

Végétation tardiglaciaire au Québec méridional et implications paléoclimatiques

Late-Glacial vegetation in Southern Québec and paleoclimatic implications

Pierre Richard

Volume 31, numéro 1-2, 1977

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1000062ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1000062ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Richard, P. (1977). Végétation tardiglaciaire au Québec méridional et implications paléoclimatiques / Late-Glacial vegetation in Southern Québec and paleoclimatic implications. *Géographie physique et Quaternaire*, 31(1-2), 161–176. <https://doi.org/10.7202/1000062ar>

Résumé de l'article

La colonisation végétale, suite au dernier retrait de l'inlandsis wisconsinien, peut être esquissée grâce aux analyses polliniques récentes. Le modèle général est le suivant. Une période de désert périglaciaire a suivi la déglaciation, remplacée plus ou moins rapidement par une période de toundra. L'afforestation s'est effectuée soit par la constitution d'une taiga représentée par la pessière à cladonies, soit par l'établissement d'une tremblaie-parc. Divers types de végétation postglaciaire se sont établis par la suite. L'interprétation de ces données conduit à la reconstitution d'un climat très rigoureux vers 11 400 ans AA au mont Shefford, et vers 7200 ans AA dans la partie sud du parc des Laurentides. Aucune oscillation climatique n'a pu encore être mise en évidence durant le tardiglaciaire québécois, dont le caractère métachrone est d'autre part évident. Ce métachronisme semble lié, à l'échelle du Québec méridional, aux différences d'altitude présentées par les principales régions physiographiques. Il ne paraît pas refléter un métachronisme parallèle du retrait du glacier. Du point de vue de l'analyse pollinique, il est maintenant fermement établi qu'une végétation semblable à celle qui caractérise la toundra contemporaine a occupé une vaste étendue en bordure de l'inlandsis. Les recherches futures devront tendre à en préciser la durée et l'extension spatiale d'une part, et d'autre part, à en connaître la signification paléoclimatique réelle.

VÉGÉTATION TARDIGLACIAIRE AU QUÉBEC MÉRIDIONAL ET IMPLICATIONS PALÉOCLIMATIQUES

Pierre RICHARD, Département de géographie, Université de Montréal, c.p. 6128, Montréal, Québec H3C 3J7.

RÉSUMÉ La colonisation végétale, suite au dernier retrait de l'inlandsis wisconsinien, peut être esquissée grâce aux analyses polliniques récentes. Le modèle général est le suivant. Une période de désert périglaciaire a suivi la déglaciation, remplacée plus ou moins rapidement par une période de toundra. L'afforestation s'est effectuée soit par la constitution d'une taïga représentée par la pessière à cladonies, soit par l'établissement d'une tremblaie-parc. Divers types de végétation postglaciaire se sont établis par la suite. L'interprétation de ces données conduit à la reconstitution d'un climat très rigoureux vers 11 400 ans AA au mont Shefford, et vers 7200 ans AA dans la partie sud du parc des Laurentides. Aucune oscillation climatique n'a pu encore être mise en évidence durant le tardiglaciaire québécois, dont le caractère métachrone est d'autre part évident. Ce métachronisme semble lié, à l'échelle du Québec méridional, aux différences d'altitude présentées par les principales régions physiographiques. Il ne paraît pas refléter un métachronisme parallèle du retrait du glacier. Du point de vue de l'analyse pollinique, il est maintenant fermement établi qu'une végétation semblable à celle qui caractérise la toundra contemporaine a occupé une vaste étendue en bordure de l'inlandsis. Les recherches futures devront tendre à en préciser la durée et l'extension spatiale d'une part, et d'autre part, à en connaître la signification paléoclimatique réelle.

ABSTRACT Late-Glacial vegetation in Southern Québec and paleoclimatic implications. Recent pollen-analytical data allow a detailed reconstruction of the initial vegetation which followed the final retreat of the Wisconsinan ice sheet. The general scheme is the following. A period of periglacial desert was replaced more or less rapidly by tundra vegetation. Afforestation of the landscape proceeded either through a taïga phase, represented by a lichen — black spruce woodland, or by the establishment of an aspen parkland. Several postglacial vegetation types followed. The paleoclimatic interpretation of the data indicates severe climatic conditions around 11 400 BP at Mount Shefford, and around 7200 BP in the southern part of Laurentides Provincial Park. It has not yet been possible to show evidence for a climatic oscillation during the late-Glacial of Quebec, which appears very metachronous. This metachroneity seems to be caused by the differences in altitude of the main physiographic regions and does not seem to correspond to the metachroneity in the ice retreat of the Wisconsinan ice sheet. In view, there is now a firm basis to the statement that vegetation similar to the present-day tundra occupied a broad area in front of the ice sheet. Future research should define the duration and extension of the tundra on one hand, and on the other hand increase knowledge of its paleoclimatic significance.

РЕЗЮМЕ Растительность послеледниковой эпохи в меридиональном Квебеке и влияние на неё, палеоклимата. С помощью недавних пыльцевых анализов можно приблизительно определить распространение растительности, которая появилась после последнего отступления ледника инландсиса висконсин. Следует общая схема. После отступления ледника наступил период перигляциальной пустыни за которой в более или менее короткое время последовал период тундры. Облесение произошло либо благодаря образованию тайги представленной редким еловым лесом с покровом оленьего мха, либо после установления редкого осинового леса. Впоследствии установились различные типы послеледниковой растительности. Проверка этих данных доказывает наличие очень сурового климата. К 11 400 лет тому назад на горе Шеффорд и 7 200 лет назад в южной части парка Лорэнтид. Никакое климатическое колебание не могло проявиться в течении послеледниковского периода, метакронный характер которого тем не менее очевиден. В масштабе Квебека этот метакронизм кажется связанным с различиями в высоте представленными основными физиографическими районами. Он не отражает метакронизма параллельного отступлению ледника. Пыльцевой анализ точно установил сейчас, что растительность сходная с той, которая характеризует современную тундру, заняла большую территорию вдоль ледника инландсиса. В будущем исследования должны будут определить длительность этих периодов и простиранье этой растительности с одной стороны и с другой стороны определить их реальное палеоклиматическое значение.

INTRODUCTION

Les données accumulées au cours de la dernière décennie, tant par la quantité que par la qualité, jettent un éclairage nouveau sur la palynostratigraphie du Québec méridional. L'histoire de la végétation de cette région, depuis le retrait de l'inlandsis wisconsinien, peut ainsi être reconstituée avec une meilleure approximation.

La présente contribution fait état des connaissances actuelles sur la nature de la végétation au tardiglaciaire, sa distribution dans l'espace et dans le temps, et les implications paléoclimatiques qu'on peut en déduire. La région du Québec méridional particulièrement concernée s'étend en longitude de Montréal à Tadoussac, et en latitude du lac Saint-Jean au lac Mégantic (fig. 1). On analysera les données polliniques correspondant à la phase ouverte et à la phase d'afforestation des diagrammes polliniques dressés par l'auteur, les travaux antérieurs ne se prêtant pas au même traitement concernant l'interprétation. Les diagrammes polliniques présentés par MOTT (1977) font exception; le lecteur est invité à les comparer à nos données.

La localisation et la nature des stations de la figure 1 apparaissent au tableau I, avec la référence aux publications lorsqu'il y a lieu. Parmi les données non encore publiées, quatre diagrammes polliniques tardiglaciaires ont été dressés à la demande de Pierre Gangloff, professeur au Département de géographie de l'université de Montréal. Ce sont les stations des lacs «Rond», «Borne», Tania et du mont Shefford. Nous le remercions vivement de nous avoir permis d'utiliser ces résultats, accompagnés de nombreuses dates au radiocarbone.

L'appellation «tardiglaciaire» peut prêter à confusion, surtout lorsqu'elle est précédée du terme «végétation». Il ne s'agit pas ici, en effet, d'une précision chronologique mais bien d'une situation dynamique liée à l'époque de déglaciation de chaque localité (TERASMAE, 1973, 1974; WEST, 1968). Le tardiglaciaire du palynologue sera donc compris entre l'époque de déglaciation d'une localité et celle où une couverture végétale arborée continue s'est constituée. Il va sans dire que cette notion ne s'applique qu'aux moyennes latitudes de l'hémisphère boréal. Le tardiglaciaire au Québec méridional pourra alors chevaucher la limite Pléistocène/Holocène fixée à 10 000 ans AA (FAIRBRIDGE, 1973; MÖRNER, 1973). Le postglaciaire, comme le tardiglaciaire, sera métachrone à l'échelle d'un territoire d'une certaine étendue. À défaut d'une meilleure nomenclature, on utilisera les termes mentionnés dans le sens défini plus haut.

En se basant principalement sur les données de quelques auteurs (DIONNE *et al.*, 1968; ELSON, 1969; GADD, 1964, 1971; GADD *et al.*, 1972; McDONALD, 1967,

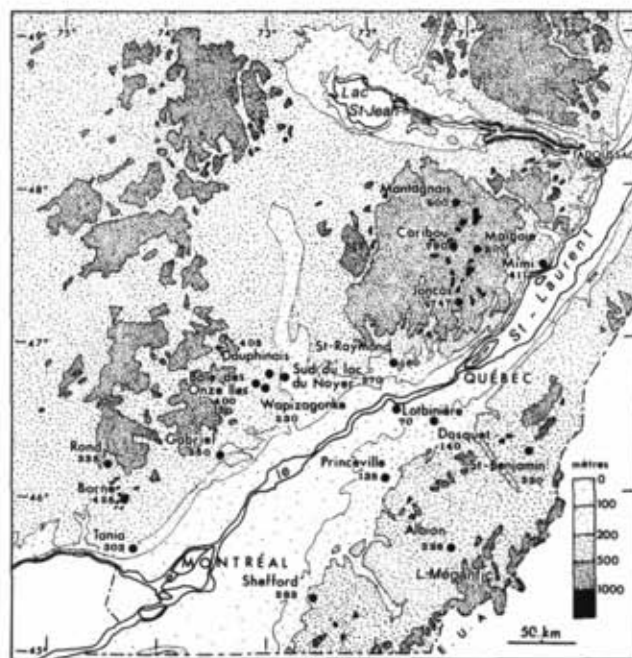


FIGURE 1. Localisation et altitudes des stations. Esquisse du contexte orographique.

Location and altitudes of the sites. Sketch of the orographic context.

1969, 1971; LASALLE, 1966; LASALLE *et al.*, 1972; LASALLE et ELSON, 1975; SHILTS, 1969), rappelons d'abord les principaux épisodes géologiques survenus durant le tardiglaciaire du Québec méridional (fig. 2). Vers 13 200 ans AA, il y a la mise en place d'une moraine frontale dans les Appalaches, près de la frontière Canada-U.S.A.; puis vers 12 800 AA, mise en place du complexe morainique des hautes terres appalachiennes, suivie de celle de la moraine de Drummondville vers 12 300 AA; la mer de Champlain, qui occupe les basses terres du Saint-Laurent de 12 200 à 9700 ans AA environ est précédée par la mer de Goldthwait en aval de Québec; vers 12 000 ans AA environ, présence d'un glacier local actif dans la région de Thetford; vers 11 000 ans AA, construction de la moraine de Saint-Narcisse, en contact avec la mer de Champlain dans certains secteurs tel celui de Trois-Rivières; submersion marine dans les basses terres du Saguenay et du Lac-Saint-Jean (mer de Laflamme), de 10 200 à 8000 ans AA; à cette époque, l'inlandsis s'était complètement retiré du Québec méridional.

LES DONNÉES POLLENANALYTIQUES

Les diagrammes polliniques constituent les données brutes à partir desquelles la végétation peut être reconstituée. La figure 8 représente quelques diagrammes

TABLEAU I

Localisation et nature des stations étudiées.

Location and character of the sites studied.

Nom de la station	coordonnées (lat. N × long. O)	altitude (m)	nature de la station	référence
Montagnais	47°54' × 71°10'	800	tourbière	RICHARD, 1973a
Caribou	47°38' × 71°14'	790	tourbière*	RICHARD, 1975c
Malbaie	47°36' × 70°58'	800	tourbière	RICHARD, 1975c
Mimi	47°30' × 70°22'	411	lac	RICHARD & POULIN, 1976
Joncas	47°15' × 71°10'	747	tourbière*	RICHARD, 1971
Saint-Raymond	46°53' × 71°48'	160	tourbière	RICHARD, 1973c
Dauphinais	46°48' × 72°59'	405	tourbière*	non publié
Sud du lac du Noyer	46°47' × 72°50'	270	lac	non publié
Baie des Onze Iles	46°45' × 73°08'	400	fourré**	non publié
Wapizagonke	46°43' × 73°02'	230	tourbière*	non publié
Gabriel	46°16' × 73°28'	250	lac	non publié
Rond	46°13' × 74°31'	335	lac	non publié
Borne	46°00' × 74°22'	425	lac	non publié
Tania	45°46' × 74°18'	303	lac	non publié
Lotbinière	46°36' × 71°48'	70	tourbière	RICHARD, 1975a
Dosquet	46°27' × 71°30'	140	tourbière	RICHARD, 1973b
Princeville	46°08' × 71°56'	135	lac	RICHARD, 1975a
Saint-Benjamin	46°17' × 70°36'	330	lac	RICHARD, 1973b
Albion	45°40' × 71°19'	320	lac	RICHARD, 1975b
Shefford	45°21' × 72°35'	282	forêt**	non publié

* Ces tourbières recouvrent des sédiments lacustres.

** Ces formations croissent sur tourbe, recouvrant des sédiments lacustres.

tardiglaciaires simplifiés. Le cas du mont Shefford offre l'exemple le plus complet d'une colonisation végétale, suite au retrait de l'inlandsis. Tous les types de végétation décrits plus loin y sont représentés.

Il convient de diviser les diagrammes en zones d'assemblages polliniques relativement homogènes, ce qui facilite leur description. Chaque zone ne correspond toutefois pas nécessairement à un type de végétation donné.

Les principales zones d'assemblage pollinique (zap) rencontrées dans les sédiments post-wisconsinien initiaux sont les suivantes (RICHARD, 1976): zap Arbres — FPA minimale (FPA: fréquence pollinique absolue), zap Cyperaceae — Gramineae (herbes), zap *Betula* arbustif, zap *Populus* — *Picea* — *Juniperus*, zap *Picea*, zap *Betula* — *Alnus crispa*, zone-pic *Alnus crispa* — *Picea*. Ces zones, décrites selon les règles du Code de nomenclature stratigraphique (A.A.S.N., 1961), possèdent le caractère commun de représenter des types de végétation ouverte. Elles ne sont pas retrouvées nécessairement à toutes les localités, mais le sont généralement dans l'ordre présenté. Les trois premières zones d'assemblage pollinique traduisent des paysages végétaux ouverts, tandis que les quatre dernières reflètent le début de la colonisation forestière.

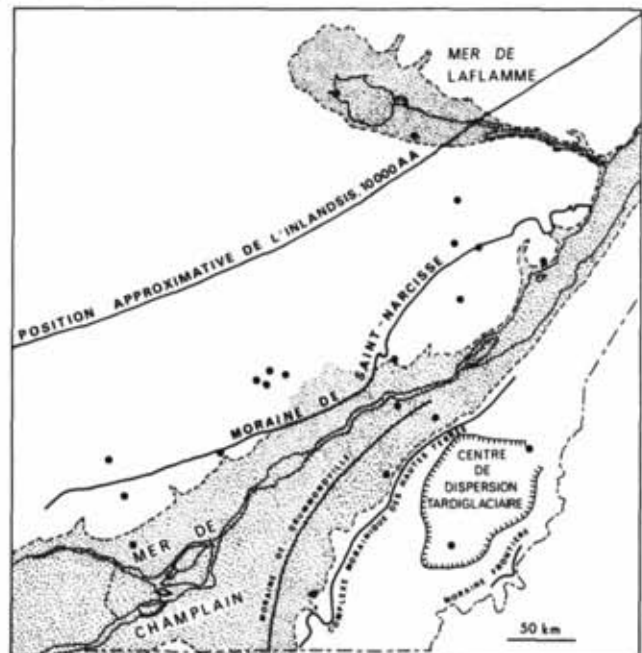


FIGURE 2. Principaux épisodes géologiques tardi- et post-wisconsinien.

Prominent late and post-Wisconsinan geological features.

L'INTERPRÉTATION EN TERMES DE VÉGÉTATION

L'interprétation de ces zones d'assemblage pollinique, en termes de végétation, a permis de mettre en évidence les paysages végétaux suivants: le désert périglaciaire, la toundra, la toundra forestière et la taïga, et enfin, la tremblaie. Les éléments de diagnose et d'interprétation de ces paysages, dans les diagrammes polliniques, seront passés en revue, accompagnés de commentaires sur leur variation.

A. Phase de végétation ouverte

Dans le contexte écologique actuel du Québec méridional, la forêt est omniprésente. Seuls quelques hauts sommets (comme en Gaspésie) et de rares falaises rocheuses en sont naturellement dépourvus. Lors du retrait de l'inlandis wisconsinien, la colonisation végétale s'est employée à constituer une couverture forestière dense sur l'ensemble du territoire libéré des glaces.

Il s'est écoulé un certain temps, variable selon les endroits, entre la disparition des glaces et l'existence de la forêt. Dans certains cas, des lacs et des tourbières contemporains de cette période ont pu enregistrer, dans leurs sédiments, le pollen produit par la végétation de l'époque. Certains traits des diagrammes polliniques et des sédiments concourent à la reconstitution d'une phase initiale de végétation non forestière, après la déglaciation. C'est la seule période de ce type révélée par les diagrammes polliniques, toute la période postérieure étant strictement forestière.

La phase de végétation non forestière n'est toutefois pas exprimée uniformément, dans les diagrammes (fig. 8). Ce phénomène peut être dû à une inégalité d'aptitude à enregistrer le pollen d'un type de végétation donné, selon la nature du milieu de dépôt, le contexte écologique, etc. Il peut également refléter des modes de colonisation végétale différents, selon les endroits. Quoi qu'il en soit, on peut distinguer deux grandes étapes: le désert périglaciaire et la toundra.

LE DÉSERT PÉRIGLACIAIRE

Diagnose

Il s'agit de la zap « Arbres — FPA minimale ». Le rapport des grains de pollen arboréens au total des grains inclus dans la somme pollinique (rapport PA/T) est élevé, atteignant presque ceux qui caractérisent une couverture forestière dense (jusqu'à 90%): Néanmoins, la fréquence pollinique absolue (FPA) est très basse, minimale, en fait, pour une section donnée, reflétant un influx pollinique annuel très bas. Les sables sont abondants dans les sédiments généralement très pauvres en matière organique. Les taxons les mieux représentés

polliniquement sont *Pinus (divaricata ou strobus)*, *Betula*, *Picea mariana* et *Quercus*. Le pollen des Cypéracées et des Graminées peut aussi être abondant. La courbe du diamètre des grains de *Betula* montre une forte proportion des grains à grand diamètre, produits par les espèces arborescentes. Les niveaux 580 à 640 cm du diagramme du mont Shefford offrent un bel exemple de ces spectres polliniques (fig. 8).

Interprétation

Dans un paysage virtuellement dépourvu de toute végétation, les apports polliniques dans un bassin lacustre sont essentiellement constitués du pollen apporté de loin, par le vent. Les taxons les plus aptes à être représentés par leur pollen sont les arbres de la forêt située au sud, à une distance plus ou moins grande de l'inlandis, car ce sont les plus grands producteurs de pollen. Ce phénomène a déjà été décrit par AARIO (1940) et FIRBAS (1934), pour la toundra scandinave. Même si les arbres sont bien représentés, la quantité de pollen qui atteint le milieu de dépôt est très faible, ce qui permet de distinguer facilement ces assemblages polliniques exotiques de ceux qui sont produits par une forêt croissant sur place. Les dépôts de surface n'étant pas fixés par l'humus, les eaux de pluie, en ruisselant, entraînent les particules les plus fines qui s'accumulent au fond du lac. La base des carottes est ainsi le plus souvent formée de dépôts sablo-argileux de granulométrie variable selon la morphométrie du lac, la taille du bassin hydrographique et la nature des dépôts meubles environnants.

Quelques plantes herbacées et, sans doute, des lichens doivent avoir été présents dans ce paysage désertique, mais sans former de couverture continue, ce qui en est la caractéristique essentielle. On retrouve d'ailleurs, aux niveaux interprétés comme désert périglaciaire, du pollen d'*Artemisia*, d'*Ambrosia*, de Cypéracées, de Graminées, de Caryophyllacées, d'*Armeria labradorica*, d'*Oxyria digyna* et d'autres taxons, prouvant que quelques plantes éparses participaient à ce type de paysage.

Variations

Le rapport PA/T se situe entre 90 et 50%, le maximum se trouvant à la base de chaque diagramme. La fréquence pollinique absolue, minimale pour chaque profil, varie entre 50 et 20 000 grains par cm³ de sédiment frais. Ces valeurs dépendent néanmoins grandement du taux de sédimentation. Les taxons les mieux représentés sont tantôt le bouleau, tantôt le pin ou l'épinette. Lorsque plusieurs diagrammes présenteront l'évidence d'un désert périglaciaire, il sera possible de rechercher si la dominance du pollen d'une espèce arborescente donnée, par le truchement des apports polliniques lointains, peut refléter la dominance de cette espèce dans la forêt située au loin.

Remarques

Tous les diagrammes polliniques de sédiments lacustres devraient, en principe, posséder à la base des assemblages polliniques dénotant la présence d'un désert périglaciaire. En effet, il apparaît logique de concevoir que le retrait du glacier, en un lieu donné, ait été suivi d'une période plus ou moins longue durant laquelle la végétation était absente du paysage entourant immédiatement le site du lac. Il est possible que cette période soit très courte, comme lorsque la forêt croît immédiatement sur les dépôts morainiques fraîchement libérés des glaciers contemporains.

Le désert périglaciaire ne peut être mis en évidence que par l'étude des sédiments lacustres (ou qui étaient tels durant le tardiglaciaire), les sédiments tourbeux impliquant évidemment la présence locale de végétaux.

L'époque de déglaciation des diverses localités du Québec est connue principalement par la détermination de l'âge des coquillages marins inclus dans certains dépôts caractéristiques, surtout des moraines frontales en contact avec la mer. La carte de PREST (1969) rend compte de ces résultats. L'âge maximum obtenu, à la base des sédiments organiques des profils analysés est généralement beaucoup plus jeune que l'âge estimé de la déglaciation, tel qu'on peut le lire sur la carte de Prest, par exemple. Les diagrammes polliniques faisant état de la présence d'un désert périglaciaire proviennent sans doute de sédiments ayant été témoins des tout débuts de la période postérieure au retrait des glaces. Les autres doivent être considérés comme livrant une histoire incomplète, puisqu'ils ne rendent pas compte des premiers moments de la déglaciation. Cette inaptitude peut être due à plusieurs facteurs, comme le caractère plus ou moins complet de l'échantillonnage, la présence d'un culot de glace dans le bassin lacustre durant la période de désert périglaciaire, etc. Le choix du site à échantillonner est primordial dans la mise en évidence du désert périglaciaire, et les renseignements géomorphologiques sont au premier rang de ceux dont on doit tenir compte pour ce choix. Lorsque le nombre de diagrammes polliniques provenant de sédiments jugés complets sera assez grand, il pourra être possible de connaître avec plus de précision la distribution spatio-temporelle du désert périglaciaire.

La dénomination de ce type de paysage paraît justifiée par ses caractéristiques intrinsèques, à savoir l'absence quasi complète de plantes, et la position stratigraphique au tout début de la séquence pollinique. Le terme périglaciaire souligne la proximité plus ou moins grande du glacier continental, malgré qu'une végétation de ce type peut-être retrouvée longtemps après le retrait du glacier (site Joncas).

Le désert périglaciaire n'avait auparavant jamais été mis en évidence, au Québec. En l'absence de données

concernant les fréquences polliniques absolues, les spectres polliniques correspondant à ce type de paysage peuvent avoir entraîné la reconstitution d'un paysage initial forestier. Aux États-Unis d'Amérique (WRIGHT, 1971, p. 425), on commence à prendre conscience de ce problème.

LA TOUNDRA

Diagnose

Les palynostratotypes concernés sont la zap Cypéraceae-Gramineae (herbes) et la zap *Betula* arbustif. Le rapport PA/T est très bas, de l'ordre de 30%. Les fréquences polliniques absolues sont également très basses, mais plus élevées que durant la période du désert périglaciaire, lorsque cette dernière est présente. Les sables sont généralement assez abondants parmi les sédiments organiques. Les spectres polliniques sont dominés par les Cypéracées et les Graminées, avec une proportion variable de pollen d'*Artemisia*, d'*Ambrosia* et d'autres Composées (surtout tubuliflores). Certains taxons sont restreint aux spectres polliniques de la toundra; ce sont: *Armeria labradorica*, *Koenigia islandica*, *Oxytropis maydelliana*, *Dryas*, *Saxifraga cernua*, *Saxifraga oppositifolia*, *Polygonum viviparum*, *Epilobium* (cf. *latifolium*), *Tofieldia pusilla*, *Campanula* (cf. *uniflora*). Le pollen des Caryophyllacées, des Rosacées et des Légumineuses est généralement maximal dans ces spectres, et y est souvent exclusif.

Certains arbustes participent aux spectres polliniques de toundra. Ce sont principalement *Salix* (*Salix herbacea*, *Salix vestita* et d'autres), *Shepherdia canadensis*, *Juniperus* et *Alnus crispa*. Du pollen d'*Ephedra* et d'*Eleagnus commutata* peut y être rencontré à l'occasion. Lorsque le pollen de *Betula* est abondant, ce sont les grains à petit diamètre qui dominent, révélant la présence de bouleaux arbustifs tel *B. glandulosa*. Dans certains cas, le pollen de *Myrica gale* peut être très abondant.

Interprétation

Les fréquences polliniques absolues, plus fortes que celles caractérisant le désert périglaciaire, excluent toutefois la présence de la forêt, en raison de leurs basses valeurs. L'humus n'est pas encore continu comme en paysage forestier, puisque l'érosion superficielle entraîne des particules minérales dans les lacs et les tourbières. L'abondance du pollen des plantes herbacées, dont plusieurs ont actuellement une distribution principalement arctique, autorise la reconstitution d'un paysage de toundra, dépourvu d'arbres.

Certains diagrammes polliniques permettent en outre de distinguer une phase initiale de toundra herbeuse, suivie d'une phase de toundra arbustive où *Salix*, *Betula glandulosa* et *Juniperus* dominant successivement. Cet

ordre des arbustes peut toutefois être plus ou moins perturbé, voire inversé ou télescopé, suivant les cas. Néanmoins, on peut généralement reconnaître la dominance des herbes d'abord et des arbustes ensuite, dans la plupart des sections de diagrammes interprétées comme tundra.

Variations

Le tableau II résume les principales variations enregistrées dans l'expression pollinique de la tundra. Elle est plus évidente dans les sédiments lacustres, mais perceptible également en tourbière. Les variations peuvent être engendrées par la proximité plus ou moins grande de la forêt livrant une tundra plus ou moins « pure » polliniquement, ou par un ordre différent, selon les endroits, d'immigration des espèces, surtout pour les arbustes. L'accumulation des diagrammes polliniques permettra de distinguer des tendances régionales dans l'ordre d'apparition et le degré d'épanouissement du pollen des taxons participant à la tundra tardiglaciaire.

Remarques

Le diagramme pollinique de la vallée de « Heel Cove », dans la baie du Diana, Ungava, dressé dans le cadre de recherches paléogéographiques liées à des fouilles archéologiques de sites esquimaux, permet de comparer les spectres polliniques de la tundra tardiglaciaire à ceux de la tundra contemporaine.

La comparaison de ce diagramme pollinique avec les horizons inférieurs des diagrammes du Québec méridional amène les constatations suivantes: 1° le rapport PA/T est souvent plus bas, dans la tundra tardiglaciaire, que dans la tundra contemporaine; 2° la flore arctique est généralement plus diversifiée, au tardiglaciaire, que dans les spectres polliniques de sédiments lacustres de la tundra contemporaine. Seuls les spectres polliniques de coussinets de mousses, en tundra, atteignent la richesse spécifique de certains spectres de la tundra périglaciaire (observations personnelles, et BIRKS, 1973, en tundra alpine).

La tundra tardiglaciaire, en Amérique du Nord, ne possédait pas l'étendue qu'on lui connaît en Europe, ou celle de la tundra actuelle. Elle constituait probablement une frange plus ou moins continue à la marge du glacier en recul. Elle devrait ainsi montrer une moins bonne représentation pollinique que la tundra contemporaine, distante, dans le cas présent, de 250 km de la limite des arbres, et de quelque 1 250 km de la forêt continue, donc, mieux isolée.

Ce phénomène pourrait s'expliquer par la présence, en bordure du glacier, d'un front froid protégeant, sur une certaine distance en aval, les milieux de dépôt d'une contamination par des apports polliniques arboréens provenant de la forêt située au sud (fig. 3).

TABLEAU II

Principales variations enregistrées dans l'expression pollinique de la tundra.

Principal variations encountered in the palynological expression of the tundra.

Fréquences polliniques absolues:	10 000 à 75 000 grains/cm ³
Rapport PA/T:	10 à 40, ou même 70%
Cypéracées:	20 à 55%
Graminées:	3 à 35%
<i>Artemisia</i> :	1 à 20%
<i>Ambrosia</i> :	0,2 à 4%
Caryophyllacées:	0,2 à 6%
Rosacées:	0,2 à 3%
Taxons « arctiques »:	0,5 à 5%
<i>Salix</i> :	0,2 à 25%
<i>Shepherdia canadensis</i> :	traces assez constantes
<i>Juniperus</i> :	0 à 20%
<i>Betula glandulosa</i> :	5 à 60%
<i>Alnus crispa</i> :	0 à 10%

L'air plus chaud s'élève au-dessus du coin d'air froid et le pollen qu'il contient est dilué, lorsqu'il atteint finalement le sol ou la glace. Dans ce dernier cas, il est entraîné par les eaux de fonte du glacier et n'atteindra jamais les lacs et tourbières généralement choisis pour l'analyse pollinique de leurs sédiments. Dans la tundra contemporaine, au contraire, la circulation atmosphérique estivale autorise des apports polliniques lointains, venant du sud, expliquant la proportion relativement élevée du pollen arboréen (30% ou plus).

Il est intéressant de constater que dans le diagramme de la baie du Diana, ce sont les mêmes taxons que ceux caractérisant la tundra tardiglaciaire qui sont les plus abondants, à savoir les Cypéracées, les Graminées, *Artemisia*, les Composées tubuliflores, les Caryophyllacées, les Rosacées, les Renonculacées et *Oxyria digyna*.

B. Phase d'afforestation

C'est cette période durant laquelle les diagrammes polliniques montrent l'évidence d'un boisement progressif du paysage, menant à la constitution de la forêt. Elle se termine lorsque la voûte forestière est fermée. Le mot afforestation, d'usage courant chez les auteurs anglo-saxons, fait néanmoins partie de la langue française (BAKER, 1958). Il a été préféré à boisement parce qu'il rend directement l'idée de la forêt, terme du processus évoqué. Les mots « boisé » et « bois », par ailleurs, traduisent mal l'idée d'une couverture forestière naturelle continue, de règle au Québec.

Le principal indice de la phase d'afforestation réside dans l'augmentation progressive du rapport PA/T, cor-

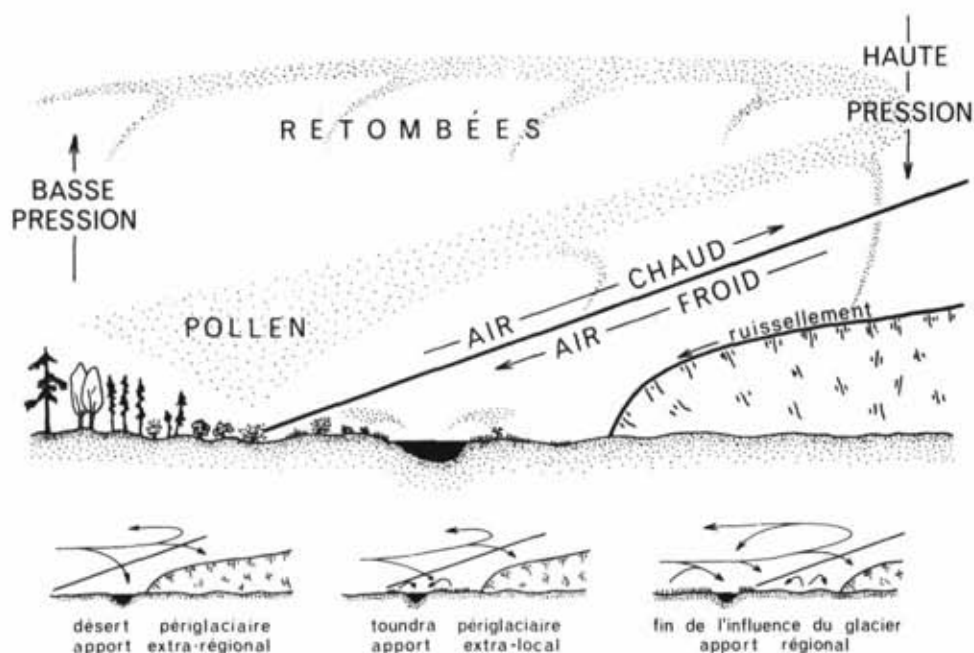


FIGURE 3. Modèle expliquant l'apport pollinique au front d'un glacier.

Model for the pollen deposition at the front of an ice sheet.

relative d'une forte augmentation de la fréquence pollinique absolue. La pente de la courbe du rapport PA/T peut servir à mesurer la vitesse du phénomène d'afforestation.

L'ouverture du couvert forestier, durant la phase d'afforestation, se traduit par la présence, dans les spectres polliniques contemporains de celle-ci, d'une forte proportion de pollen de plantes héliophiles, surtout d'arbustes tels *Betula glandulosa*, *Alnus crispa*, *Salix*, *Juniperus*, *Shepherdia canadensis*, *Myrica gale*, mais aussi d'herbes telles *Artemisia*, les Cypéracées et les Graminées.

L'afforestation présente plusieurs modalités réunies en deux catégories: 1) la toundra forestière et la taïga; 2) la tremblaie.

LA TOUNDRA FORESTIÈRE ET LA TAÏGA

Diagnose

Le rapport PA/T est de l'ordre de 70%, et les fréquences polliniques absolues, sans atteindre les valeurs maximales caractérisant la phase forestière, sont nettement plus fortes que celles enregistrées pour la toundra. L'espèce arborescente dominante dans les spectres polliniques est *Picea mariana*, accompagnée de *Betula glandulosa* et d'*Alnus crispa* en proportion variable. Les palynostratotypes concernés sont la zap *Picea*, la zap *Betula* — *Alnus crispa* et la zone-pic *Alnus crispa* — *Picea*.

Interprétation

L'ouverture du paysage est révélée par la forte proportion du pollen des plantes héliophiles et les valeurs

relativement basses des fréquences polliniques absolues. La forêt ressemble à l'actuelle taïga, où des bosquets d'épinette noire (*Picea mariana*) sont séparés par de vastes étendues occupées principalement par les cladonies (*Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. mitis*). La présence des lichens telles les cladonies, à cette époque, ne peut malheureusement pas être prouvée par l'analyse pollinique. C'est toutefois une conjecture hautement probable, vu le rôle des lichens dans la fixation de l'azote atmosphérique. En bordure des bosquets, et entre ceux-ci lorsque le sol le permet, se trouvent des groupements arbustifs de bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*) ou d'aulne vert (*Alnus crispa*). Le mélèze (*Larix laricina*) est souvent associé à ces paysages sur les stations humides, autour des lacs ou le long des ruisseaux et rivières.

Variations

L'association du bouleau glanduleux, de l'aulne vert et de l'épinette noire n'est pas toujours stricte, dans les spectres polliniques. Les courbes de ces taxons présentent en fait le plus souvent des maxima qui se succèdent au lieu d'être simultanés. La séquence la plus fréquente est celle où le maximum pollinique du bouleau glanduleux précède celui de l'épinette noire, suivi de celui de l'aulne vert, les courbes étant dans l'ensemble corrélatives. Cette séquence peut être enrichie par l'adjonction du genévrier (*Juniperus*) et des saules (*Salix*). Ces arbustes, souvent répandus et caractéristiques de la toundra arbustive, montrent un développement variable durant la phase d'afforestation. Dans certains cas, *Myrica gale* joue un rôle important durant

cette phase, en raison de l'étendue des stations hygrophiles autour des lacs.

La fin de la période d'afforestation, où l'on a noté que parmi les arbustes c'était le pollen d'*Alnus crispa* qui était le plus abondant, est caractérisée, dans plusieurs diagrammes, par un maximum très élevé du pourcentage pollinique de cette espèce. Un aspect important de ce maximum pollinique est qu'il survient souvent après celui de *Picea mariana*, c'est-à-dire lorsque la forêt est déjà assez bien constituée et que la sapinière va faire son entrée dans le paysage végétal. Cette incursion des arbustes dans un paysage où la forêt est en pleine expansion pourrait refléter une ou plusieurs périodes de détérioration climatique (RICHARD et POULIN, 1976).

Remarques

Les taxons composant la taïga subarctique et la toundra arborée hémiarctique, représentés en analyse pollinique, sont sensiblement les mêmes. C'est leur distribution sur le territoire qui varie le plus. Il apparaît difficile dans ces conditions de distinguer ces deux formations végétales dans le passé.

Certains diagrammes polliniques montrent la persistance de quelques plantes abondantes dans la phase de toundra, jusque dans la phase d'afforestation. C'est le cas pour *Oxytropis maydelliana*, *Saxifraga cernua* et, en général, pour *Artemisia*, les Caryophyllacées et les Rosacées. La toundra a du être progressivement éliminée, au sud, par un processus tendant à reproduire le patron de l'hémiarctique actuel, sous une forme très comprimée dans l'espace. L'hémiarctique, décrit par ROUSSEAU (1968), correspond à l'effusion, au sens de DANSEREAU (1956), de la zone de tension écologique entre la toundra et la taïga. C'est le phénomène inverse du coincement.

Le rôle d'*Alnus crispa*, dans les diagrammes polliniques, est éclairé par le diagramme de la baie du Diana et les travaux de WENNER (1947) sur la côte du Labrador. Cette espèce serait indicatrice de conditions franchement hémiarctiques et subarctiques. L'étude de la pluie pollinique contemporaine, au Québec subarctique central, révèle l'abondance de l'espèce dans les spectres: 5 à 20% (TERASMAE et MOTT, 1965; MOTT, 1974). *Picea mariana* atteint par ailleurs généralement des pourcentages polliniques de l'ordre de 50 à 60%, plus élevés, donc, que ceux enregistrés dans les spectres anciens au Québec méridional. Ce phénomène s'explique par l'immensité de la formation végétale dominée actuellement par l'épinette, la protégeant ainsi des apports polliniques exotiques. Ce n'était pas le cas, durant la phase d'afforestation des localités du Québec méridional, où les zones de végétation devaient être étroites et comprimées, produisant du pollen qui «contaminait» les zones voisines. L'effet de protection par un

front d'air froid, invoqué pour la toundra, ne peut s'appliquer ici, en raison de l'éloignement du glacier continental.

LA TREMBLAIE

Diagnose

La présence d'une courbe pollinique continue de *Populus tremuloides* est interprétée comme reflétant la présence de la tremblaie. Dans la zone d'assemblage pollinique *Populus — Picea — Juniperus*, le pollen de *Populus* domine, avec des pourcentages atteignant 30 (voir les sites «Borne» et Shefford de la fig. 8).

Interprétation

Le peuplier faux-tremble, ou tremble, est un arbre pionnier, donc héliophile à tous les stades de son développement, colonisant des milieux très divers, à courte longévité (âge maximum moyen: 80 ans). Il est rapidement remplacé par des essences plus tolérantes partout au Québec. Il fait partie de plusieurs sous-climax, dans tous les domaines climatiques forestiers du Québec. Il est actuellement abondant en raison de l'action de l'homme sur la végétation forestière; il a dû participer à la plupart des séries évolutives durant tout le post-glaciaire. C'est une espèce mal représentée par son pollen. Lorsqu'il est présent, dans un diagramme pollinique, en assez grande abondance pour qu'une courbe continue puisse être tracée, c'est qu'il devait prendre une part assez importante dans la végétation contemporaine des spectres dont il fait partie.

Sa courbe pollinique, maximale durant la phase d'afforestation de chaque diagramme, dénote l'existence d'une couverture végétale instable, où le terme final des séries évolutives, sur chaque type de roche-mère, n'est pas encore atteint. Il traduit donc des conditions d'ensemble éloignées du climax. Son abondance, dans le paysage végétal, est liée aux valeurs qu'atteignent les pourcentages polliniques.

Variations et remarques

Les pourcentages polliniques atteints par *Populus tremuloides* dans les spectres des diverses localités apparaissent à la figure 7. Les remarques qui suivent proposent une explication aux variations enregistrées.

La mise en évidence de la tremblaie est un problème assez épineux, en raison de la très faible représentation pollinique du tremble. Les études de la pluie sporopollinique contemporaine, partout dans l'hémisphère boréal, corroborent la sous-représentation de cette essence, attribuée à une mauvaise conservation du pollen (FAEGRI et IVERSEN, 1964; LICHTI-FEDEROVICH et RITCHIE, 1965; KING et KAPP, 1963). Le problème est particulièrement aigu au Canada, où le

tremble domine une vaste zone de végétation, au nord de la prairie (ROWE, 1972: *aspen parkland*).

Avec l'accumulation, relativement récente, de diagrammes où le pollen de *Populus* domine certains spectres, l'interprétation de la courbe pollinique de ce taxon a connu un regain d'intérêt (DAVIS, 1958; RITCHIE et LICHTI-FEDEROVICH, 1968; LICHTI-FEDEROVICH, 1970; MOTT, 1975 et MOTT, comm. verb.). Abstraction faite de la possibilité, soulignée par MOTT, que l'identification du pollen de *Populus* ait été négligée par les palynologues, dans le passé, il demeure que plusieurs diagrammes présentent de forts maxima polliniques du taxon. L'application du coefficient de correction établi par DAVIS et GOODLETT (1960) pour le tremble, au Vermont, a permis à DAVIS (1965) de déduire d'un pourcentage pollinique ne dépassant pas 12, dans les spectres anciens, une végétation correspondante comprenant 85% de tremble. Avec toutes les réserves liées à l'utilisation des facteurs de correction (*pollen ratios*), il semble établi que des pourcentages polliniques de l'ordre de 20 (ou plus) reflètent l'abondance, voire la dominance du tremble dans le paysage végétal.

Ces forts maxima du pollen du tremble sont rencontrés, au Québec, dans des diagrammes polliniques provenant de localités sises immédiatement au nord de la mer de Champlain ou de la mer de Goldthwait, ou de grands lacs proglaciaires. Ces plans d'eau ont dû faire office de barrières géographiques à la migration des plantes vers le nord. Dans de telles conditions, le peuplier faux-tremble a eu l'avantage sur l'épinette noire et les autres essences, en raison de ses graines soyeuses aisément transportées par le vent. Il a pu ainsi former des peuplements importants, (une tremblaie-parc), jusqu'à ce que les conditions permettent l'établissement de l'épinette noire et des autres essences à graines plus lourdes que celles du tremble.

La tremblaie extensive correspond à une modalité de la phase d'afforestation, induite par un contexte paléogéographique inhibant la colonisation forestière classique, en éliminant la compétition au niveau de la sylvie.

LA DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DES PAYSAGES VÉGÉTAUX RECONSTITUÉS

Une des questions fondamentales en paléophytogéographie consiste à déterminer l'espace couvert par un type de végétation donné, et la tranche de temps qu'il a occupé. La précision de cette détermination repose sur le nombre de diagrammes polliniques établis d'une part, et sur la quantité de datations obtenues par la méthode au radiocarbone d'autre part.

Nous disposons de suffisamment de données pour présenter une première esquisse de la distribution spatio-temporelle des paysages végétaux ayant précédé la phase forestière, au Québec méridional. Ces données sont présentées au tableau III et représentées sur les figures 4 à 7, sous forme de cartes. Aucun échantillon ne contenait de carbonates pouvant réagir à l'acide chlorhydrique. Les âges reportés sur les figures correspondent soit à des âges mesurés, soit à des âges interpolés ou extrapolés. La comparaison des chiffres des figures avec les données du tableau III permet de juger de la valeur des interpolations et des extrapolations. Les données de datage n'ont pas été corrigées.

Le métachronisme, évident à l'observation des figures, constitue un trait majeur de la distribution spatio-temporelle de la végétation du passé. Pour le désert périglaciaire, par exemple, il existe environ 4000 ans de décalage entre le mont Shefford et le Parc provincial des Laurentides (fig. 4). Pour la toundra (fig. 5), un métachronisme aussi grand est enregistré. De même pour la taiga (fig. 6) et pour la tremblaie (fig. 7).

Ce métachronisme est hautement significatif. Il traduit, à l'échelle du territoire étudié, une remarquable diversité dans la couverture végétale du passé. Cette diversité peut être due à plusieurs facteurs tels l'époque de déglaciation, la position des stations par rapport à d'éventuelles barrières biogéographiques, l'altitude et d'autres. Quelles qu'en soient les causes, une première conclusion s'impose pour la palynostratigraphie, à savoir qu'il n'existe pas de zonation pollinique synchrone pour le tardiglaciaire du Québec méridional. L'analyse pollinique ne peut donc pas servir à dater les sédiments organiques durant cette période, du moins de façon absolue.

La méthode donne toutefois sa pleine mesure dans la mise en évidence de la diversité de la couverture végétale, aux diverses époques du passé, suggérant ainsi un provincialisme climatique ne correspondant pas nécessairement à l'actuel (P. Gangloff, comm. pers.). L'interprétation climatique des données de l'analyse pollinique pose toutefois certains problèmes dont il faut être conscient.

L'INTERPRÉTATION CLIMATIQUE

Les paysages végétaux reconstitués par l'analyse pollinique, au tardiglaciaire, peuvent soit correspondre aux stades initiaux de la colonisation végétale de terres fraîchement libérées des glaces, auquel cas le contrôle climatique a pu ne pas être très strict, soit représenter des formations végétales en équilibre avec des conditions climatiques rigoureuses, comme leurs analogues contemporains. Deux paramètres clés interviennent pour juger de l'état d'équilibre de la végétation avec le climat: ce sont le temps et la compétition.

TABLEAU III
Données chronologiques touchant le tardiglaciaire.
Chronological data concerning the late-glacial.

Nom de la station	nature du matériel daté	intervalle (cm)	âge (avant 1950)	n° du laboratoire de datation
Montagnais	tourbe	410 - 420	8510 ± 140	GSC - 1417
Caribou	gyttja	215 - 220	5145 ± 105	I - 8139
Malbaie	tourbe	190 - 200	8095 ± 155	I - 8137
Mimi	gyttja	425 - 435	9460 ± 280	QU - 70
	gyttja	455 - 460	10 180 ± 330	QU - 56
	gyttja	470 - 480	9770 ± 260	QU - 67
	gyttja	480 - 490	9945 ± 225	I - 7159
	argile & gyttja	500 - 514	11 050 ± 460	QU - 55
Joncas	gyttja	380 - 390	7140 ± 130	I - 5083
Saint-Raymond	tourbe	550 - 560	7970 ± 140	GSC - 1400
Sud du lac du Noyer	gyttja	425 - 430	8230 ± 270	I - 8825
	gyttja sableuse	440 - 445	9205 ± 385	I - 8842
	gyttja sableuse	448 - 455	9670 ± 190	I - 8497
Wapizagonke	gyttja	560 - 570	9730 ± 140	I - 8496
Gabriel	gyttja	645 - 650	7605 ± 380	I - 8785
	gyttja	700 - 705	7965 ± 220	I - 8784
	gyttja	725 - 733	9105 ± 175	I - 9038
Rond	gyttja sableuse	340 - 350	7920 ± 155	I - 9277
Borne	gyttja	550 - 555	5830 ± 300	I - 9452
	gyttja sableuse	595 - 610	8570 ± 215	I - 9427
	gyttja sableuse	610 - 630	8620 ± 165	I - 9281
Tania	gyttja sableuse	790 - 800	9380 ± 130	I - 9278
	gyttja sableuse	810 - 820	10 000 ± 195	I - 9279
Dosquet	tourbe	580 - 590	8835 ± 145	I - 7157
Saint-Benjamin	gyttja	520 - 570	9100 ± 150	I - 7156
Albion	gyttja	365 - 375	9005 ± 150	I - 8142
	gyttja	445 - 455	10 880 ± 160	I - 8141
Shefford	gyttja argileuse	505 - 515	11 100 ± 230	I - 8839
	gyttja argileuse	543 - 550	11 170 ± 230	I - 8840
	argile & gyttja	565 - 575	11 400 ± 340	I - 8841

Lorsqu'un certain type de végétation, reconstitué par l'analyse pollinique, occupe un paysage durant une période de temps suffisamment longue, on peut présumer qu'il a atteint et conservé, durant ladite période, un certain état d'équilibre avec les conditions du milieu. En effet, les stades de migration ou de succession ont en général une durée éphémère échappant à l'analyse pollinique, à moins que le taux d'accumulation des sédiments ne soit extrêmement rapide. Le temps (ou mieux, la durée) constitue donc un paramètre important, permettant de juger de l'état d'équilibre d'un type de végétation avec les conditions du milieu, surtout le climat. Certains types de végétation peuvent toutefois se perpétuer et donner, à tort, l'impression d'un équilibre avec les conditions climatiques, simplement par l'absence d'espèces compétitrices pouvant déplacer les taxons dont ils sont composés. L'absence d'espèces compétitrices peut être contrôlée par le climat, auquel cas la végétation reconstituée reflète les conditions cli-

matiques. Des barrières géographiques diverses et la lenteur de migration des taxons peuvent néanmoins favoriser la persistance d'un type de végétation donné sans que le climat en soit le principal responsable. C'est probablement le cas pour la tremblaie de la phase d'afforestation dans plusieurs localités. Par ailleurs, lorsque toutes les plantes compétitrices sont en présence, le type de végétation reconstitué doit avoir été en équilibre avec les conditions du milieu physique, et sous le contrôle prédominant du climat. C'est sans doute le cas de la toundra, au site du lac Joncas (fig. 1).

À la lumière de ces considérations, la reconstitution du climat au tardiglaciaire donne lieu aux remarques suivantes:

1) Il existe généralement un laps de temps assez considérable entre l'âge de la dernière déglaciation, tel qu'il peut être lu sur la carte de PREST (1969), par exemple, et celui de l'accumulation des premiers

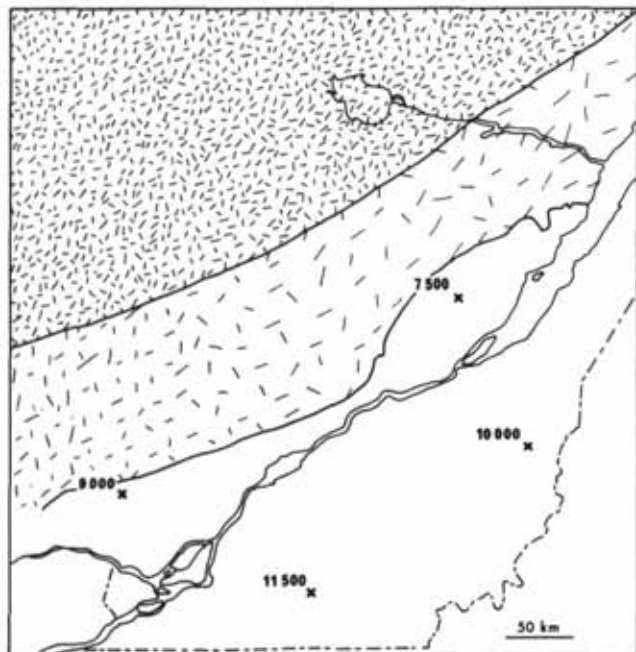


FIGURE 4. Distribution spatio-temporelle du désert périglaciaire: ● âge mesuré; ○ âge interpolé; × âge extrapolé. Les surcharges réfèrent à la position présumée de l'inlandsis, il y a respectivement 10 800 ans AA (Saint-Narcisse) et 10 000 ans AA (fig. 2).

Space and time distribution of the periglacial desert: ● measured age; ○ interpolated age; × extrapolated age. The patterns refer to the presumed position of the ice front respectively 10 800 BP (St. Narcisse) and 10 000 PB (Fig. 2).

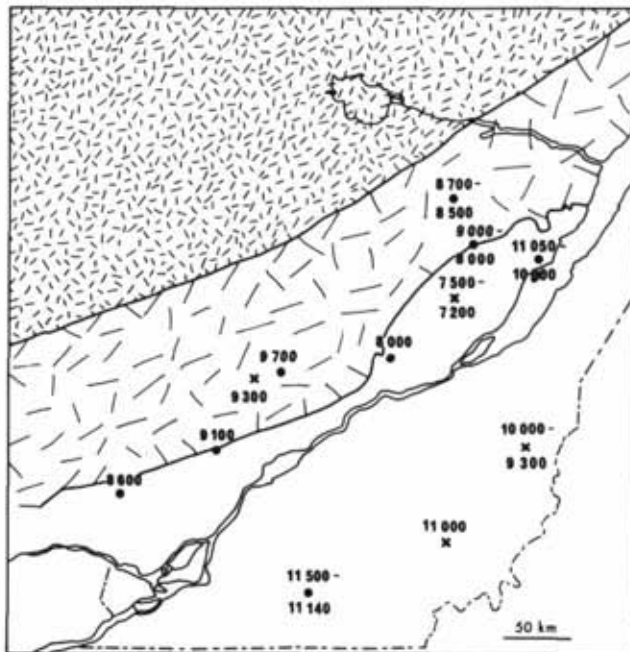


FIGURE 5. Distribution spatio-temporelle de la toundra (lég. de la fig. 4)

Space and time distribution of the tundra (Fig. 4 caption).

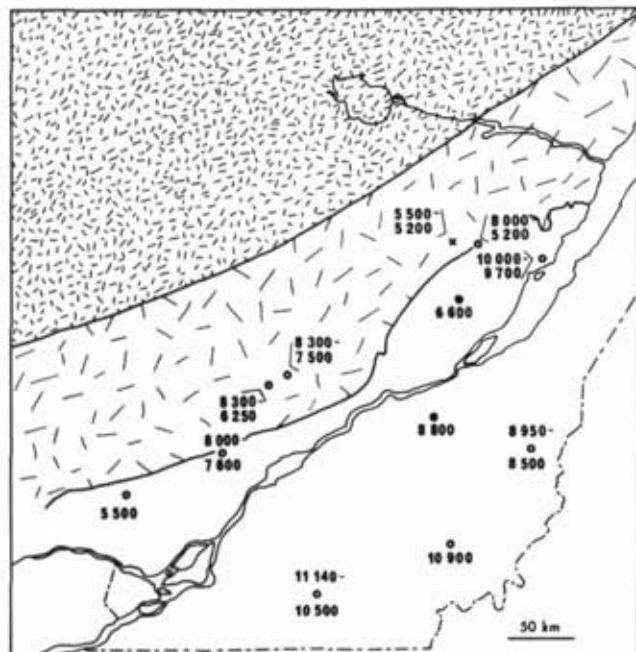


FIGURE 6. Distribution spatio-temporelle de la pessière ouverte (lég. de la fig. 4).

Space and time distribution of the open spruce woodland (Fig. 4 caption).

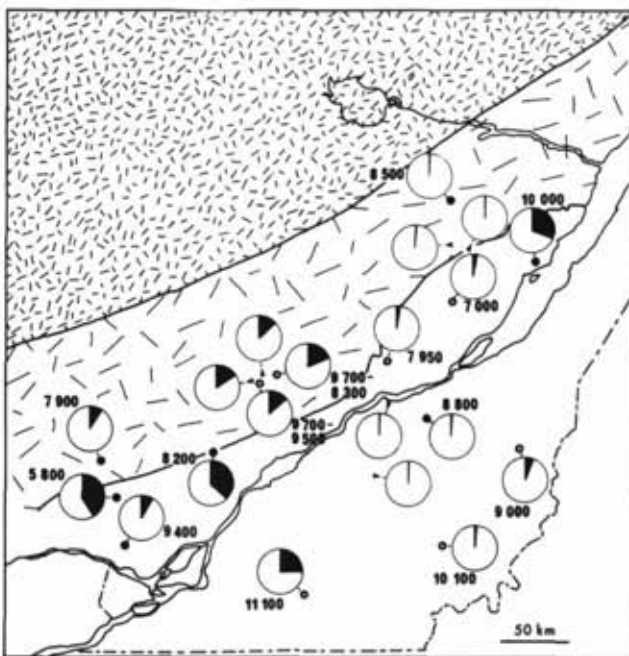


FIGURE 7. Distribution spatio-temporelle de la tremblaie et pourcentages polliniques maxima de *Populus tremuloides* (lég. de la fig. 4).

Space and time distribution of the aspen parkland and maximum percentages of *Populus tremuloides* (Fig. 4 caption).

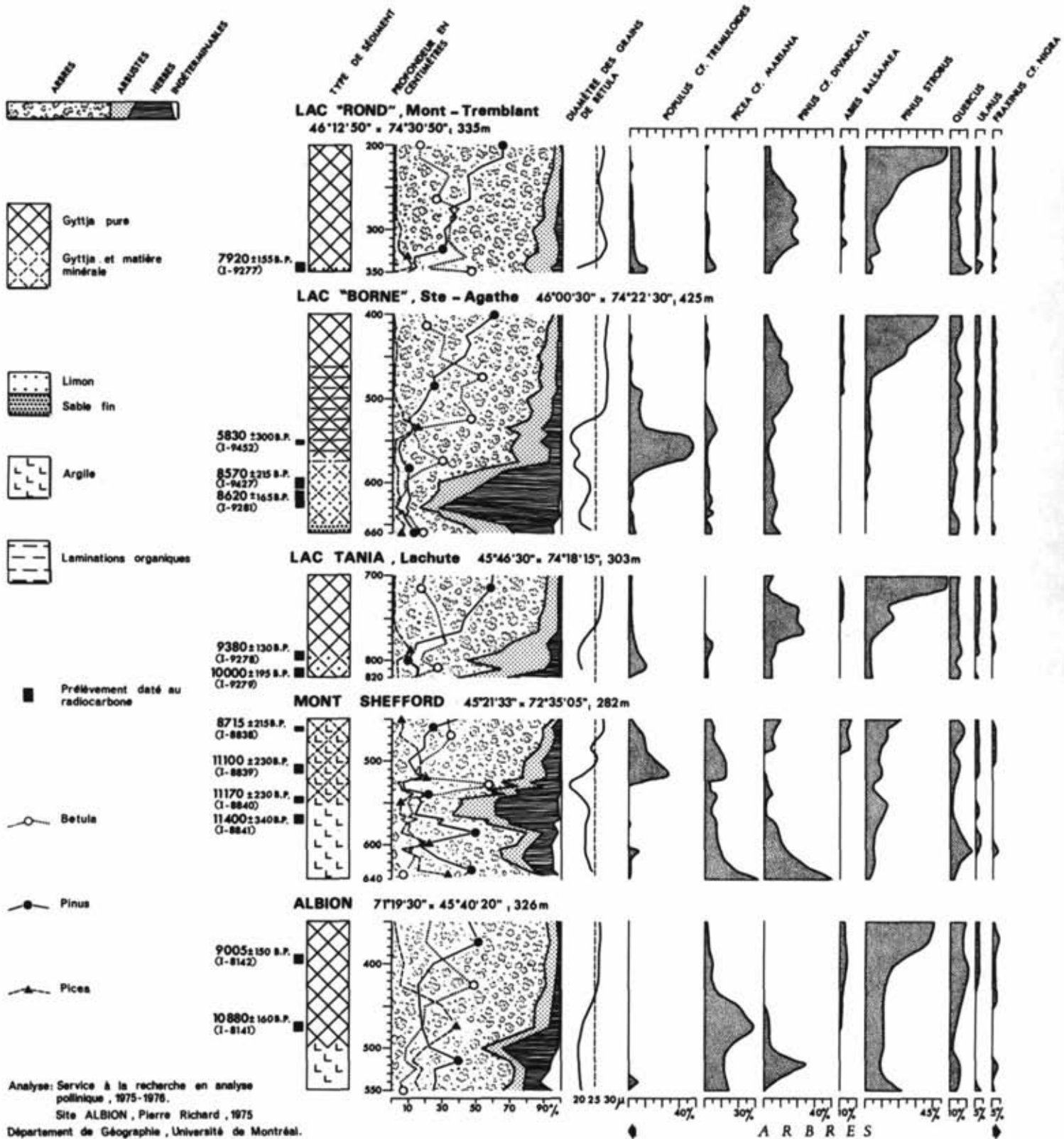
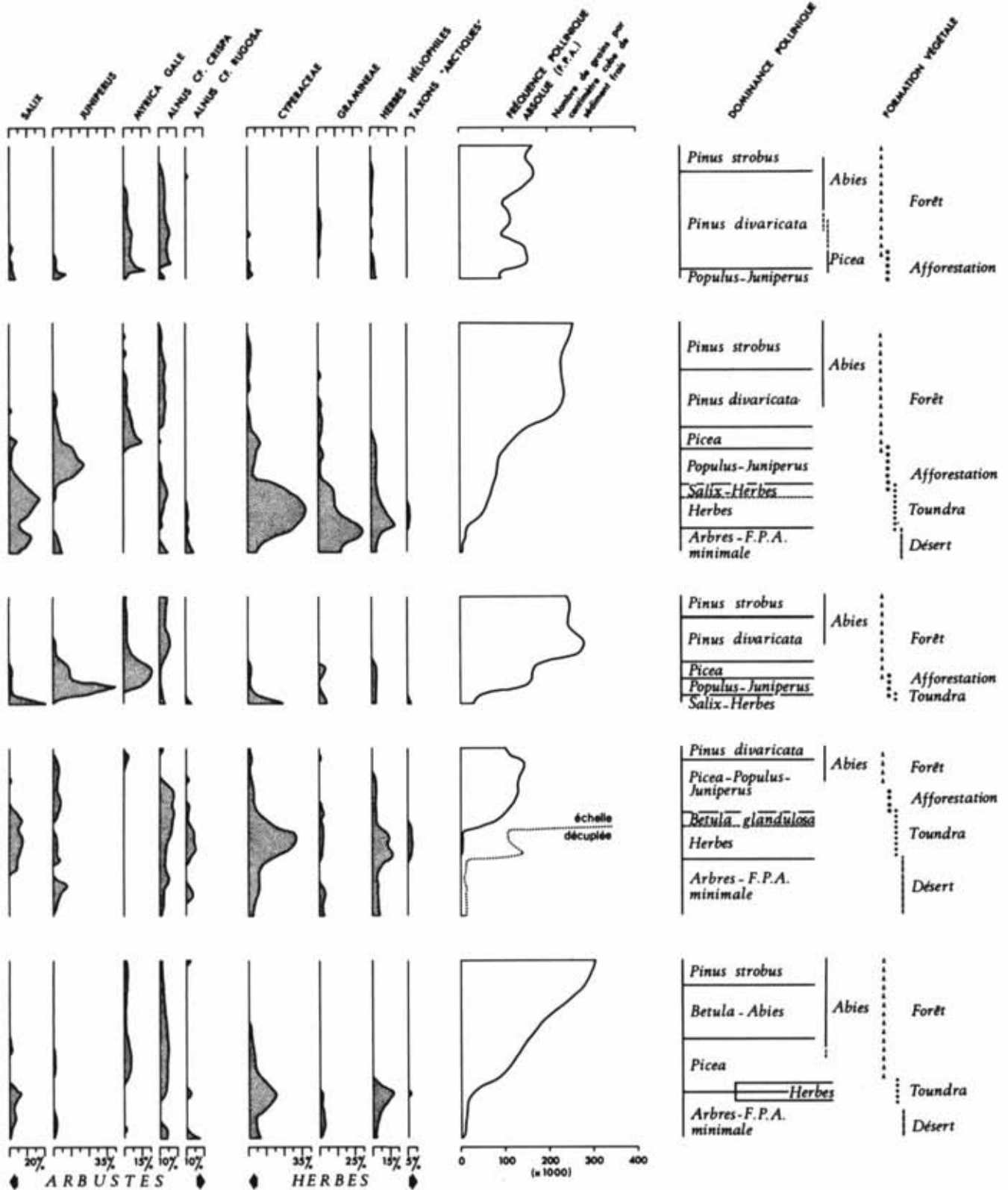


FIGURE 8. Diagrammes polliniques tardiglaciaires de la région de Montréal.

Late-Glacial pollen diagrams of the Montréal Region.



sédiments organiques datables dans les bassins étudiés, au Québec méridional. Cette constatation à caractère négatif, peut néanmoins être utilisée comme élément de preuve de l'existence de conditions climatiques très rigoureuses immédiatement après le retrait de l'inlandsis. Ces conditions auraient été telles, que l'activité biologique au sein des lacs aurait été presque nulle, et la végétation périphérique, inexistante. Le laps de temps en question pouvant atteindre 3 500 ans, comme dans le parc des Laurentides (site Joncas), on conçoit aisément l'importance paléogéographique de cette « période impondérable ». Nous ne pouvons qu'espérer la découverte de sédiments témoins de cette époque.

2) La reconstitution de paysages végétaux attribuables au désert périglaciaire et à la toundra reflète, dans la plupart des cas, l'existence d'un climat très rigoureux durant cette période métachrone du tardiglaciaire. Ces paysages ont occupé, à beaucoup d'endroits, un temps suffisamment long pour que l'hypothèse de simples stades initiaux de colonisation puisse être écartée. Il ne peut non plus s'agir de l'effusion de ces stades puisque partout, les arbres (notamment le tremble) avaient la possibilité d'entrer directement en compétition avec la flore herbacée et arbustive. Le climat devait donc intervenir pour maintenir ces formations végétales ouvertes. Enfin, l'existence d'une palynoflore diversifiée contenant beaucoup d'éléments connus actuellement comme arctiques-alpins, vient à l'appui d'un climat tardiglaciaire rigoureux.

3) Même la mise en évidence de la taïga, du moins à certaines localités, prêche en faveur de conditions climatiques rigoureuses durant la phase d'afforestation. Le Québec méridional étant un territoire strictement forestier, on conçoit mal comment la forêt aurait pu mettre si longtemps à se constituer (même en tenant compte de la distance des refuges et de l'aptitude des essences à accroître leur aire) sans faire intervenir un ralentissement engendré par la rigueur du climat.

4) Pour ce qui est de la tremblaie, on l'a vu, sa constitution semble être entièrement attribuable à l'existence d'une barrière phytogéographique freinant de façon différentielle la migration des arbres vers le nord. Son maintien en basse Mauricie, jusque vers 8300 ans AA, pourrait néanmoins être attribuable à la persistance de conditions climatiques défavorables à un envahissement massif par les arbres plus thermophiles, la barrière géographique (la mer de Champlain) étant alors disparue. Quoi qu'il en soit, un facteur quelconque a nécessairement favorisé le tremble, car cette essence supporte très mal la compétition. Ce facteur (ou cet ensemble de facteurs) a dû être particulièrement actif aux environs du site Borne, pour maintenir la tremblaie aussi tardivement que 5800 ans AA, pen-

dant que la végétation des régions périphériques continuait d'évoluer normalement (fig. 7 et 8).

Si l'on admet une certaine corrélation entre la végétation reconstituée par l'analyse pollinique et le climat, alors il faut admettre que les conditions climatiques ont été, au tardiglaciaire, très diversifiées à l'échelle du territoire étudié. Le métachronisme caractérisant la végétation frappe aussi le climat. Deux principaux gradients sont perceptibles: un gradient latitudinal, lié au mouvement général de déglaciation, et un gradient altitudinal, entraînant la persistance de conditions froides en montagne (fig. 1).

CONCLUSION

La connaissance, par la méthode de l'analyse pollinique, des vicissitudes climatiques durant le tardiglaciaire doit passer par une reconstitution aussi détaillée que possible de la végétation de cette période. L'application à de nouveaux diagrammes polliniques, d'une méthodologie originale de l'interprétation des spectres, permet de circonscrire assez nettement la physionomie et la composition de la végétation tardiglaciaire. Il est maintenant fermement établi qu'une couverture végétale comparable à la toundra actuelle a précédé, un peu partout au Québec méridional, l'installation de la forêt suite au retrait de l'inlandsis wisconsinien. Il apparaît par ailleurs hautement probable que le maintien de cette formation végétale a été dû à des conditions climatiques rigoureuses.

Ces conclusions sont très importantes en elles-mêmes car elles précisent l'image du tardiglaciaire québécois. Cette image cadre assez bien avec ce qui est connu de l'évolution de la végétation dans l'hémisphère boréal, après le retrait du dernier glacier continental. La distribution spatio-temporelle des paysages végétaux reconstitués pose toutefois un problème de métachronisme dont l'ampleur apparaît particulièrement grande, au Québec méridional (fig. 4 à 7). Les datations au radiocarbone ont été effectuées dans les meilleures conditions et on ne peut les rejeter simplement parce qu'elles concourent à reconstituer la toundra vers 8600 ans AA à Sainte-Agathe, ou vers 7300 dans la partie sud du parc des Laurentides! Ces cas extrêmes appartiennent à un même problème de fond, qui devra recevoir toute notre attention dans les années à venir.

Actuellement, très peu de diagrammes polliniques remontent assez loin dans le passé pour avoir été témoins des épisodes géologiques représentés sur la figure 2, surtout les positions des moraines frontales. Parmi ceux-ci, aucun ne permet de conclure à une oscillation climatique. Le tardiglaciaire semble, en l'état actuel des données, n'avoir connu qu'une tendance unidirectionnelle au réchauffement.

La perspective d'une augmentation de plus en plus rapide des diagrammes polliniques, d'une part, et du nombre des datations au radiocarbone, d'autre part, permet d'entrevoir la définition plus précise de l'histoire de la végétation et de l'environnement du tardiglaciaire du sud du Québec.

REMERCIEMENTS

Une part importante de ces recherches a été rendue possible grâce à une subvention du Conseil national de recherche du Canada et du ministère de l'Éducation du Québec (F.C.A.C.).

RÉFÉRENCES

- AMERICAN ASSOCIATION FOR STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1961): Code of stratigraphic nomenclature, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 45, n° 5, p. 645-665.
- AARIO, L. (1940): Waldgrenzen und subrezentellen Pollenspektren in Petsamo, Lappland. *Ann. Acad. Sc. Fenn.*, Helsinki, ser. A, n° 4, p. 1-120.
- BAKER, E. A., édit. (1958): *Cassell's french-english english-french dictionary*, Cassel, Toronto, 558 p., 28^e éd.
- BIRKS, H. J. B. (1973): Modern pollen rain studies in some arctic and alpine environments, p. 143-168. in H. J. B. Birks and R. J. West, édit., *Quaternary Plant Ecology*, Blackwell, 326 p.
- DANSEREAU, P. (1956): Le coincement, un processus écologique, *Acta Biotheoretica*, vol. 11, p. 157-178.
- DAVIS, M. B. (1958): Three pollen diagrams from central Massachusetts, *Am. J. Sci.*, vol. 256, p. 540-570.
- (1965): Phytogeography and palynology of northeastern United States, p. 377-401, in H. E. Wright and D. G. Frey, édit., *The Quaternary of the United States*, Princeton Univ. Press, 922 p.
- DAVIS, M. B., GOODLETT, J. C. (1960): Comparison of the present vegetation with pollen-spectra in surface samples from Brownington Pond, Vermont, *Ecology*, vol. 41, p. 346-357.
- DIONNE, J.-C., JURDANT, M. et BEAUBIEN, J. (1968): Moraines frontales dans le parc des Laurentides et régions avoisinantes, *Ann. ACFAS*, vol. 35, p. 130.
- ELSON, J. A. (1969): Late Quaternary Marine Submergence of Quebec, *Rev. Géogr. Montr.*, vol. 23, n° 3, p. 247-258.
- FAEGRI, K., IVERSEN, J. (1964): *Textbook of pollen analysis*, Munksgaard, Copenhagen, 237 p.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1973): The boundary-stratotype of the Holocene, p. 4-17, in *Symposium on the boundaries of the Pleistocene*, INQUA 1973, 163 p. (miméo.).
- FIRBAS, F. (1934): Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation walddloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse, *Planta*, vol. 22, p. 109-145.
- GADD, N. R. (1964): Moraines in the Appalachian region of Québec, *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 75, p. 1249-1254.
- (1971): Pleistocene geology of the central St-Lawrence Lowland, *Geol. Surv. Can.*, Mem. 359, p. 1-149.
- GADD, N. R., McDONALD, B. C., SHILTS, W. W. (1972): Glacial recession in southern Québec, *Geol. Surv. Can.*, Pap. 71-47, 19 p.
- KING, J. E., KAPP, R. O. (1963): Modern pollen rain studies in eastern Ontario, *Can. J. Bot.*, vol. 41, p. 243-252.
- LASALLE, P. (1966): Late Quaternary vegetation and glacial history in the St-Lawrence Lowlands, Canada, *Leidse Geol. Mededel.*, vol. 38, p. 91-128.
- LASALLE, P., ELSON, J. A. (1975): Emplacement of the St. Narcisse moraine as a climatic event in eastern Canada, *Quaternary Res.*, vol. 5, p. 621-625.
- LASALLE, P., HARDY, L. et POULIN, P. (1972): *Une position du front-glaciaire au nord et au nord-est de la ville de Québec*, Min. Rich. Nat., Québec, Serv. Explor. Géol., S-135, 8 p.
- LICHTI-FEDEROVICH, S. (1970): The pollen stratigraphy of a dated section of late Pleistocene lake sediment from central Alberta, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 7, n° 3, p. 938-945.
- LICHTI-FEDEROVICH, S., RITCHIE, J. C. (1965): Contemporary pollen spectra in central Canada. II. The forest-grassland transition in Manitoba, *Pollen et Spores*, vol. 7, n° 1, p. 63-87.
- McDONALD, B. C. (1967): Pleistocene events and chronology in the Appalachian region of southeastern Québec, Canada, these. Ph.D., 161 p., 23 fig. Yale Univ., New Haven.
- (1969): Deglaciation and differential postglacial rebound in the Appalachian region of southeastern Québec, *J. Geol.*, vol. 76, p. 664-677.
- (1971): Late Quaternary stratigraphy and deglaciation in eastern Canada, p. 331-353, in K. K. Turekian, édit., *The late Cenozoic glacial ages*, Yale Univ. Press, 606 p.
- MÖRNER, N.-A. (1973): The Pleistocene/Holocene boundary in southern Sweden, p. 18-32, in *Symposium on the boundaries of the Pleistocene*, INQUA 1973, 163 p. (miméo.).
- MOTT, R. J. (1974): Modern pollen spectra from Labrador, *Geol. Surv. Can.*, Pap. 74-1, part B, p. 232-234.
- (1975): Palynological studies of lake sediment profiles from southwestern New Brunswick, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 12, n° 2, p. 273-288.
- (1977): Late-Pleistocene and Holocene palynology in southeastern Québec, *Géogr. phys. Quat.*, vol. XXXI, n° 1-2, p. 139-149.
- PREST, V. K. (1969): Retreat of Wisconsin and recent ice in North America, *Geol. Surv. Can.*, Map 1257A.
- RICHARD, P. (1971): Two pollen diagrams from the Quebec City area, Canada, *Pollen et Spores*, vol. 13, n° 4, p. 523-559.
- (1973a): Histoire postglaciaire comparée de la végétation dans deux localités au nord du parc des Laurentides, Québec, *Nat. can.*, vol. 100, p. 577-590.
- (1973b): Histoire postglaciaire comparée de la végétation dans deux localités au sud de la ville de Québec, *Nat. can.*, vol. 100, p. 591-603.

- (1973c): Histoire postglaciaire de la végétation dans la région de Saint-Raymond de Portneuf, telle que révélée par l'analyse pollinique d'une tourbière, *Nat. can.*, vol. 100, p. 561-575.
- (1975a): Contribution à l'histoire postglaciaire de la végétation dans la plaine du Saint-Laurent: Lotbinière et Princeville, *Rev. Géogr. Montr.*, vol. 29, n° 2, p. 95-107.
- (1975b): Contribution à l'histoire postglaciaire de la végétation dans la région des Cantons-de-l'Est: étude des sites de Weedon et Albion, *Cah. Géogr. Qué.*, vol. 19, n° 47, p. 267-284.
- (1976): *Contribution à l'histoire post-wisconsinienne de la végétation du centre du Québec méridional, par l'analyse pollinique*, thèse de doctorat d'État, Univ. des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 315 p. de texte, 114 fig., 24 diagrammes (miméo.).
- RICHARD, P. et POULIN, P. (1976): Un diagramme pollinique au mont des Éboulements, région de Charlevoix, Québec, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 13, n° 13, p. 145-156.
- RITCHIE, J. C. LICHTI-FEDEROVICH, S. (1968): Holocene pollen assemblages from the Tiger Hills, Manitoba, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 5, p. 873-880.
- ROUSSEAU, J. (1968): The vegetation of the Québec-Labrador peninsula between 55° and 60° N, *Nat. can.*, vol. 95, p. 469-563.
- ROWE, J. S. (1972): *Les régions forestières du Canada*, Min. Env., Serv. can. for., publ. 1300 F., 172 p.
- SHILTS, W. W. (1969): Pleistocene geology of the lac Mégantic region, southeastern Québec, Canada, Ph.D. Dissert., Syracuse Univ. (N.Y.).
- TERASMAE, J. (1973): Notes on late Wisconsin and early Holocene history of vegetation in Canada, *Arct. Alp. Res.*, vol. 5, n° 3, p. 201-222.
- (1974): An evaluation of methods used for reconstruction of Quaternary environments, p. 5-32, in W. C. Mahaney, éd., *Quaternary Environments. Proceeding of a symposium*. Geographical Monographs, n° 5, 400 p.
- TERASMAE, J., MOTT, R. J. (1965): Modern pollen deposition in the Nichicun lake area, Quebec, *Can. J. Bot.*, vol. 43, p. 393-404.
- WENNER, C.-G. (1947): Pollen diagrams from Labrador. *Geogr. Ann.*, vol. 29, p. 137-374.
- WEST, R. G. (1968): *Pleistocene geology and biology*, Longmans, Green, Londres, 377 p.
- WRIGHT, H. E. (1971): Late Quaternary vegetational history of North America, p. 425-464, in K. K. Turekian, éd., *The late Cenozoic glacial ages*, Yale Univ. Press, 606 p.

QUESTIONS ET COMMENTAIRES

G. PRICHONNET:

- 1) «Quelle est la durée de cette toundra périglaciaire?»
- 2) «Précisez si possible les différences dans les durées régionales, particulièrement entre le littoral sud et le littoral nord de la mer de Champlain.»

P. RICHARD:

- 1) «Sa durée est très variable. On peut en avoir une idée en soustrayant les dates disponibles pour la toundra (fig. 5) des dates présumées pour la déglaciation, telles qu'elles apparaissent sur la carte de PREST (1969), par exemple.»
- 2) «Les données sont insuffisantes pour cet exercice. Néanmoins, la toundra semble avoir été fragmentaire, voire absente, sur le littoral sud, au moins au tardi-champlainien; du côté nord, les évidences de toundra sont plus claires et abondantes.»

J. G. OGDEN:

- 1) «Part of scatter in ^{14}C dates and tundra evidence is due to large sample interval for sufficient carbon to date. Because of sediment compaction, actual age range of sample exceeds laboratory analytical error ($\pm \sigma$).»
- 2) «Recall Mott's diagrams showing absolute pollen influx the sharp rise in APF (ca. 9200 - 9500 BP) is similar to others known from Green's work in Nova Scotia, Davis in Maine, and Faers. We cannot infer trees in the vicinity of a site at less than 10^3 grains/cm²/yr.»

N-A. MÖRNER:

«Whereas too many purely vegetational pollen studies tend to ignore the glacial records and do not cover the oldest lake sediments phases with sufficient resolution to be significant for glaciologists, the study by Richard combines palynology and glaciology in a way that we all must appreciate very much. Undoubtedly, this type of approach has a great potential for the reconstruction and understanding of «Paléo-Québec».