989). Or, rien n'indique que des lambeaux de glace appalachienne aient constitué des barrières phytogéographiques en Côte-du-Sud ou dans le Maine après 11 000 ans BP. Les essences boréales étaient en effet présentes dans l'ouest de la Côte-du-Sud vers 11 000 ans BP (Mott, 1977) et dans le centre-nord du Maine vers 10 500 ans BP (Anderson *et al.*, 1986), à 150 km environ au sud de notre région. Ce sont donc sans doute les rigueurs du climat qui ont dû freiner l'implantation des arbres au Bas-Saint-Laurent, autorisant l'existence et l'épanouissement de phases de végétation quasi désertiques d'abord, puis herbacées, et enfin arbustives, assimilables à divers types de toundras (Richard, 1981b). L'immaturation des sols aurait pu aussi jouer un rôle, mais elle n'aurait pu freiner l'implantation des essences pionnières telles les peupliers, le mélèze ou même le bouleau blanc. Ainsi, l'arrivée des arbres vers 9200 ans BP traduit-elle probablement une amélioration climatique importante à l'échelle régionale. Cette amélioration climatique n'a toutefois pas résulté en une conquête massive du territoire par la forêt, puisqu'elles sont restées ouvertes jusque vers 8000 ans BP.

### LA ZONE À *ALNUS CRISPA*

La longue durée de la phase d'afforestation et le développement même des populations de l'aune crispé après l'arrivée des arbres posent un problème intéressant, déjà abordé par Labelle et Richard (1984) et Richard et Labelle (1989). En effet, quelles conditions ont-elles permis à un arbuste, actuellement inapte dans la région à rivaliser avec les arbres pour la dominance du couvert végétal, de se développer pendant plus de 800 ans et ce, en présence d'arbres reconnus pour leur excellente adaptation à envahir les milieux qui leur sont offerts?

La réponse réside sans doute dans la persistance d'un climat froid entre 9500-10 000 ans BP et 8000 ans BP. Durant cette période, les taux d'accumulation pollinique arboréens au Bas-Saint-Laurent sont près de deux fois moindres que ceux qui caractérisent la forêt fermée subséquente. De tels influx polliniques et les spectres correspondants trouvent leur contrepartie actuelle dans ceux enregistrés dans la zone de la toundra forestière dans le sud de l'Ungava. Ils impliquent donc par analogie un climat semblable, très froid et à faible pluviosité. Une forêt maintenue ouverte par des conditions climatiques froides favoriserait le développement de l'aune crispé

et sa représentation pollinique. Cette hypothèse avait été envisagée par Richard et Poulin (1976) pour les données du lac Mimi, au mont des Éboulements.

La réponse pourrait aussi résider dans l'action des feux qui auraient tenu en échec le développement des populations arborescentes au profit de celles de l'aulne crispé, favorisant sa représentation pollinique relative. En effet, les charbons de bois microscopiques trouvés dans les sédiments sont plus abondants durant la phase d'afforestation qu'avant et après cette phase (fig. 6), traduisant une plus grande fréquence ou intensité des feux à l'Holocène inférieur. Entre 10 000 et 8000 ans avant l'actuel, la relative proximité du front de l'inlandsis par rapport à la région du Bas-Saint-Laurent autorise à croire que cette région fut alors soumise à l'influence de vents catabatiques (donc secs) orientés du nord-est au sud-ouest, provenant de la masse de glace sise au nord. Cette dernière interprétation est renforcée par l'existence à la même époque de dunes mises en place par de tels vents, au sud-ouest de la ville de Québec (Filion, 1987), donc en aval de notre région. Par ailleurs, les contrastes saisonniers marqués de la radiation solaire incidente prévus par la théorie de Milankovitch, aux moyennes latitudes de l'hémisphère nord durant l'Holocène inférieur (Kutzbach et Guetter, 1986), bien qu'elles permettent d'envisager l'existence de conditions climatiques estivales présentant une plus forte évapotranspiration, favorisant les incendies, sont peu compatibles avec l'existence de conditions froides pour la même période, dans la région à l'étude.

Ainsi, ce seraient des conditions climatiques estivales particulièrement froides, liées à la proximité de l'inlandsis et propres à l'Holocène inférieur qui seraient la cause de l'afforestation lente de la région, entraînant une formidable représentation pollinique de l'aulne crispé comme dans la région du mont Albert en Gaspésie (fig. 1). Toutefois, dans la région de Mont-Saint-Pierre, seule la vallée a connu une persistance notable de l'aulne crispé, le plateau s'étant couvert de forêts fermées dès 9000 BP. Dans la vallée, la proximité des talus d'éboulis suffit à expliquer la persistance de l'aulne sur les versants (Labelle et Richard, 1984). Il apparaît donc que les manifestations locales des conditions climatiques régionales aient permis à la végétation de réagir à des rythmes différents, notamment en raison des conditions physiographiques variées qui caractérisent la Gaspésie et ce, sur de courtes distances.

L'interprétation paléoclimatique de nos données soutient l'hypothèse selon laquelle les périodes d'apports importants d'eau de fonte de l'inlandsis auraient causé des refroidissements du climat dans la partie septentrionale du bassin hydrographique des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Lewis et Anderson, 1989). Le refroidissement correspondant à la phase de Mattawa de l'histoire postglaciaire des Grands Lacs, entre 9600 et 8300 ans BP, aurait maintenu une forêt dominée par *Picea* jusque vers 8000 ans BP dans la région au nord des Grands Lacs, mais il se serait aussi fait sentir dans le golfe du Saint-Laurent, ralentissant l'invasion par *Pinus* des forêts dominées par *Picea* et *Betula* sur l'île du Prince Édouard et l'île du Cap Breton jusque vers 8600-8000 ans BP. Dans certains sites, une transition nette entre la toundra et la forêt survient à cette même époque, attribuée à l'amélioration climatique résultant de l'arrêt des apports d'eaux froides liées au drainage

des eaux de fonte (Lewis et al., 1988). Les délais mis au jour dans l'accumulation des sédiments organiques lacustres et dans l'afforestation des paysages après la déglaciation au Bas-Saint-Laurent pourraient constituer une manifestation additionnelle de l'influence du même phénomène. De nombreux indices témoignent donc maintenant en faveur d'un tel refroidissement du climat dans les régions bordant le système de drainage de l'inlandsis avant 8000 ans BP.

#### COMPARAISON AVEC LES RÉGIONS VOISINES

Au nord-est, en Gaspésie (fig. 1), les diagrammes de la région de Mont-Saint-Pierre (Labelle et Richard, 1984), du lac Côté dans les monts McGerrigle (Labelle et Richard, 1981), du lac du Diable au mont Albert (Richard et Labelle, 1989), et du parc de Forillon (données inédites) montrent aussi que l'Holocène inférieur y est marqué, comme dans notre région, par une zone où le pollen d'*Alnus* cf. *crispa* atteint régulièrement 60 à 75 %. Au lac Turcotte, sur le plateau derrière Mont-Saint-Pierre et au lac du Diable, aux flancs du mont Albert, le pic du pollen de l'aulne culmine vers 9500 BP et succède aussi à celui de *Picea*, comme au lac à la Fourche. La présence des arbres est toutefois attestée par les macrorestes depuis 10 600 à 10 300 ans BP, près de 1000 ans avant le Bas-Saint-Laurent.

Au sud-ouest, en Côte-du-Sud (fig. 1), les diagrammes polliniques du Petit lac Terrien et du lac Colin (Mott, 1977) montrent clairement l'existence d'une très nette zone d'afforestation à *Picea* entre 11 200 et 10 100 ans BP, traduisant le déploiement d'un domaine semblable à celui de la pessière ouverte à épinette noire entre une phase initiale toundrique bien individualisée souvent par plusieurs stades, et un domaine de sapinières. Seul le diagramme du lac à la Fourche, dans notre région, s'y apparente sous cet aspect. Par ailleurs, le pic d'*Alnus* cf. *crispa*, omniprésent en Gaspésie et dans notre région, n'apparaît que dans les diagrammes les plus orientaux des six sites étudiés par Mott (1977). Dans le diagramme du lac Colin, le maximum (57 %) de la courbe d'*Alnus* cf. *crispa* (9300-9000 BP) se situe entre celui de *Picea* (38 %) et celui d'*Abies* (6 %), comme au lac à la Fourche. Les influx y restent alors faibles; leur augmentation, qui traduit un couvert forestier plus dense, ne survient que dans la zone pollinique à *Abies* (zone 6 de Mott, 1977), après le maximum de l'aulne crispé qui décroît jusque vers 8300 BP. Ailleurs, de modestes pourcentages polliniques d'aulne (5-15 %) accompagnent les zones à herbes ou à *Abies*.

Au sud de notre région, dans le nord du Maine (fig. 1), des études pollenanalytiques et macrofossiles détaillées des sédiments du lac Chase (R. B. Davis et Kuhns, communication personnelle à Ritchie, 1987, p. 122) et de l'Upper South Branch Pond (Anderson et al., 1986) révèlent l'existence de paysages de toundra herbacée et ligneuse basse, avant 10 500 ans BP, mais sans différenciation des assemblages polliniques non arboréens en séquences nettes, contrairement à notre région. Par la suite, plusieurs essences forestières (*Picea*, *Abies*, *Larix*, *Betula papyrifera*) s'établissent simultanément vers 10 500 ans BP au lac Chase, mais plus progressivement de 10 500 jusque vers 9700 ans BP à l'Upper South Branch Pond (USBP). Dans les deux sites, l'afforestation paraît rapide et, surtout, elle n'y est pas marquée par un maximum pollinique d'*Alnus crispa* qui atteint à peine 10 %. Cette espèce est

toutefois présente (macrorestes) dans les horizons toundriques et d'afforestation de l'USBP. Par ailleurs, *Abies balsamea* est présent dès 9700 ans BP à l'USBP (macrorestes) et son pollen avoisine 10 %, ce qui traduit l'extension des sapinières dans le paysage dès le début de l'Holocène. Enfin, on note un maximum de charbons de bois au début de l'Holocène (entre 9800 et 7500 BP), une autre de 4300 à 3300 BP, et des valeurs plus ou moins régulièrement élevées depuis 2600 BP jusqu'à l'actuel, alors que les valeurs sont maximales.

Au sud-est, dans le nord du Nouveau-Brunswick (fig. 1), les sédiments des lacs Teagues (données inédites, communication personnelle de Robert J. Mott) et Roulston (Mott *et al.*, 1986) pour lesquels les diagrammes polliniques de la base seulement ont été dressés, montrent un léger pic pollinique d'*Alnus crispa* (< 30 %) vers 9500 BP, survenant après le maximum de *Picea*, comme au lac à la Fourche. Dans la région proche du lac Témiscouata, la stratigraphie pollinique initiale des sédiments des lacs Unique et Beazley (fig. 1) est en tout point semblable à celle enregistrée dans nos sites, sauf pour la représentation de l'aune crispé qui n'atteint que 20-25 % (communication personnelle de Robert J. Mott).

L'examen des diagrammes polliniques des régions voisines met donc en relief l'existence d'une province palynostratigraphique attribuable à *Alnus crispa*, dont le pic pollinique survient vers 9500 à 9000 ans BP et qui reste bien représenté, souvent jusque vers 8000 ans BP. La limite méridionale de cette province se situe le long de la frontière du Maine et du Nouveau-Brunswick, et sa limite occidentale s'établit en Côte-du-Sud. Cette province palynostratigraphique s'étend aussi à la marge méridionale du Bouclier canadien, à l'est de Québec (Mott, 1976; Richard et Poulin, 1976), mais son étude dans cette région ou plus à l'est n'est pas notre propos. Cette province palynostratigraphique permet d'attribuer aux territoires correspondants des conditions paléogéographiques communes présidant à une lente afforestation des terres vraisemblablement sous l'influence des conditions climatiques froides et des feux inhibant la fermeture du couvert forestier. En outre, c'est dans la région du Bas-Saint-Laurent que l'arrivée des arbres paraît la plus tardive, vers 9500-9200 ans BP, mettant ainsi en relief l'existence d'une région particulièrement affectée par la persistance du froid.

La région du Bas-Saint-Laurent occidental, durant la phase forestière, a toujours constitué une zone de transition entre les domaines de végétation tempérée nordique d'une part, et de végétation boréale d'autre part, respectivement caractérisées par les érablières à bouleau jaune et les sapinières à bouleau blanc aux extrémités du spectre des communautés végétales zonales appalachiennes.

Au sud-ouest, la déglaciation fut suivie vers 11 000 ans BP par des vagues successives de migration ou d'accroissement de l'abondance de l'épinette et du sapin, après une phase initiale de végétation non forestière. Durant l'Holocène, la proportion des diverses essences a connu d'importantes variations, notamment lors de l'immigration du pin blanc, de la pruche et du hêtre. Les séquences polliniques sont régulières, omniprésentes, nettes, contrastées. Au nord-est, la phase initiale non arboréenne fut suivie par une lente afforestation des essences boréales avant et durant une période dominée par

l'aune crispé. Au cours de l'Holocène en Gaspésie, l'arrivée du pin blanc et de l'érule à sucre fut progressive et le développement ultérieur de ces essences peu marqué, sauf pour l'érule à sucre depuis 4000 ans dans la vallée même de Mont-Saint-Pierre. Le hêtre a connu semble-t-il la même évolution, à l'ouest du Bas-Saint-Laurent, sans jamais atteindre la Gaspésie septentrionale.

Par ailleurs, il semble que la pruche ait été présente dans les basses terres et à la marge du plateau appalachien entre 7000 et 5000 ans BP, mais qu'elle ait été rare ou absente de la région par la suite, comme la plupart des autres essences thermophiles (ostryer, noyer, tilleul). Le chêne rouge a pu aussi être plus abondant à l'Holocène inférieur. Il est actuellement présent à Forillon, à l'extrémité de la péninsule gaspésienne. Les essences thermophiles présentes actuellement dans la région ont néanmoins connu une période de plus grande abondance que de nos jours durant l'Holocène, traduisant peut-être l'Optimum climatique. Les données d'influx maximal d'*Acer*, de *Tsuga canadensis*, d'*Ulmus* et de *Fraxinus* en zone 3b (tabl. VII), de 7000 à 3500 ans avant l'actuel, autorisent cette conclusion malgré les pourcentages polliniques relativement stables des taxons. Aussi, la formidable sur-représentation pollinique des *Betula* arborescents, notamment celle de *Betula papyrifera*, peut-elle à juste titre être invoquée pour avoir masqué les variations dans l'abondance des autres essences au cours de l'Holocène. Toutefois, les influx polliniques montrent que ces variations furent d'assez grande ampleur, modifiant sans doute la structure et la composition arboréenne d'ensemble des paysages.

Bien que des essences comme l'érule à sucre ou le chêne rouge présentent des stations jusqu'en Gaspésie septentrionale, la flore forestière manifeste actuellement un appauvrissement marqué entre le sud-ouest de la Côte-du-Sud et la Gaspésie, au sein de la région du Bas-Saint-Laurent. Le territoire étudié se situe dans le secteur ouest de cette dernière région. Les présentes données pollenanalytiques conduisent à croire que les conditions du milieu, notamment les conditions climatiques, ont toujours été défavorables à l'établissement d'une flore tempérée semblable à celle qui caractérise aujourd'hui la Laurentie orientale, l'Estrie et la Beauce.

## CONCLUSION

Cette étude met en relief la nécessité impérieuse de poursuivre l'exploration pollenanalytique de régions nouvelles ou mal connues et ce, dans une optique paléophytogéographique. En effet, la géographie et la chronologie des assemblages polliniques sont loin d'être connues avec le degré de détail souhaitable. Elle montre aussi l'intérêt de réunir analyse macrofossile et analyse pollinique et, pour le milieu lacustre, analyse des diatomées. Les reconstitutions de la végétation et du milieu en sont d'autant améliorées.

À la lumière des données polliniques, notre étude montre que l'ouest du Bas-Saint-Laurent a subi des conditions climatiques initialement très rigoureuses après la déglaciation, conditions inhibant l'accumulation de sédiments organiques datables dans les lacs étudiés et ce, jusque vers 9500-9200 ans BP. La sédimentation organique aurait ainsi connu un délai de 1000 à 2000 ans par rapport aux régions

voisines, délai durant lequel divers types de végétation semblables à la toundra se sont développés remarquablement nettement. Par la suite, près d'un millénaire s'est écoulé entre l'arrivée des premiers arbres et le développement d'un couvert forestier fermé, dense, période froide pendant laquelle l'incidence des feux fut plus élevée que par la suite. Les conditions paléoclimatiques froides que ces données impliquent se sont étendues jusque dans l'ouest du Bas-Saint-Laurent mais pas plus au sud que la ligne de partage des eaux entre le Saint-Laurent et l'Atlantique, dans le nord du Maine. Ces conditions seraient responsables de la lente afforestation à aulne crispé. Elles traduisent peut-être l'action des apports d'eau de fonte de l'inlandsis, selon l'hypothèse proposée par Lewis et al. (1988) et Lewis et Anderson (1989), couplée sans doute à l'effet des vents catabatiques froids et secs engendrés par la proximité relative de l'inlandsis (Richard et Labelle, 1989).

L'étude révèle en outre l'ancienneté du contraste qui existe entre la marge du plateau appalachien et l'intérieur des terres, notamment en ce qui a trait à l'histoire holocène des populations du pin blanc et du thuya de l'Est. Elle montre aussi que l'optimum climatique holocène et la détérioration subséquente n'ont pas entraîné, dans la région, des changements importants à l'échelle des domaines de végétation (*sensu* Grandtner, 1966). La confirmation de la présence régionale des diverses essences, notamment celles qui sont sous-représentées par leur pollen (*Acer saccharum*, *Tilia americana*, etc.) mais aussi celle d'autres essences, lorsque leurs pourcentages polliniques sont faibles (*Tsuga canadensis*, *Fagus grandifolia*, *Quercus* sp.), reste un problème primordial pour la reconstitution complète du couvert végétal et des conditions du milieu pouvant lui être associé.

Il nous paraît clair qu'une des voies prometteuses de recherche en paléophytogéographie réside dans l'analyse spatiale des données dans un cadre géographique à moyenne échelle, afin de prendre en compte les variations physiographiques entre les sites. Pour notre région, il s'agit de l'échelle embrassant la vallée du Saint-Laurent et ses marches montagnardes. Une telle approche devrait compléter utilement les reconstitutions à petite échelle, continentales ou hémiccontinentales, produites à partir des données pollenanalytiques (COHMAP Group, 1988; Jacobson *et al.*, 1988).

#### REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants à M<sup>mes</sup> Claire Goyette, Hélène Jetté, Louise Labre et Nicole Morasse pour leur contribution à l'analyse pollinique, envers M. Étienne Govare pour son aide lors d'un échantillonnage des sédiments du lac à la Fourche, et à M<sup>me</sup> Dominique Richard pour le traitement du texte. Nos remerciements s'adressent aussi à MM. Guy Frumignac et Rolland Renaud pour le dessin et la photographie des figures. Les commentaires de M. Robert J. Mott de la Commission géologique du Canada et ceux d'un lecteur anonyme ont permis d'améliorer grandement le premier manuscrit; notre reconnaissance leur est toute acquise. Ces travaux ont été rendus possibles grâce au soutien du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada, et du Fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche du Québec.

#### RÉFÉRENCES

- Anderson, R. S., Davis, R. B., Miller, N. G. et Stuckenrath, R., 1986. History of late- and post-glacial vegetation and disturbance around Upper South Branch Pond, northern Maine. *Canadian Journal of Botany*, 64: 1977-1986.
- Andrée, M., Oeschger, H., Siegenthaler U., Riesen, T., Moell, M., Ammann, B. et Tobolski, K., 1986. <sup>14</sup>C Dating of plant macrofossils in lake sediment. *Radiocarbon*, 28 (2A): 411-416.
- Auer, V., 1928. Some problems of peat bog investigation in Canada. Geological Survey of Canada, *Summ. Rept.* 1927, pt. C: 96-111.
- Blouin, J.-L. et Grandtner, M. M., 1971. Étude écologique et cartographie de la végétation du comté de Rivière-du-Loup. Service de la Recherche, Ministère des Terres et Forêts, Québec. *Mémoire n° 6*, 371 p.
- Bostock, H. S., 1970. Physiographic subdivisions of Canada, p. 11-30. In R. J. W. Douglas, édit., *Geology and economic minerals of Canada*. 5<sup>e</sup> édition, Geological Survey of Canada, *Economic Geology Report No 1*.
- COHMAP Group, 1988. Climatic changes of the last 18 000 years: observations and model simulations. *Science*, 241: 1043-1052.
- Comtois, P. et Payette, S., 1984. Représentation pollinique actuelle et subactuelle des peuplieraies boréales au Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 38 (2): 123-133.
- Crisman, T. L., 1978. Algal remains in Minnesota lake types: a comparison of modern and late-glacial distributions. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 20: 445-451.
- Davis, M. B., 1981. Mid-Holocene hemlock decline: evidence for a pathogen or insect outbreak, p. 253. In R. C. Romans, édit., *Geobotany II*. Plenum Press.
- Davis, M. B. et Brubaker, L. B., 1973. Differential sedimentation of pollen grains in lakes. *Limnology and Oceanography*, 18: 635-646.
- Davis, M. B. et Ford, M. S., 1982. Sediment focusing in Mirror Lake, New Hampshire. *Limnology and Oceanography*, 27: 137-150.
- Davis, M. B., Brubaker, L. B. et Webb III, T., 1973. Calibration of absolute pollen influx, p. 9-25. In H. J. B. Birks et R. G. West, édit., *Quaternary Plant Ecology*. Blackwell, 326 p.
- Davis, M. B., Moeller, R. E. et Ford, J., 1984. Sediment focusing and pollen influx, p. 261-293. In E. Y. Haworth and J. W. G. Lund, édit., *Lake Sediments and Environmental History*, University of Leicester Press, Leicester, 411 p.
- Denton, G. H. et Hughes, T. J., 1981. *The last great ice sheets*. John Wiley & Sons, New York, 484 p.
- Dionne, J.-C., 1977. La mer de Goldthwait au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31(1-2): 61-80.
- 1988. Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Quaternary Research*, 29 (3): 233-244.
- Dresser, J. A. et Denis, T. C., 1946. *La Géologie de Québec*. Ministère des Mines, Québec, rapport géologique n° 20 (volume II, Géologie descriptive), 647 p.
- Dyck, J. G. et Blake, W., Jr., 1965. GSC radiocarbon dates IV. Geological Survey of Canada, Paper 65-4, 23 p.
- Dyke, A. S. et Prest, V. K., 1987. Late Wisconsinan and Holocene history of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*, 41: 237-263.
- Faegri, K. et Iversen, J., 1975. *Textbook of pollen analysis* (3rd edition revised by K. Faegri). Blackwell Scientific Publications, Oxford, et Hafner Press, New York, 295 p.
- Farley-Gill, L. D., 1980. Contemporary pollen spectra in the James Bay lowland, Canada, and comparison with other forest-tundra assemblages. *Géographie physique et Quaternaire*, 34 (3): 321-334.
- Filion, L., 1987. Holocene development of parabolic dunes in the central St. Lawrence Lowlands, Québec. *Quaternary Research*, 28: 196-209.
- Florin, M. B. et Wright, H. E., Jr., 1969. Diatoms evidence for the persistence of stagnant glacial ice in Minnesota. *Geological Society of America Bulletin*, 80 (4): 695-704.
- Grandtner, M. M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional*. Presses de l'Université Laval, Québec: 216 p.

- Hyvärinen, H., 1985. Holocene pollen stratigraphy of Baird Inlet, east-central Ellesmere Island, arctic Canada. *Boreas*, 14 (1): 19-32.
- Jacobson, G. L., Jr., Webb III, T. et Grimm, E. C., 1987. Changing vegetation patterns of eastern North America during the past 18 000 years: inferences from overlapping distributions of selected pollen types. Plate 2. Vegetation patterns of North America and adjacent oceans during the last deglaciation. In *The Geology of North America*. Vol. K-3. Geological Society of America, 501 p.
- Jean, R., 1982. Les érablières sucrières du comté de L'Islet: étude phytocologique. Collection Études écologiques n° 7, Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, 185 p.
- Jørgensen, S., 1967. A method of absolute pollen counting. *New Phytologist*, 66: 489-493.
- King, G. A. 1985. A standard method for evaluating radiocarbon dates of local deglaciation: application to the deglaciation history of southern Labrador and adjacent Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 39: 163-182.
- Kite, J. S. et Lowell, T. V., 1984. Late-glacial and early Holocene drainage basins in northern Maine, p. 91-93. In J. I. Mead, éd., *Current Research* vol. 1. Center for the Study of Early Man, University of Maine at Orono, 111 p.
- Kiwiet De Jonge, E.J.C., 1951. Glacial water levels in the St. John River valley. Ph.D. thesis, Clark University, Worcester, 116 p.
- Kutzbach, J. E. et Guetter, P. J., 1986. The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on the simulated climate of the past 18,000 years. *Journal of Atmospheric Sciences*, 43: 1726-1759.
- Labelle, C. et Richard, P. J. H., 1981. Données pollenanalytiques de l'axe Mont-Saint-Pierre — mont Jacques-Cartier, en Gaspésie, p. 137-150. In J. T. Gray, éd., *Les zones d'altération et le problème des limites glaciaires*. AQQUA et CANQUA, Excursion et colloque en Gaspésie, Québec, 23-29 août 1981, 166 p.
- 1984. Histoire postglaciaire de la végétation dans la région de Mont-Saint-Pierre, Gaspésie. *Géographie physique et Quaternaire*, 38: 257-274.
- Lamb, H. F., 1984. Modern pollen spectra from Labrador and their use in reconstructing Holocene vegetational history. *Journal of Ecology*, 72: 37-60.
- Larouche, A. C., 1979. Histoire postglaciaire comparée de la végétation à Sainte-Foy et au mont des Éboulements, Québec, par l'analyse macrofossile et l'analyse pollinique. Mémoire de M.Sc., Université Laval, Québec, 117 p.
- LaSalle, P., Martineau, G. et Chauvin, L., 1976. Géologie des sédiments meubles d'une partie de la Beauce et du Bas-Saint-Laurent. Ministère des Richesses naturelles, DPV-438, 13 p.
- 1977. Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce — Monts Notre-Dame — Parc des Laurentides. Ministère des Richesses naturelles, DPV-517, 74 p.
- Lebuis, J. et David, P. P., 1977. La stratigraphie et les événements du Quaternaire de la partie occidentale de la Gaspésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 (3-4): 275-296.
- Lee, H. A., 1953. Two phases of till and other glacial problems in the Edmundston — Grand Falls region (New Brunswick, Québec and Maine). Ph.D. thesis, University of Chicago, 113 p.
- 1962. Surficial geology of the Rivière-du-Loup — Trois-Pistoles area, Québec. Geological Survey of Canada, paper 61-32, 2 p.
- Lewis, C. F. M. et Anderson, T. W., 1989. Oscillations of levels and cool phases of the Laurentian Great Lakes caused by inflows from glacial Agassiz and Barlow-Ojibway. *Journal of Paleolimnology*, 2: 99-146.
- Lewis, C. F. M., Anderson, T. W. et Miller, A. A. L., 1988. Lake, ocean and climate response to meltwater discharge, Great Lakes and Atlantic ocean. AMQUA biennial meeting, 6-8 June 1988. Program and Abstracts, University of Massachusetts, Amherst, p. 81.
- Livingstone, D. A., 1955. A lightweight piston sampler for lake deposits. *Ecology*, 36 (1): 137-139.
- Locat, J., 1977. L'émersion des terres dans la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31: 297-306.
- 1978. Le Quaternaire de la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles. Ministère des Richesses naturelles, Service de l'exploration géologique, division du Quaternaire, DPV-605, 64 p.
- Lortie, G., 1983a. Les diatomées de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 37: 279-296.
- 1983b. Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 37: 159-177.
- Lortie, G. et Guilbault, J.-P., 1984. Les diatomées et les foraminifères de sédiments marins post-glaciaires du Bas-Saint-Laurent, Québec: une analyse comparée des assemblages. *Le Naturaliste canadien*, 111: 297-310.
- Lortie, G. et Richard, P. J. H., 1986. Late-glacial diatom and pollen stratigraphy from Lake Boucané, southeastern Québec, Canada, p. 687-697. In M. Ricard, éd., *Proceedings of the 8th International Symposium on Living and Fossil Diatoms*, Paris, 781 p.
- 1987. Paléocologie lacustre et paléophytogéographie postglaciaires au Bas-Saint-Laurent, Québec méridional, Canada. Programme et Résumés du XII<sup>e</sup> Congrès international de l'INQUA, p. 215.
- Lotter, A. F., 1991. Absolute dating of the Late-Glacial period in Switzerland using annually laminated sediments. *Quaternary Research*, 35 (3): 321-330.
- Lowell, T. V., 1980. Reconnaissance surficial geology northwest of the St. John River between Allagash, Maine and St. Pamphile, Québec. In W. A. Anderson, éd., *Evaluation of the mineral potential, Upper St. John valley, Aroostook County, Maine*. Maine Geological Survey, Open file report, 28 p.
- Martineau, G., 1977. Géologie des dépôts meubles de la région de Kamouraska-Rivière-du-Loup. Ministère des Richesses naturelles, DPV-545, 17 p.
- 1979. Géologie des dépôts meubles de la région du lac Témiscouata. (rapport préliminaire). Ministère des Richesses naturelles, Direction générale de la recherche géologique et minérale, DPV-618, 17 p.
- Martineau, G. et Corbeil, P., 1983. Réinterprétation d'un segment de la moraine de Saint-Antonin, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 37: 217-221.
- Mott, R. J., 1974. Modern Pollen Spectra from Labrador. Geological Survey of Canada, Paper 74-1 (Part B): 232-234.
- 1976. A Holocene pollen profile from the Sept-Îles area, Québec. *Le Naturaliste canadien*, 103 (5): 457-467.
- 1977. Late-Pleistocene and Holocene palynology in southeastern Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 (1-2): 139-149.
- 1978. *Populus* in Late-Pleistocene pollen spectra. *Canadian Journal of Botany*, 56 (8): 1021-1031.
- Mott, R. J., Grant, D. R., Stea, R. et Occhietti, S., 1986. Late-glacial climatic oscillation in Atlantic Canada equivalent to the Allerød/Younger Dryas event. *Nature*, 323: 247-250.
- Parent, J. et Richard, P. J. H., 1990. Morphologie pollinique des Cupressaceae de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis appliquée à l'étude des sédiments quaternaires. *Canadian Journal of Botany*, 68 (1): 79-89.
- Potzger, J. E., 1953. Nineteen bogs from southern Québec. *Canadian Journal of Botany*, 31: 383-401.
- Richard, P. J. H., 1976. Relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 103: 53-66.
- 1977. Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique. Service de la recherche, Direction générale des forêts, ministère des Terres et Forêts du Québec. Publications et rapports divers. Tome 1, xxiv + 312 p.; tome 2, 142 p.
- 1979. Contribution à l'histoire postglaciaire de la végétation au nord-est de la Jamésie, Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 33 (1): 93-112.
- 1981a. Paléophytogéographie postglaciaire en Ungava, par l'analyse pollinique. Collection Paléo-Québec n° 13, 153 p.
- 1981b. Palaeoclimatic significance of the Late-Pleistocene and Holocene pollen record in south-central Québec, p. 335-360. In W. C. Mahaney, éd., *Quaternary paleoclimate*. GeoBooks, Norwich, 464 p.



- Richard, P. J. H. et Labelle, C., 1989. Histoire postglaciaire de la végétation au lac du Diable, mont Albert, Gaspésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 (3): 337-354.
- Richard, P. J. H. et Larouche, A. C., 1989. La végétation postglaciaire du Témiscamingue, Québec, durant l'épisode glaciolacustre Barlow. *Canadian Journal of Botany*, 67 (2): 544-558.
- Richard, P. J. H., Larouche, A. et Bouchard, M. A., 1982. Âge de la déglaciation finale et histoire postglaciaire de la végétation dans la partie centrale du Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 37 (1-2): 63-90.
- Richard, P. J. H. et Poulin, Ph., 1976. Un diagramme pollinique au mont des Éboulements, région de Charlevoix, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13 (1): 145-156.
- Ritchie, J. C., 1987. *Postglacial vegetation of Canada*. Cambridge University Press, Cambridge, 178 p.
- Ritchie, J. C., Hadden, K. A. et Gajewski, K., 1987. Modern pollen spectra from lakes in arctic western Canada. *Canadian Journal of Botany*, 65 (8): 1605-1613.