Document généré le 5 juin 2025 05:00

Géographie physique et Quaternaire

Paléophytogéographie de l'épisode de Saint-Narcisse dans la région de Sainte-Agathe, Québec
Paleophytogeography of the Saint-Narcisse episode in the Sainte-Agathe area, Québec
Paleogeographie der Episode von Saint Narcisse in der St-Agathe Region von Québec

Louise Savoie et Pierre Richard

Volume 33, numéro 2, 1979

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1000067ar
DOI : https://doi.org/10.7202/1000067ar

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

Savoie, L. & Richard, P. (1979). Paléophytogéographie de l'épisode de Saint-Narcisse dans la région de Sainte-Agathe, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, *33*(2), 175–188. https://doi.org/10.7202/1000067ar

Résumé de l'article

Trois diagrammes polliniques ont été établis dans la région de Sainte-Agathe, à environ 80 km au nord de Montréal, afin de reconstituer la végétation et les conditions climatiques durant la mise en place de la moraine bordière de Saint-Narcisse. Les séquences polliniques remontent à plus de 10 800 ans avant l'actuel. Les diagrammes présentent une phase initiale de végétation très ouverte, comparable à l'actuelle toundra (jusqu'à 9 750 ans BP, dans le meilleur cas). L'afforestation subséquente s'est effectuée entre 10 800 et 8 600 ans BP, par la constitution d'une tremblaie-parc (*Populus tremuloides*). Elle fut suivie par la phase forestière, représentée d'abord par des essences de la forêt boréale coniférienne, puis par des arbres à feuillage caduque du domaine de l'érablière à érable à sucre (*Acer saccharum*), jusqu'à nos jours. Les datations obtenues sur les trois carottes rendent suspecte la date de 8500 ans BP pour la toundra au site Borne (RICHARD, 1977). Les lacs que nous avons échantillonnés, entourant littéralement le site Borne, ont révélé que la toundra y était antérieure à 10 820 ans BP au site Sav-II, à 10 420 ans BP au site du lac à Saint-Germain et daterait de 10170 ans BP au site Sav-I. Un horizon minéral au sein des sédiments organiques, dans la carotte du lac à Saint-Germain a été relié à un phénomène de remaniement de sédiments lacustres, probablement par glissement sous-aquatique. Enfin, les diagrammes polliniques n'enregistrent pas l'oscillation climatique à laquelle plusieurs auteurs ont attribué l'épisode de Saint-Narcisse.

Tous droits réservés © Les Presses de l'Université de Montréal, 1979

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Géogr. phys. Quat., 1979, vol. XXXIII, n° 2, p. 175-188.

PALÉOPHYTOGÉOGRAPHIE DE L'ÉPISODE DE SAINT-NARCISSE DANS LA RÉGION DE SAINTE-AGATHE, QUÉBEC

Louise SAVOIE et Pierre RICHARD, Département de géographie, université de Montréal, c.p. 6128, Montréal, Québec H3C 3J7.

RÉSUMÉ Trois diagrammes polliniques ont été établis dans la région de Sainte-Agathe, à environ 80 km au nord de Montréal, afin de reconstituer la végétation et les conditions climatiques durant la mise en place de la moraine bordière de Saint-Narcisse. Les séquences polliniques remontent à plus de 10 800 ans avant l'actuel. Les diagrammes présentent une phase initiale de végétation très ouverte, comparable à l'actuelle toundra (jusqu'à 9 750 ans BP, dans le meilleur cas). L'afforestation subséquente s'est effectuée entre 10 800 et 8 600 ans BP, par la constitution d'une tremblaie-parc *(Populus tremuloides)*. Elle fut suivie par la phase forestière, représentée d'abord par des essences de la forêt boréale coniférienne, puis par des arbres à feuillage caduque du domaine de l'érablière à érable à sucre *(Acer saccharum)*, jusqu'à nos jours. Les datations obtenues sur les trois carottes rendent suspecte la date de 8500 ans BP pour la toundra au site Borne (RICHARD, 1977). Les lacs que nous avons échantillonnés, entourant littéralement le site Borne, ont révélé que la toundra y était antérieure à 10 820 ans BP au site Sav-II, à 10 420 ans BP au site du lac à Saint-Germain et daterait de 10 170 ans BP au site Sav-I. Un horizon minéral au sein des sédiments organiques, dans la carotte du lac à Saint-Germain a été relié à un phénomène de remaniement de sédiments lacustres, probablement par glissement sous-aquatique. Enfin, les diagrammes polliniques n'enregistrent pas l'oscillation climatique à laquelle plusieurs auteurs ont attribué l'épisode de Saint-Narcisse.

ABSTRACT *Paleophytogeography of the Saint-Narcisse episode in the Sainte-Agathe area, Québec.* Three pollen diagram from the Sainte-Agathe region, at about 80 km north of Montréal, have been made to reconstruct the vegetational and climatic environment related to the Saint-Narcisse episode. The pollen sequences date back to more than 10 800 years before present. The vegetation history begins by an open vegetation phase, comparable to the present-day tundra, until about 9 750 BP. The afforestation phase is represented by an open aspen parkland *(Populus tremuloides)*, from about 10 800 to 8 600 years BP. The following forest phase was first marked by the immigration of the boreal conifer forest elements, gradually replaced by deciduous trees of the present-day sugar maple *(Acer saccharum)* domain. The radiocarbon dates on the three cores invalidate the age of 8500 BP previously proposed for the tundra phase at site Borne (RICHARD, 1977). This vegetation phase at the three surrounding sites would have an age of 10 170 BP at site Sav-I, and of more than 10 820 and 10 420 years BP at Sav-II and Lac à Saint-Germain sites, respectively. An inorganic horizon within the organic sediments in two cores at Lac à Saint-Germain has been attributed to reworking of sediments, possibly by subaquatic sliding. Finally, the pollen diagrams do not register the climatic fluctuation to which many authors related the Saint-Narcisse episode.

ZUSAMMENFASSUNG *Paleogeographie der Episode von Saint Narcisse in der St-Agathe Region von Québec.* Drei Pollendiagramme wurden in der St-Agathe Region, ca 80 km nördlich von Montréal gemacht, um die Vegetation und die klimatische Umgebung der St-Narcisse Episode darzustellen. Die Pollensequenzen gehen über 10 800 Jahre v.u.Z. zurück. Die Vegetationgschichte beginnt mit einer offenen Vegetationsphase, die sich mit der heutigen Tundra vergleichen lässt und sich bis ca 10 170 v.u.Z. erstreckt. Die Bewaldungsphase ist durch eine offene Pappel-Parklandschaft (Populus tremuloides) von ca 10 200-9100 Jahre v.u.Z. gekennzeichnet. Die folgende Waldphase war zuerst durch die Einwanderung von boreal Nadelwaldelementen gekennzeichnet und wurde allmählich durch Bäume aus der heutigen Ahornfamilie (Acer saccharum) ersetzt. Die radiocarbon Datierung der 3 Bohrkerne macht das vorher angenommene Alter von 8500 v.u.Z. für die Tundraphase in Borne (Richard, 1977) ungültig. Diese Vegetationsphase in den drei umliegenden Gebieten dürfte ein Alter von 10 170 v.u.Z. am Ort Sav-I haben und mehr als 10 820 und 10 420 v.u.Z. entsprechend in Sav-II und am Lac-à-St-Germain. Eine nicht organische Linie in den Bewegungen der Seebodensedi-Bohrkernen am Lac-à-St-Germain wurde den Bewegungen de Seebodensedimente zugeschrieben, wahrscheinlich kam sie durch Unterwasserverschiebungen zustande. Schliesslich zeigen die Pollendiagramme keine klimatische Schwingung, welcher mehrere Autoren die St-Narcisse Episode zuschreiben.

INTRODUCTION

L'historique des travaux d'analyse pollinique au Québec (TERASMAE, 1969; RICHARD, 1970) montre que la très grande majorité des auteurs s'est attachée à établir des diagrammes polliniques couvrant l'ensemble de la période postérieure au retrait de l'inlandsis wisconsinien jusqu'à nos jours. Les buts poursuivis étaient divers, les reconstitutions de l'histoire de la végétation et du climat et les corrélations stratigraphiques dominant très nettement. Peu de recherches ont été spécifiquement entreprises pour reconstituer l'histoire de l'environnement durant la déglaciation du Québec méridional. Les données dont nous disposons à ce sujet ont été tirées de travaux ayant un thème plus vaste, des limites temporelles plus larges. Parmi ceux-là, les recherches de LASALLE (1966) sont celles qui montrent la plus grande préoccupation pour cette période.

Les recherches dont nous faisons état ici découlent du mémoire de maîtrise de l'un de nous (SAVOIE, 1978). L'objectif poursuivi est de reconstituer, par l'analyse pollinique, les conditions de l'environnement lors de la mise en place de la moraine bordière de Saint-Narcisse. Cette moraine (ou ce complexe morainique) est attribuée à une halte dans le mouvement général de recul de l'inlandsis; certains secteurs présentent même la preuve d'une réavancée glaciaire (RONDOT, 1974; OCCHIETTI, 1977). L'importance spatiale de ce complexe (longueur: 300 km environ) a amené LASALLE et ELSON (1975), entre autres, à le relier à une oscillation climatique. La datation de cet événement sera discutée plus loin; elle varie entre 10 500 et 11 500 ans BP.

Dans l'éventualité d'une oscillation climatique durant la période de retrait de l'inlandsis, on peut penser que la végétation de l'époque ait pu y réagir et que l'analyse pollinique puisse mettre cette réaction en évidence. Des oscillations semblables, en Europe occidentale, ont été depuis longtemps décelées par l'analyse pollinique. Les contributions étant trop nombreuses, nous renvoyons le lecteur à la synthèse préparée par IVERSEN (1973) et à l'article de WALKER (1975). Elles ont donné lieu notamment, à la nomenclature bien connue des *Dryas* pour étiquetter les périodes froides séparées par des phases plus chaudes. Par ailleurs, ces oscillations climatiques se sont aussi traduites par l'accumulation, dans les lacs, de sédiments surtout inorganiques durant les phases froides et surtout organiques pendant les phases plus chaudes.

En Amérique du Nord, les évidences d'oscillations climatiques tardiglaciaires enregistrées par l'analyse pollinique sont maigres, voire inexistantes (CUSHING, 1967). Au Québec, seul LaSalle décèle, dans le diagramme pollinique de la tourbière du mont Saint-Hilaire, l'expression d'une oscillation climatique à l'époque de mise en place de la moraine de Saint-Narcisse. Cependant, l'absence d'un contrôle chronologique serré et de déterminations de la concentration pollinique sur cette carotte rend l'interprétation aléatoire.

La moraine de Saint-Narcisse étant la dernière position frontale remarquable dans l'histoire de la déglaciation du sud du Québec, c'est elle qui a été choisie comme objet d'étude. D'après SAARNISTO (1974), l'enregistrement d'éventuelles fluctuations climatiques, par l'analyse pollinique, exige que les sites (sédiments lacustres) étudiés soient rapprochés du front glaciaire de l'époque. Nous avons donc choisi trois petits lacs dans la région de Sainte-Agathe, de part et d'autre de la moraine de Saint-Narcisse (fig. 1). Dans cette région, d'autres diagrammes polliniques ont été produits (POTZGER, 1954; RICHARD, 1977b). Au site Borne, des assemblages polliniques attribués à un paysage de toundra ont été datés par le ^{14}C à environ 8500 BP, alors que plusieurs autres sites révèlent une végétation beaucoup plus thermophile à cette époque, dans le reste du Québec méridional. Les trois sites présentés ici, encadrant celui du lac Borne, devraient permettre d'éclairer cette particularité chronologique concernant la toundra tardiglaciaire. Enfin, bien sûr, l'analyse pollinique a porté sur l'ensemble des sédiments échantillonnés, jusqu'à la période actuelle, mais l'effort a porté surtout sur la période suivant immédiatement la déglaciation.

CADRE ÉCOLOGIQUE RÉGIONAL

Les trois lacs retenus pour l'étude du contenu sporopollinique de leurs sédiments sont situés dans un rayon de dix kilomètres au sud-ouest, à l'ouest et au nord-ouest de Sainte-Agathe. Les dépôts meubles quaternaires sont variés (LAMOTHE, 1977). Les principales unités lithostratigraphiques sont les tills, les dépôts glacio-lacustres, marins, fluviatiles et, enfin, les tourbes et les dépôts éoliens.

La végétation de la région appartient au domaine de l'érablière à bouleau jaune (GRANDTNER, 1966). La couverture végétale actuelle a été fortement influencée par l'action humaine. Les groupements matures sont rares. Des sapinières (sapin baumier: *Abies balsamea*) occupent souvent les fonds de vallée et les terres marécageuses hébergent des pessières (épinette noire: *Picea mariana*) et des cédrières (cèdre: *Thuja occidentalis*). Parmi les conifères, les pins blancs *(Pinus strobus)* sont fréquents sur les abrupts et au sommet de plusieurs buttes rocheuses, et la pruche *(Tsuga canadensis)* se retrouve dans plusieurs groupements, surtout dans les stations mal drainées. Le bouleau blanc *(Betula papyrifera)* et le tremble *(Populus tremuloides)* sont omniprésents, dans les endroits perturbés surtout. Néanmoins, le paysage végétal est dominé par les éra-

FIGURE 1. Localisation des sites étudiés et de ceux de divers auteurs, dans la région de Sainte-Agathe.

Location of the studied sites and of those of several authors, in the Sainte-Agathe area.

blières à érable à sucre *(Acer saccharum)*, avec le bouleau jaune *(Betula alleghaniensis)* et le hêtre *(Fagus grandifolia)* pour principaux compagnons. Les stations les plus thermophiles hébergent des éléments du domaine de l'érablière laurentienne, comme le tilleul d'Amérique *(Tilia americana)*.

DESCRIPTION ET CHOIX DES SITES

Dans le but de mettre en évidence une éventuelle oscillation climatique enregistrée par la végétation, durant l'épisode de Saint-Narcisse, il est impérieux de s'adresser à des sédiments ayant été témoins de cet épisode. Ils doivent préférablement provenir de lacs, afin de minimiser l'effet de la végétation locale. Ces lacs doivent avoir été libérés des glaces très tôt et être localisés hors des vallées, où des lacs proglaciaires et des rivières fluvioglaciaires auraient pu persister longtemps après la disparition de l'inlandsis dans la région. Nous avons donc choisi de petits lacs situés à haute altitude par rapport au relief environnant (tabl. I), à bassins versants très petits, sans affluents ni effluents majeurs. L'apport pollinique dans ces lacs s'effectue essentiellement par voie aérienne.

Les sites Sav-I et Ger (lac à Saint-Germain, du nom de son propriétaire) correspondent à des cuvettes lacustres encaissées dans la roche en place, aux berges rocheuses, abruptes. La végétation mésique atteint presque partout le bord de l'eau, sauf près des petits ruisseaux saisonniers (site Sav-I). La végétation des stations hygriques périphériques est ainsi réduite au minimum. On peut penser qu'il a dû en être ainsi depuis la déglaciation.

Le site Sav-II, pour sa part, occupe une position physiographique différente. Il est localisé à environ 1 km à l'ouest du lac aux Quenouilles, dans une dépression (kettle) au sein des dépôts glacio-lacustres sableux et

TABLEAU I

Principales caractéristiques des trois sites échantillonnés

Noms des sites	Coordonnées	Altitude	Taille	Forme	Longueur de la carotte	Épaisseur des sédiments minéraux à la base	Profondeur d'eau
Sav-II	46°10'20"N 74°23'45"O	403 m	150 m de diamètre	elliptique	9,45 m	60 m	1,95 m
Sav-I	46°03'30"N 74°28'00"O	454 m	150 m de diamètre	elliptique	8,55 m	50 cm	2,80 m
Lac à St-Germain	45°56'45"N 74°22'15"O	473 m	225 m de côté	triangulaire	7,80 m	61 m	6,20 m

silteux. D'après LAMOTHE (1977), le lac aux Quenouilles actuel résulte de l'abaissement des eaux d'un lac proglaciaire plus vaste, atteignant la cote de 411 m d'altitude. Le lac Sav-II (403 m) s'est sans doute formé très tôt, après la déglaciation, mais il peut être postérieur à la phase initiale proglaciaire du lac aux Quenouilles. La végétation actuelle en périphérie du site Sav-II est constituée de sapins baumiers *(Abies balsamea)* et d'épinettes noires *(Picea mariana)*. Les berges sont douces, occupées par l'aulne rugueux *(Alnus rugosa)* et le myrique baumier *(Myrica gale)*. Les signes Sav-I et Sav-II ont été appliqués, par commodité, à ces petits lacs sans nom. Ils n'ont bien sûr aucune valeur en tant qu'hydronymes.

Les trois lacs retenus sont morphométriquement semblables à ceux étudiés par RICHARD (1977a, 1977b) et d'autres auteurs, au Québec méridional. Cela devrait favoriser la comparaison des résultats. Par ailleurs, leur position par rapport à l'emplacement de la moraine de Saint-Narcisse devrait servir notre objectif.

MÉTHODES

Les lacs ont été échantillonnés à l'aide d'une sonde à piston (LIVINGSTONE, 1955), aux printemps de 1977 et 1978, à partir de la surface gelée (environ 80 cm de glace). Les carottes, par sections d'un mètre, ont été prélevées au centre des lacs puis apportées au laboratoire dans les tubes d'aluminium. Après extraction, elles ont été enveloppées dans du papier plastique et une feuille d'aluminium, et conservées à 5°C jusqu'au traitement.

Au laboratoire, les traitements ont porté sur des échantillons d'un centimètre cube de sédiment frais, prélevés à des intervalles variables à l'aide d'un emporte-pièce. La méthode d'extraction du pollen et des spores s'inspire de FAEGRI et IVERSEN (1975), telle que décrite dans RICHARD (1977a). La détermination de la concentration pollinique a été effectuée selon la méthode de JØRGENSEN (1967). Le pH a été mesuré au colorimètre Truog; le poids des «sables» a été pesé après décantation; la perte au feu est exprimée en pourcentage du poids sec après carbonisation au four, à 600°C, pendant 30 minutes.

L'identification et le comptage des grains de pollen et autres microfossiles ont été effectués à l'aide d'un microscope Dialux, aux grossissements routiniers de 400 et de 1000, à l'immersion, grâce à des objectifs à ouverture numérique maximale. Le pourcentage de représentation de chaque taxon est exprimé par rapport à une somme pollinique comprenant l'ensemble des végétaux vasculaires, à l'exclusion des plantes aquatiques et des Ptéridophytes. Cette somme voisine 500 grains de pollen à chaque niveau.

RÉSULTATS

Les diagrammes polliniques présentent les résultats livrés par l'analyse pollinique, avec les informations sur le type de sédiment (fig. 2), la profondeur, le diamètre des grains de bouleau *(Betula)*, le pH, les sables, la perte au feu. Certains taxons ne figurent pas sur les diagrammes, afin d'en alléger la consultation (tabl. II). Ce sont des diagrammes de pourcentages classiques. Toutefois, la concentration pollinique ayant été mesurée à chaque niveau, il est aisé de convertir, au besoin, les courbes de pourcentages polliniques de chaque taxon, en courbes de concentrations. Le contrôle chronologique est insuffisant pour la confection de diagrammes d'influx pollinique net (nombre de grains par centimètre carré par année).

DONNÉES CHRONOLOGIQUES

Onze échantillons ont été soumis à *Teledyne Isotopes* (série I), à *Geochron* (série GX) et au laboratoire du Wisconsin (série WIS), pour datation. Les résultats apparaissent au tableau III. Ils ont servi à dresser les courbes du taux net de sédimentation présentées à la figure 3. Leur signification sera discutée plus loin.

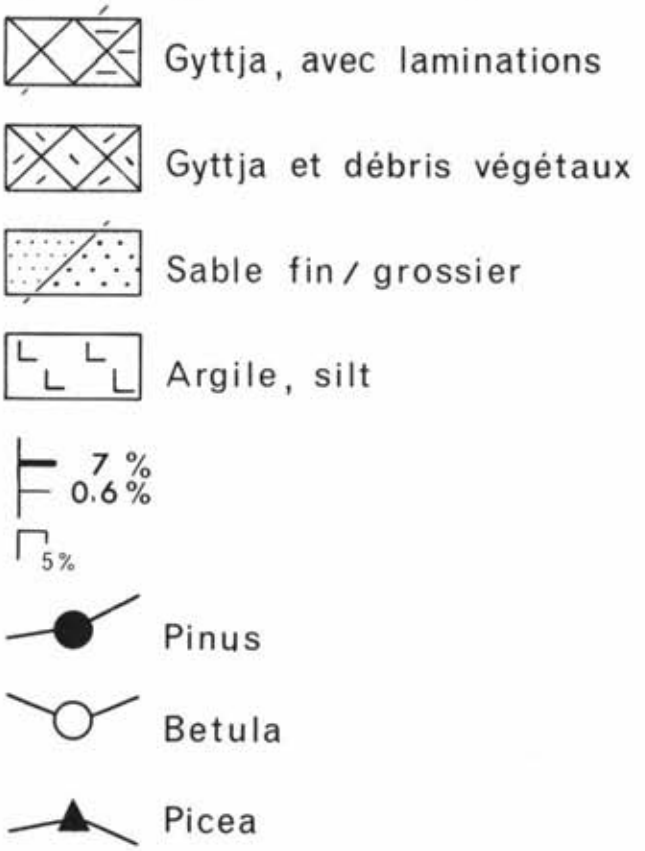


FIGURE 2. Légende des diagrammes polliniques.
Legend of the pollen diagrams.

TABLEAU II

Liste des taxons qui n'apparaissent pas dans les diagrammes polliniques en raison de leur rareté

LAC À SAINT-GERMAIN

Acer saccharinum : 0,2% à 400 cm.
Type *Botrychium* : 0,1% à 600 cm ; 0,1% à 657 cm ; 0,1% à 658 cm ; 0,1% à 660 cm ; 0,1% à 705 cm ; 0,1% à 760 cm.
Cruciferae : 0,1% à 649 cm.
Eriocaulon : 0,1% à 275 cm ; 0,2% à 325 cm.
Equisetum : 0,3% à 610 cm.
Impatiens capensis : 0,1% à 525 cm.
Liguliflorae : 0,2% à 670 cm.
Liliaceae : 0,2% à 605 cm.
Menyanthes : 0,1% à 645 cm.
Type *Morus* : 0,1% à 200 cm ; 0,1% à 300 cm.
Myriophyllum : 0,1% à 658 cm ; 0,1% à 670 cm.
Ombellifereae : 0,1% à 649 cm.
Polygonaceae : 0,1% à 635 cm.
Potentila palustris : 0,1 à 615 cm.
Prunus pennsylvanica : 0,1% à 625 cm ; 0,2% à 630 cm ; 0,1% à 635 cm.
Cf. *Ribes* : 0,1% à 075 cm ; 0,1% à 654 cm.
Sagittaria : 0,1% à 025 cm ; 0,2% à 605 cm ; 0,1% à 645 cm ; 0,1% à 649 cm.
Saxifraga ty. *cernua* : 0,1% à 625 cm.
Triglochin : 0,1% à 680 cm ; 1,4% à 780 cm.

SAV-I

Acer pennsylvanicum : 0,5% à 005 cm ; 0,1% à 025 cm ; 0,1% à 550 cm ; 0,2% à 675 cm.
Acer saccharinum : 0,2% à 450 cm ; 0,1% à 780 cm ; 0,1% à 855 cm.
Cruciferae : 0,1% à 025 cm.
Ephedra : 0,2% à 005 cm.
Equisetum : 0,4% à 790 cm ; 0,2% à 845 cm.
Impatiens capensis : 0,1% à 200 cm.
Lonicera ty. *involucrata* : 0,1% à 720 cm.
Lycopodium ty. *complanatum* : 0,2% à 675 cm.
Menyanthes : 0,4% à 840 cm.
Myriophyllum : 0,1% à 025 cm ; 0,4% à 760 cm.
Nemopanthus : 0,1% à 200 cm ; 0,3% à 300 cm ; 0,2% à 350 cm ; 0,1% à 500 cm ; 0,1% à 600 cm.
Ombellifereae : 0,2% à 005 cm.
Polygonaceae : 0,2% à 820 cm ; 0,1% à 750 cm.
Polygonum ty. *lapathifolium* : 0,2% à 400 cm.
Potentilla : 0,1% à 830 cm ; 0.2% à 840 cm.
Prunus : 0,1% à 790 cm.
Prunus pennsylvanicum : 0,2% à 625 cm.
Rhamnus : 0,1% à 025 cm.
Rumex : 0,2% à 005 cm.
Sagittaria : 0,2% à 375 cm.
Saxifragaceae : 0,1% à 525 cm ; 0,5% à 830 cm.
Thalictrum : 0,5% à 225 cm.
Viburnum : 0,1% à 750 cm ; 0,1% à 760 cm.
Woodsia : 0,1% à 750 cm.

SAV-II

Acer pennsylvanicum : 0,1% à 425 cm.
Acer saccharinum : 0,2% à 200 cm.
Ty. *Athyrium* : 0,4% à 875 cm.
Campanulaceae : 0,1% à 350 cm ; 0,1% à 400 cm ; 0,2% à 450 cm.
Compositeae : 0,2% à 935 cm.
Cornus canadensis : 0,1% à 400 cm.
Cruciferae : 0,1% à 905 cm ; 0,1% à 920 cm.
Ty. *Crystopteris* : 0,1% à 895 cm.
Equisetum : présence à 925 cm.
Eriocaulon : 0,1% à 350 cm ; 0,1% à 550 cm.
Impatiens capensis : 0,2% à 500 cm.
Labiatae : 0,3% à 150 cm.
Menyanthes : 0,2% à 005 cm.
Myriophyllum alterniflorum : 0,1% à 875 cm.
Onagraceae : présence à 925 cm.
Papilionaceae : 0,1% à 815 cm.
Pinus resinosa : 0,2% à 005 cm.
Plantaginaceae : 0,2% à 005 cm.
Polygonum ty. *lapathifolium* : 0,2% à 450 cm.
Polypodiaceae : 0,8% à 885 cm.
Potentilla ty. *palustris* : 0,3% à 150 cm.
Ty. *Prunus* : 0,3% à 800 cm.
Prunus pennsylvanicum : 0,2% à 200 cm.
Cf. *Rubiaceae* : 0,2% à 200 cm ; 0,2% à 800 cm ; 0,2% à 945 cm.
Rumex : 0,5% à 005 cm.
Sambucus pubens : 0,2% à 225 cm ; 0,1% à 325 cm ; 0,1% à 425 cm ; 0,1% à 550 cm ; 0,2% à 875.
Saxifragaceae : 0,1% à 860 cm.
Thalictrum : 0,1% à 225 cm ; 0,1% à 350 cm ; 0,1% à 425 cm.
Viburnum : 0,2% à 200 cm.

ZONATION POLLINIQUE

Sept zones polliniques ont été établies, pour rendre compte du contenu pollinique de nos sédiments. La zonation est basée sur les taxons importants, en fonction de leur pourcentage de représentation pollinique, mais aussi sur des taxons diagnostiques. Ces derniers, sans atteindre de forts pourcentages, possèdent une représentation jugée significative, bien localisée dans la colonne palynostratigraphique. La concentration pollinique joue aussi un rôle dans cette zonation, pour les unités initiales. Cette procédure respecte les normes de l'American Association for Stratigraphic Nomenclature (1961).

Les zones retenues sont les suivantes, de la plus ancienne à la plus jeune; (7): Arbres — concentration pollinique minimale; (6): Cyperaceae — Gramineae; (5): *Populus — Juniperus — Picea;* (4): *Pinus — Quercus — Abies;* (3): *Tsuga — Quercus — Acer;* (2): *Fagus — Acer — Quercus* et (1): *Tsuga — Fagus — Acer.* Les numéros de zones figurent à gauche des diagrammes

TABLEAU III

Données chronologiques

Sites	Niveaux	Dates	No. du laboratoire de datation
Sav-I	285-300 cm	3 330 ± 70	WIS-1063
	760-770 cm	9 330 ± 325	GX-5227
	820-830 cm	10 170 ± 530	I-10093
Sav-II	825-835 cm	8 340 ± 90	WIS-1062
	885-895 cm	10 630 ± 305	GX-5228
	908-918 cm	10 820 ± 160	I-10094
Ger	270-280 cm	3 990 ± 145	GX-5229
	490-500 cm	8 060 ± 210	GX-5230
	647-657 cm	10 830 ± 235	GX-5231
	658-668 cm	10 005 ± 280	GX-5232
	700-712 cm	10 420 ± 430	GX-5233

polliniques. Les sept zones ont été retrouvées dans chaque diagramme, à l'exception de la zone 7 au site Sav-II.

Ces zones facilitent la comparaison de nos données et traduisent les résultats bruts de l'analyse pollinique sous une forme simplifiée. Leur interprétation en termes de végétation ou de conditions de l'environnement fait l'objet du prochain chapitre.

INTERPRÉTATION

Le pollen est produit par la végétation. Toute interprétation d'un diagramme pollinique doit passer par la reconstitution de la végétation contemporaine des spectres polliniques considérés. L'interprétation du diagramme pollinique, dans le contexte québécois, a fait l'objet d'une récente mise au point (RICHARD, 1979). Dans le cadre du présent article, nous insisterons sur l'interprétation des spectres polliniques tardiglaciaires. Les éléments de justification de nos conclusions seront présentés avec chacune d'entre elles.

Le pollen et les spores attribuables à la végétation locale contribuent très peu à notre objectif de reconstitution de l'environnement tardiglaciaire. L'écologie de ces taxons est trop large pour servir d'indicateurs paléoclimatiques dans l'état de nos connaissances. Aussi nous attacherons-nous surtout à l'interprétation de la végétation régionale, telle qu'enregistrée et révélée par les trois diagrammes polliniques.

PHASE DE VÉGÉTATION OUVERTE (ZONES 7 ET 6)

La zone 7 des diagrammes Sav-I et du lac à Saint-Germain peut être interprétée comme appartenant à un paysage végétal très ouvert étant donné la concentration pollinique minimale et la nature des sédiments correspondants, principalement minéraux. De plus, le rapport du pollen arboréen sur le total des grains (PA/T)

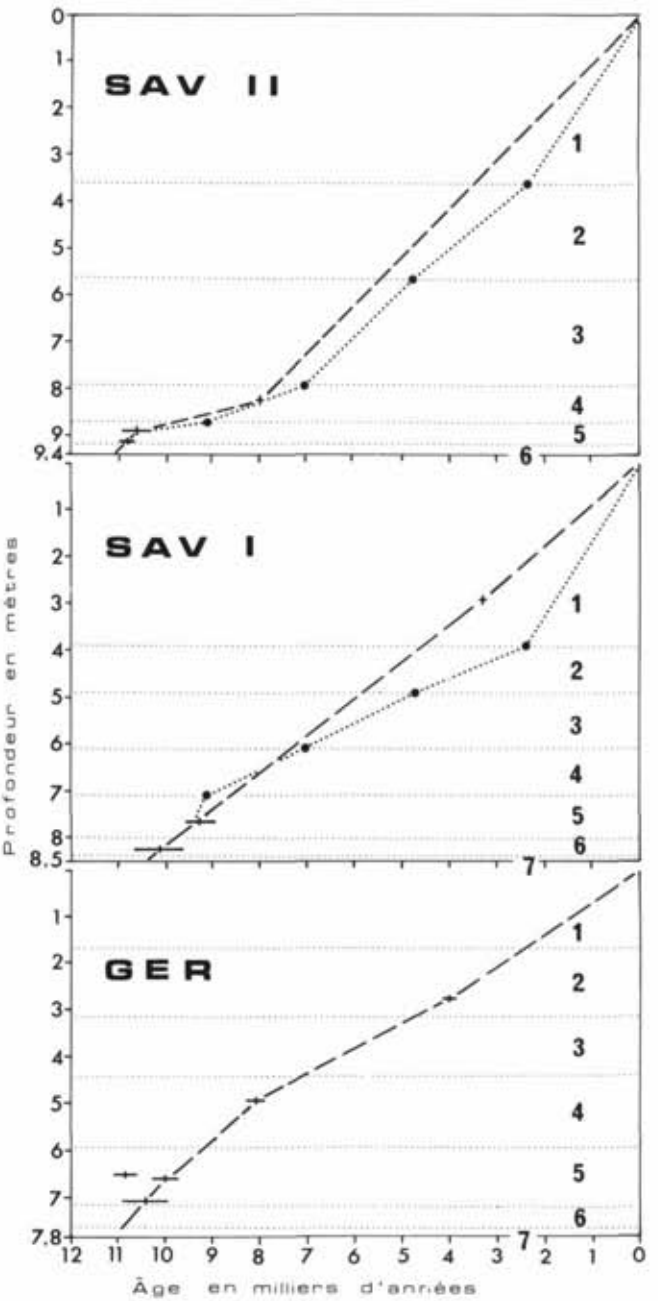


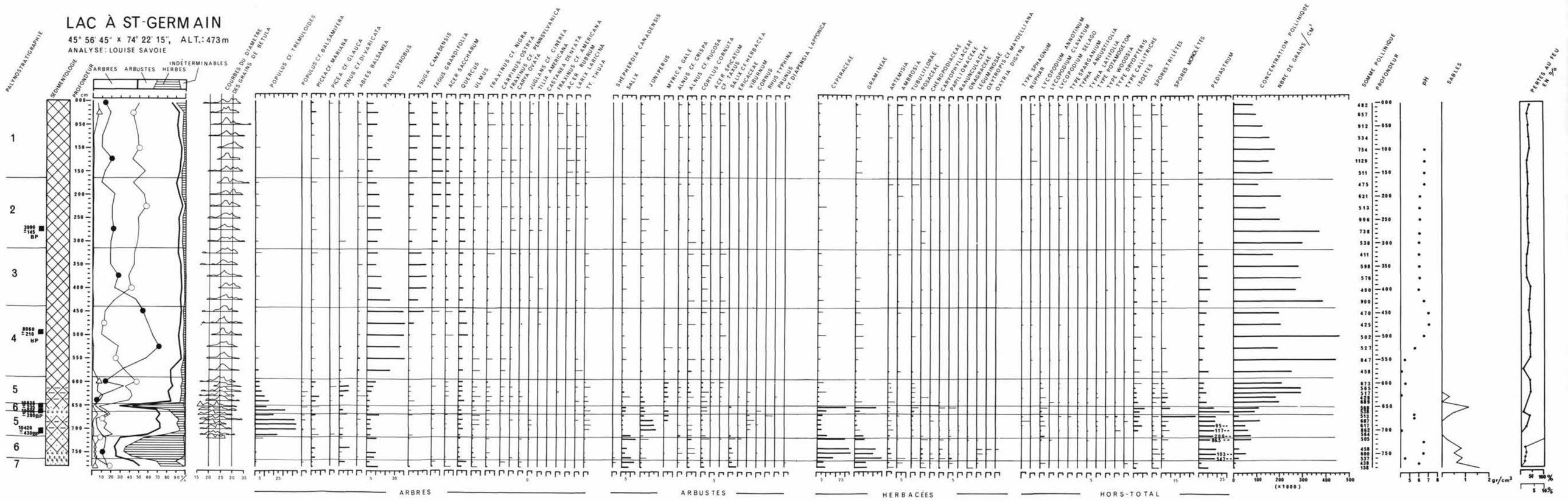
FIGURE 3. Courbes de l'âge des sédiments des trois sites selon la profondeur, d'après les données du tableau III. Les courbes sont figurées en tireté, les âges, par des croix. Les limites des zones polliniques des diagrammes sont figurées par les traits pointillés horizontaux. Pour les sites Sav-I et Sav-II, les courbes en pointillé ont été obtenues par corrélation pollinique avec le site Ger.

Age/depth curves of the three sites from the table III data. The curves are shown by the dashed lines, the dates, by the crosses. Pollen zones of the diagrams are shown by horizontal dotted lines. For Sav-I and Sav-II sites, the dotted curves were made by pollen correlation with the Ger site data.

SAV-I

46°03'30" 74°28'00" ALT.: 454m

ANALYSE: M. Fréchet, R. Gauthier, H. Jetté, N. Morasse, P. Paré, L. Savoie


LAC À ST-GERMAIN
45° 56' 45" x 74° 22' 15", ALT.: 473m
ANALYSE: LOUISE SAVOIE
PALYNOSTRATIGRAPHIE
SEDIMENTOLOGIE
PROFONDEUR
ARBRES
ARBUSTES
INDÉTERMINABLES
HERBES
COURBES DU DIAMÈTRE DES GRAINS DE BETULA
POPULUS CF. TREMULOIDES
POPULUS CF. BALSAMIFERA
PICEA CF. MARIANA
PICEA CF. GLAUCA
PINUS CF. DIVARICATA
ABIES BALSAMEA
PINUS STROBUS
TSUGA CANADENSIS
FAGUS GRANDIFOLIA
ACER SACCHARUM
QUERCUS
ULMUS
FRAXINUS CF. NIGRA
CARPINUS-OSTRYA
FRAXINUS CF. PENNSYLVANICA
CARYA OVATA
JUGLANS CF. CINEREA
TILIA AMERICANA
CASTANEA DENTATA
FRAXINUS CF. AMERICANA
ACER RUBRUM
LARIX LARICINA
TY. THUJA
SHEPHERDIA CANADENSIS
SALIX
JUNIPERUS
MYRICA GALE
ALNUS CF. CRISPA
ALNUS CF. RUGOSA
CORYLUS CORNUTA
ACER SPICATUM
CF. TAXUS
SALIX CF. HERBACEA
ERICACEAE
VIBURNUM
CORNUS
RHUS TYPHINA
PRUNUS CF. DIAPENSIA LAPPONICA
CYPERACEAE
GRAMINEAE
ARTEMISIA
AMBROSIA
TUBULIFLORAE
ROSACEAE
CHENOPODIACEAE
CARYOPHYLLACEAE
PAPILIONACEAE
RANUNCULACEAE
ONAGRACEAE
LEGUMINOSAE
OXYTROPIS CF. MAYDELLIANA
OXYRIA DIGYNA
TYPE SPHAGNUM
NUPHAR
LYCOPODIUM ANNOTINUM
LYCOPODIUM CLAVATUM
LYCOPODIUM SELAGO
TYPE SPARGANIUM
TYPHA ANGUSTIFOLIA
TYPHA LATIFOLIA
TYPE POTAMOGETON
TYPE WOODSIA
TYPE DRYOPTERIS
TYPE CALITRICHE
ISOETES
SPORES TRILÉTES
SPORES MONOLÉTES
PEDIASTRUM
CONCENTRATION POLLINIQUE
NBRE DE GRAINS/CM³
SOMME POLLINIQUE
PROFONDEUR
pH
SABLES
PERTES AU FEU EN %
ARBRES
ARBUSTES
HERBACÉES
HORS-TOTAL
(×1000)

est plus élevé que dans la zone immédiatement au-dessus, indiquant une plus grande proportion de taxons arboréens, qu'arbustifs ou herbacés. En présence d'une si faible concentration pollinique, il est probable que la représentation de ces taxons soit due à des apports lointains, et le fait qu'ils soient principalement thermophiles *(Pinus strobus, Pinus divaricata, Quercus, Ulmus, Betula, Carpinus-Ostrya, Carya ovata)* indique qu'ils proviennent de la forêt déjà en place au sud du Canada.

Ce premier paysage très ouvert que l'on retrouve dans quelques sites seulement du Québec méridional (Saint-Benjamin, Joncas, Shefford) et maintenant à Sav-I et au lac à Saint-Germain correspond au «désert de type périglaciaire» au sens de RICHARD (1977a).

La zone 6, présente dans les trois diagrammes, se caractérise par la prédominance des plantes herbacées, principalement les Cypéracées et les Graminées. D'autres taxons tels *Artemisia*, les Caryophyllacées et les Légumineuses y atteignent également leurs plus forts pourcentages. Des taxons arctiques-alpins y sont principalement concentrés. Ce sont essentiellement *Oxyria digyna, Oxytropis* cf. *maydelliana, Salix herbacea, Salix vestita, Saxifraga cernua, Diapensia lapponica* et un grain d'*Armeria labradorica* identifié au niveau 925 cm du site Sav-II.

Le paysage révélé par les spectres polliniques de la zone 6 est assez ouvert pour permettre l'accumulation de sédiments minéraux en grande quantité dans le milieu de dépôt. Le rapport PA/T y est minimal pour tout le diagramme, indiquant également l'ouverture du paysage végétal.

Du point de vue physionomique, le paysage végétal correspondant aux spectres polliniques de la zone 6 peut être attribué à une formation végétale semblable à l'actuelle toundra. La présence du pollen de plusieurs taxons arctiques-alpins vient y ajouter un lien de parenté floristique. Toutefois, ces caractéristiques n'impliquent pas nécessairement un climat correspondant à celui de la toundra actuelle. Nous discuterons plus loin de la signification climatique de la toundra pour nos diagrammes. Pour l'instant, le mot toundra n'est utilisé que par analogie physionomique et floristique, sans la connotation climatique qu'implique le terme du point de vue géographique.

PHASE D'AFFORESTATION (ZONE 5)

L'afforestation se fait dans notre région principalement par *Populus tremuloïdes* et par *Picea mariana*, de moindre importance pollinique. C'est la zone 5 des trois diagrammes. Le peuplier faux-tremble (ou tremble) y atteint de forts pourcentages polliniques (Sav-I: 27,5%; Sav-II: 25%; Ger: 43%). Ce dernier chiffre, pour le lac à Saint-Germain, dépasse tout ce qui avait déjà été retrouvé dans les diagrammes du Québec méridional. Pourtant, ce taxon est considéré comme une espèce sous-représentée polliniquement. Si l'on en juge par une étude récente de MOTT (1978), portant sur la représentation de *Populus* dans la formation végétale de la tremblaie-parc en Saskatchewan, les très forts pourcentages de pollen de *Populus* fossile retrouvés dans notre région refléteraient un paysage relativement ouvert, dans lequel le tremble domine sans former un couvert fermé. Sa forte représentation pollinique dépendrait surtout de l'absence d'autres taxons plus productifs polliniquement.

Dans nos trois sites, l'épinette noire *(Picea mariana)* participe à l'afforestation. C'est au lac à Saint-Germain qu'elle est le mieux représentée. On peut alors supposer qu'elle croissait en bosquets épars autour du lac, mais ne constituait pas l'espèce prédominante de la couverture forestière. Les spectres polliniques actuels du domaine de la pessière montrent en effet que lorsque le couvert arboré est continu, les pourcentages pollinique de *Picea mariana* sont beaucoup plus élevés (RICHARD, 1976).

PHASE FORESTIÈRE (ZONES 4 à 1)

Dans la zone 4, le peuplier faux-tremble diminue graduellement jusqu'à des pourcentages très faibles. Le pin gris *(Pinus divaricata)* apparaît alors de façon assez importante suivi du pin blanc *(Pinus strobus)* qui atteint un maximum très élevé, ce qui a longtemps fait croire à une période de pin en Amérique du Nord (DANSEREAU, 1953). On s'est, depuis, rendu compte que le pin blanc était un très fort producteur de pollen et qu'il dominait dans certains spectres polliniques à cause de l'absence, dans le paysage, de taxons également forts producteurs de pollen et qui auraient pu le masquer. Même s'il atteint des pourcentages d'environ 30 à 40 dans nos diagrammes, il serait exagéré de conclure à son abondance dans le paysage de l'époque.

Le pollen du sapin baumier *(Abies balsamea)* n'est jamais très abondant dans les spectres polliniques de la région, mais il est limité à la zone 4 des diagrammes, soit au début de la phase forestière. Des recherches ont prouvé que des valeurs de 4 ou 5% de pollen de sapin se retrouvent dans la région où la population actuelle de sapins est relativement dense (R. B. DAVIS et WEBB, 1975; WEBB et McANDREWS, 1976; RICHARD, 1976). Il faut donc tenir pour acquis que, même en très faible proportion dans les diagrammes, le sapin participe au paysage végétal correspondant. En même temps, le bouleau *(Betula)* atteint des valeurs de l'ordre de 25% et appartient à l'espèce *B. papyrifera*, selon la courbe du diamètre des grains. Le chêne *(Quercus)* devient également important, et il n'est pas exclu que le pin blanc ait colonisé les stations les plus sableuses de la région.

Immédiatement après cette phase de sapinière, l'érablière s'installe, comme on peut le déduire de l'arrivée du pollen d'*Acer saccharum*, taxon toujours sous-représenté polliniquement mais dont la présence est très significative (WEBB et McANDREWS, 1976; RICHARD, 1976). Au début (zone 3), le pollen d'érable à sucre est associé avec le bouleau jaune qui n'atteint cependant jamais de fortes proportions. En même temps que l'érable s'installe dans le paysage, la pruche *(Tsuga canadensis)* atteint son premier maximum pollinique, colonisant probablement les stations hygriques. le hêtre (*Fagus grandifolia;* zones 2 et 1) s'ajoute peu après aux espèces déjà installées et plusieurs taxons thermophiles migrent, à la même époque, dans la région. Ce sont principalement le frêne noir *(Fraxinus nigra)*, le charme *(Carpinus)*, l'ostryer *(Ostrya)*, le frêne de Pennsylvanie *(Fraxinus pennsylvanica)*, le caryer ovale *(Carya ovata)*, le noyer *(Juglans)*, le tilleul d'Amérique *(Tilia americana)* et l'érable rouge *(Acer rubrum)*. La présence de ces taxons thermophiles, plutôt que leur abondance apporte une information très précieuse sur la végétation. On ne les retrouve, en effet, dans les spectres polliniques récents, que dans les régions de forêt de feuillus, parfois de forêt mixte.

Sur les trois diagrammes, on constate au sommet une augmentation des plantes rudérales telles *Rumex, Ambrosia* et des Graminées indiquant la période de colonisation très récente de cette région.

DISCUSSION

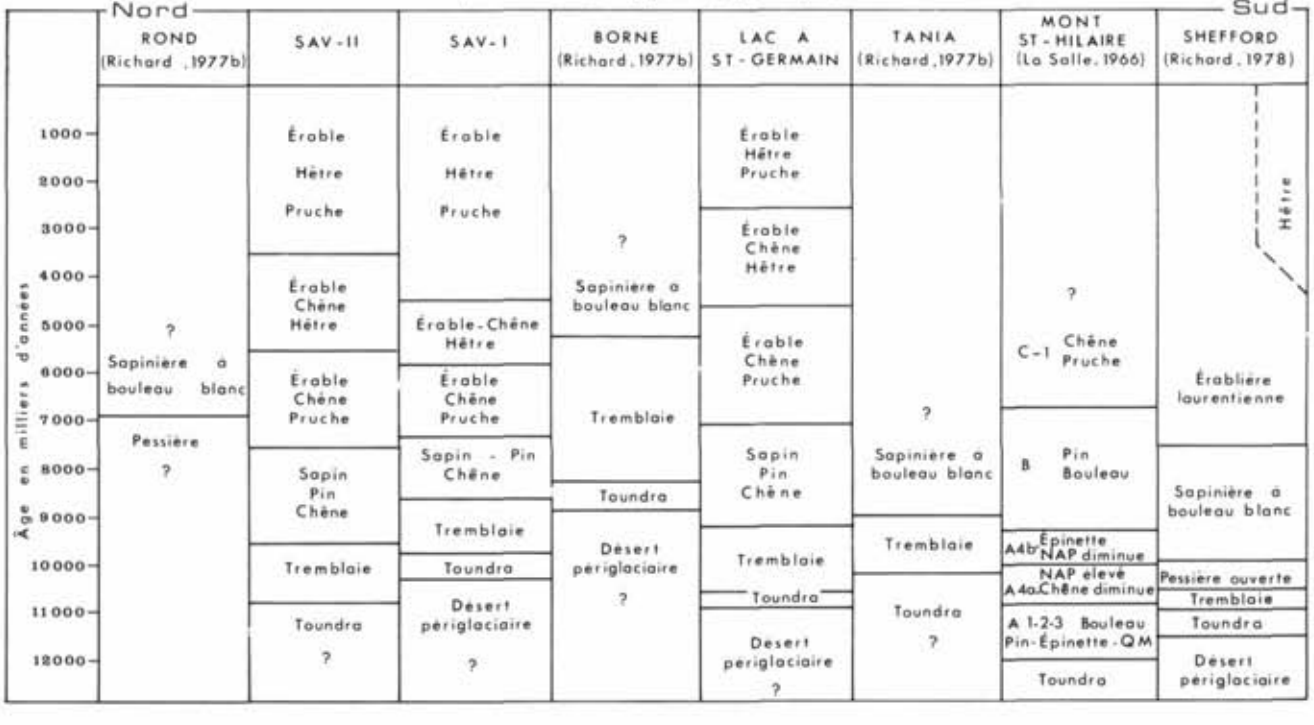
CHRONOLOGIE DE L'HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION RÉGIONALE

Nous avons tenté (tabl. IV) une comparaison des différentes phases de l'histoire de la végétation régionale, pour quelques diagrammes publiés dans notre région. La végétation des sites Rond, Borne et Tania n'a été établie que pour la période tardiglaciaire (RICHARD, 1977b). Par contre, les sites du mont Saint-Hilaire (LASALLE, 1966) et Shefford (RICHARD, 1978) ont été interprétés au complet par leur auteur. La chronologie de l'histoire de la végétation pour le lac à Saint-Germain, les sites Sav-I et Sav-II a été établie à partir des courbes du taux net de sédimentation (fig. 3), sans correction. On constate alors un certain métachronisme entre toutes les formations végétales autant à l'Holocène qu'à la base des diagrammes, au tardiglaciaire. Ce métachronisme apparaît passablement anormal étant donné la proximité des sites, surtout pour les cinq premiers. Peut-on expliquer ce métachronisme par l'existence de «provinces paléoclimatiques» (GANGLOFF, 1973, p. 425) ou doit-on rejeter cette chronologie pour de multiples autres raisons qui tiennent surtout aux techniques palynologiques et de datation elles-mêmes?

Le lac à Saint-Germain étant le site le mieux daté de notre travail, c'est donc celui qui peut nous fournir

TABLEAU IV

Chronologie de la végétation régionale telle que révélée par différents diagrammes polliniques



SAV-II

46°10'20" 74° 23'45" ALT.: 403m

ANALYSE: M.Fréchet, R.Gauthier, H.Jetté, N.Morasse, L.Savoie

la meilleure chronologie de l'histoire de la végétation dans la région étudiée. Aussi l'utiliserons-nous pour le comparer aux autres sites du tableau IV.

Les différentes phases végétales enregistrées au lac à Saint-Germain sont légèrement décalées par rapport à leur mise en évidence au site Shefford, ce qui semble normal si on tient pour acquis que la recolonisation des terres déglaciées se faisait graduellement du sud vers le nord. Il est donc normal que toutes les formations végétales se soient installées en premier au site Shefford, et légèrement plus tard au lac à Saint-Germain, plus au nord.

Le cas de Borne nous apparaît cependant aberrant lorsque comparé au lac à Saint-Germain, distant de quelques kilomètres. La date de la toundra à Borne (8500 ans BP) s'oppose à tout ce qui a été mis en évidence dans les trois autres sites qui l'entourent également. Il apparaît ainsi très improbable que la chronologie établie précédemment pour le site Borne soit réelle et valable.

Pour ce qui est de nos trois sites, il existe un métachronisme assez marqué entre toutes les zones polliniques reconnues. Pour le mettre en lumière, nous avons dressé de nouvelles courbes du taux net de sédimentation (fig. 3) pour les sites Sav-I et Sav-II à partir de la chronologie du lac à Saint-Germain, par le truchement des corrélations polliniques. On pose ainsi l'hypothèse d'un synchronisme régional dans l'évolution de la végétation forestière, entraînant un synchronisme dans les courbes polliniques des taxons. L'examen des écarts entre les deux courbes, pour chaque site, permet deux constatations. D'abord, pour les zones polliniques 7, 6 et 5, le métachronisme paraît causé essentiellement par les âges radiocarbones obtenus et le jeu des interpolations ou extrapolations nécessaires pour attribuer un âge aux limites de zones. Dans le cas de ces zones, les limites sont relativement faciles à placer, les courbes polliniques variant fortement et de façon nette. Il n'en est pas de même pour toutes les limites des zones 4, 3, 2 et 1. C'est la deuxième constatation. Les courbes polliniques des taxons choisis pour identifier ces zones peuvent varier (augmenter ou diminuer) de façon si graduelle, que les limites de zones sont difficiles à localiser précisement dans la colonne stratigraphique. Cela entraîne un métachronisme illusoire lié à l'aspect physique des diagrammes polliniques, seulement. Dans de tels cas, il y aurait lieu d'utiliser des méthodes plus objectives d'identification des zones polliniques (GORDON et BIRKS, 1974; YARRANTON et RITCHIE, 1972). Ces considérations mettent en lumière les difficultés rencontrées dans la reconstitution de la paléophytocinétique postglaciaire. À l'échelle continentale, des gradients de migration sont facilement décelés (BERNABO et WEBB, 1977; DAVIS, 1976), mais à l'échelle régionale, leur mise en évidence se butte à des difficultés techniques essentiellement liées au nombre et à la précision des datations.

INVERSION SÉDIMENTOLOGIQUE AU LAC À SAINT-GERMAIN ET ÉPISODE DE SAINT-NARCISSE

La carotte du lac à Saint-Germain présente près de la base une originalité stratigraphique que l'on n'avait pas encore retrouvée dans les dépôts lacustres du Québec méridional. On retrouve normalement dans une carotte lacustre, à la base des sédiments inorganiques constitués de sables grossiers, un peu au-dessus, des silts ensuite de la gyttja silteuse et, enfin, de la gyttja de moins en moins compacte vers le sommet (cas de Sav-I et Sav-II). La carotte du lac à Saint-Germain présente à la base une stratigraphie identique, mais au niveau 668 cm, la gyttja redevient silteuse. Entre 658 et 656,5 cm, on retrouve un passage franchement silto-argileux et, ensuite, un retour à la gyttja silteuse qui se termine brusquement à 649 cm. La gyttja se continue alors jusqu'au sommet, toujours de moins en moins compacte.

Deux hypothèses ont été élaborées devant cette inversion stratigraphique. D'une part, une rupture d'équilibre morphogénétique a pu être déclenchée par un feu de forêt ou par le refroidissement climatique de Saint-Narcisse lui-même. L'hypothèse de la rupture d'équilibre suppose un dénudement des versants, entraînant une érosion des sédiments et leur dépôt dans le lac, par dessus la gyttja déjà accumulée. D'autre part, il peut s'agir d'un phénomène beaucoup plus restreint lié à la dynamique interne du lac et qui n'aurait, dès lors, aucune signification géomorphologique régionale.

Des analyses polliniques à tous les 5 cm de la portion de 600 à 700 cm de la carotte du lac à Saint-Germain, et plus particulièrement à tous les centimètres entre les niveaux 650 à 668 cm, associées à des datations au radiocarbone, ont permis de trancher la question.

Cette inversion stratigraphique s'est produite lors de la phase d'afforestation, c'est-à-dire dans la zone 5 à *Populus tremuloïdes, Juniperus* et *Picea mariana*. C'est donc sous couvert forestier ouvert que cette sédimentation inorganique a été enregistrée.

On observe alors une augmentation du pollen herbacé, surtout les Cypéracées et les Graminées qui atteignent des valeurs d'environ 30%. Par conséquent, le rapport PA/T baisse de 70 à 30% et la concentration pollinique diminue également. Est-ce le reflet d'une interruption de l'afforestation avec retour momentané à une toundra, déclenchant par le fait même une érosion plus intense sur les versants?

Les données chronologiques (tabl. III), obtenues sur la carotte du lac à Saint-Germain permettent d'écarter la première hypothèse de rupture d'équilibre morphogénétique sur les versants. En effet, le retour de dé-

pôts inorganiques au-dessus des couches de gyttja s'accompagne d'un vieillissement des sédiments. On a un âge de 10 420 ± 430 BP (GX-5233) à 80 cm de la base de la carotte, puis un peu plus haut dans la gyttja silteuse, un âge de 10 005 ± 280 BP (GX-5232). Mais au-dessus du niveau du retour inorganique, la matière organique redevient plus vieille; elle présente un âge de 10 830 ± 235 BP (GX-5231). Plusieurs auteurs, déjà, ont souligné des inversions dans les âges ^{14}C de profils lacustres. SHORT et NICHOLS (1977) présentent les plus grands écarts dans les données chronologiques. HILLAIRE-MARCEL (1979) y fait référence et avance l'hypothèse de leur relation avec la distribution latitudinale des aurores boréales.

Mais ce que nous avons rencontré est différent. La date de 10 830 ± 235 BP (GX-5231) est sans doute juste. La matière organique datée n'a pas été vieillie artificiellement; le passage inorganique venu recouvrir la gyttja déjà déposée permet de l'affirmer. En plus d'un phénomène d'inversion de dates ^{14}C, nous avons également une inversion de la stratigraphie qui demande une explication sédimentologique.

Tenant pour acquis que cette date plus vieille est réelle, nous devons exclure l'hypothèse de refroidissement climatique ou de feu de forêt. Cette sédimentation minérale n'est donc reliée en rien à l'épisode de Saint-Narcisse et nous devons plutôt conclure à un phénomène de remaniement de sédiments lacustres plus anciens.

M. B. DAVIS (1973) mentionne un tel phénomène de reprise en charge de sédiments chaque année, dans tous les lacs, phénomène qui n'affecte qu'une épaisseur de 6 à 12 cm de sédiments superficiels non consolidés. En fait, cette explication doit aussi être rejetée. Dans le lac à Saint-Germain, la quantité de sédiments redéposés est de l'ordre de 19 cm d'épaisseur d'un matériel compact, qui laisse supposer que le processus a été brutal et rapide. NICHOLS (1976, 1974) note une inversion sédimentologique dans un petit lac peu profond de l'Arctique. Il parle de «*bottom ice effect*» et note que ce phénomène peut s'être produit au tardiglaciaire lorsque le climat était plus froid que l'actuel et que les lacs pouvaient geler jusqu'au fond. On peut également faire intervenir le glaciel de berge ou quelque glissement sous-aquatique qui aurait entraîné les sédiments plus anciens déposés à la périphérie du lac vers le centre, d'où un nouveau dépôt de sédiments.

Un deuxième échantillonnage effectué dans le même lac, à quelques mètres du premier, a permis de retracer le même passage inorganique, plus épais cette fois (3 cm), alors qu'il n'était que de 1,5 cm dans la carotte initiale. De plus, ce passage se situait à 509,5 cm de profondeur dans cette deuxième carotte, alors qu'il était à 656,5 cm dans la première.

Quelques spectres polliniques effectués sur ce deuxième échantillon ont révélé que les espèces en présence étaient essentiellement les mêmes que dans le premier passage, mais dans des proportions tout à fait différentes. Ceci tend à confirmer l'hypothèse d'un remaniement de sédiments anciens et de leur redépôt d'une façon très hétérogène, à la différence du redépôt annuel dont parle M. B. Davis, qui doit se faire d'une façon plus régulière.

HISTOIRE DE LA TOUNDRA

a) La toundra est indépendante de la moraine de Saint-Narcisse

La recolonisation par la végétation est la même au nord et au sud de la moraine de Saint-Narcisse, à l'exception du désert «périglaciaire» qui n'a pas été trouvé à la base du site Sav-II (tabl. IV). Deux facteurs peuvent être intervenus pour expliquer l'absence d'un désert de type périglaciaire à la base de ce diagramme: 1) l'échantillonnage n'a pas été assez profond et la phase initiale n'a pu être retrouvée; 2) cette période de désert périglaciaire n'a pas existé en amont du bourrelet morainique de Saint-Narcisse, la végétation ayant été, dès le début, assez dense pour que l'on parle de toundra et non pas de «désert de type périglaciaire».

À priori, cependant, on aurait pu imaginer un contraste beaucoup plus important entre l'amont et l'aval de la moraine de Saint-Narcisse. Il aurait été plausible d'enregistrer, au sud de la moraine, une végétation moins dense représentant un climat froid et, par contraste, au nord de la moraine, une afforestation très rapide liée au réchauffement climatique qui aurait fait fondre l'inlandsis.

Le fait que l'on retrouve des formations végétales ouvertes et non une couverture forestière après la récession glaciaire de Saint-Narcisse (la toundra au site Sav-II) indique probablement que le stade de Saint-Narcisse n'est pas d'origine climatique et que l'oscillation glaciaire s'est faite sous climat encore trop rigoureux pour permettre à la forêt de se développer.

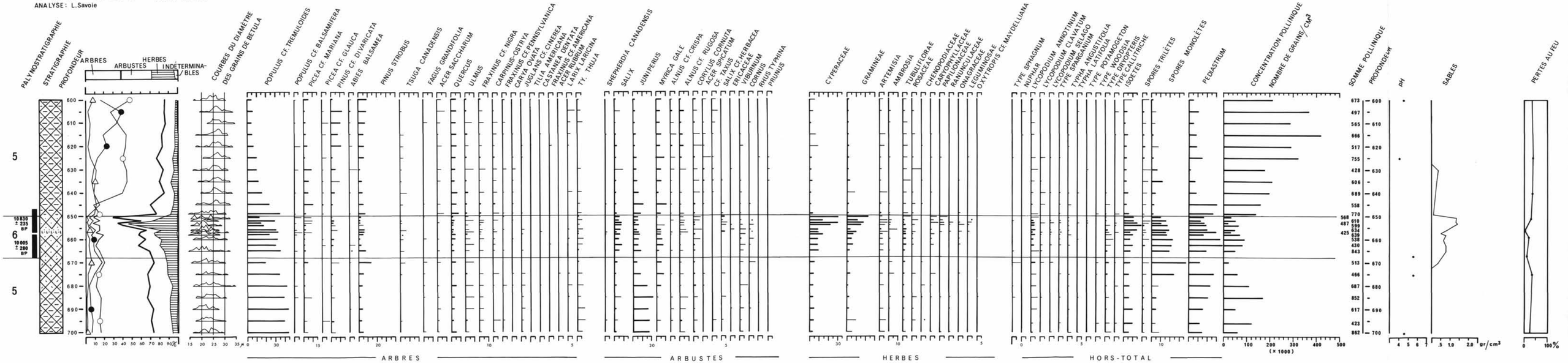
Deux indications géomorphologiques semblent confirmer cette hypothèse: 1) les théories d'ANDREWS (1973) de crues glaciaires indépendantes du climat; elles montrent que la récurrence de Saint-Narcisse a pu être indépendante d'un événement climatique contemporain; 2) les observations de GANGLOFF (1970, 1971, 1973) qui signale une fente de gel au nord de la moraine de Saint-Narcisse, l'existence d'un loess au nord de la moraine d'Arundel et des fentes de gel dans un sédiment marin largement postérieur au retrait de l'inlandsis de la position de Saint-Narcisse. Ces structures confirment l'existence d'un climat périglaciaire avec pergélisol après la déglaciation régionale.

Ces observations sur la colonisation végétale de la région de Saint-Agathe-Saint-Faustin, à partir de trois

LAC À ST-GERMAIN

45° 56' 45" 74° 22' 15" ALT.: 473m

ANALYSE : L. Savoie



diagrammes, n'apportent encore que des indices mais qui convergent avec plusieurs autres observations géomorphologiques. Il faudrait augmenter le nombre de diagrammes principalement au nord de la moraine de Saint-Narcisse, dans cette région, pour vérifier le mode de colonisation végétale en amont du bourrelet. Seul le lac Rond (RICHARD, 1977b) est situé plus au nord, mais il n'a révélé aucune formation végétale ouverte, en raison d'une sédimentation tardive. En effet, le lac Rond occupe un kettle dans les sédiments fluvio-glaciaires, près de la rivière du Diable.

b) La durée de la toundra est difficile à évaluer.

La phase de toundra est presque toujours contemporaine d'un dépôt à la fois organique et minéral. En fait, les pertes au feu indiquent des pourcentages inférieurs à 10 pour la phase de toundra, au site du lac à Saint-Germain. Il est donc très difficile d'obtenir des datations ^{14}C qui soient absolument fiables. D'une part, ces datations doivent s'effectuer sur des échantillons d'à peu près 10 cm d'épaisseur pour obtenir suffisamment de matière organique; la date obtenue n'est au plus qu'une moyenne de toute la période représentée par ces 10 cm de sédiment. D'autre part, la toundra elle-même est rarement datée, les sédiments correspondants étant trop minéraux. Il faut alors dater la période d'afforestation. La durée de la toundra est également basée, la plupart du temps, sur des extrapolations qui restent téméraires en l'absence d'études sur la genèse du dépôt.

Pour notre travail, une seule date a été obtenue dans la toundra même (tabl. III). Il s'agit du site Sav-I où, sur 10 cm, on a obtenu un âge de 10170 ± 530 BP (I-10093). Cet écart-type de 530 ans rend difficile toute interprétation valable, la véritable date pouvant se situer entre 10 700 et 9640 ans BP.

Les deux autres dates sont immédiatement au-dessus de la toundra; la durée de celle-ci ne peut donc qu'être extrapolée. Le site Sav-II, au nord de la moraine, a révélé une date de 10 820 ± 160 BP (I-10094) immédiatement au-dessus de la toundra dans la période d'afforestation. Il est donc impossible de préciser la durée de la toundra en l'absence d'une date précise pour la déglaciation. Nous ne pouvons que déduire que la toundra est antérieure à cette date. Dans la portion de sédiments redéposés du lac à Saint-Germain, soit de 647 à 657 cm, on a obtenu une date de 10 830 ± 235 (GX-5231). Ces sédiments proviennent de la zone n° 6 déposée précédemment; ils fourniraient donc une date moyenne pour l'enregistrement de cette formation végétale. Si la déglaciation de la région remontait à 11 000 ans BP comme tendent à le démontrer les différentes études (PARRY, 1963; PARRY et MACPHERSON, 1964; OCCHIETTI et HILLAIRE-MARCEL, 1977, pour la région de Trois-Rivières), la toundra aurait pu durer au maximum 600 ans et au minimum 200. Dès lors, on se rend compte du très grand écart de durée engendré par la méthode de datation elle-même et par le type de sédiment utilisé. Aucune affirmation sérieuse ne peut être tentée sur la base de telles datations.

Malgré toutes les restrictions que nous venons d'apporter à la méthode et aux datations obtenues, il nous faut noter la date de 10 820 ± 160 BP (I-10094) obtenue à 27 cm de la base de la carotte du site Sav-II, au nord de la moraine de Saint-Narcisse. Si cette date était considérée comme fiable, elle repousserait à une époque antérieure la construction du bourrelet morainique de Saint-Narcisse, ce qui se rapprocherait de l'interprétation de PARRY (1963) pour notre région.

c) Le contrôle climatique de la toundra: le paléoclimat périglaciaire

Malgré les difficultés exposées pour sa détermination, la durée de la toundra devrait normalement être un critère relativement fiable de son contrôle climatique (RICHARD, 1977b). En effet, si un paysage attribuable à la toundra persiste longtemps dans une région, alors même que les plantes pouvant déplacer cette formation végétale sont sur place au voisinage, c'est probablement que le climat limite la compétition et exerce un contrôle sur la toundra. RICHARD (1977b) a montré le très fort métachronisme de cette formation végétale et les inégalités dans sa durée à travers le Québec méridional. Par exemple, la toundra aurait duré plus de 1 000 ans au site Mimi, 200 ans au site Montagnais et 360 ans au mont Shefford. Pour ce qui est du site Mimi, on serait porté à croire, à cause d'un si grand laps de temps, au contrôle climatique de la toundra (RICHARD et POULIN, 1976). Par contre, pour des durées beaucoup moins importantes, un tel contrôle climatique peut être mis en doute (voir tabl. IV).

La palynologie, à elle seule, ne peut arriver à prouver le contrôle climatique de la toundra, surtout parce qu'elle dépend pour cela d'une méthode de datation ^{14}C qui présente elle-même des limites. Par contre, plusieurs travaux de reconstitution paléogéographique ont démontré l'existence d'un climat périglaciaire après la déglaciation. DIONNE (1966, 1969, 1970a, 1970b, 1971, 1973) recense de nombreuses fentes de gel à travers le Québec méridional et les relie à un climat périglaciaire proximal. GANGLOFF (1970, 1973, 1974) identifie lui aussi des fentes de gel et des structures cylindriques et conclut à la présence d'un pergélisol dans la terrasse de Saint-Jérôme, après son exondation, soit après 10 300 BP. Bien que ce pergélisol ait pu exister sous couvert forestier (GANGLOFF, 1973), le fait qu'on l'ait mis en évidence à une période aussi tardive indique qu'il y a de fortes chances qu'il ait existé précédemment, lors de l'enregistrement des formations végétales ou-

vertes initiales. Sinon, il y aurait eu refroidissement climatique et on en retrouverait des traces dans les diagrammes polliniques.

CONCLUSION

Les trois nouveaux diagrammes polliniques de la région de Sainte-Agathe n'ont pu, à leur tour, mettre en évidence l'oscillation climatique corrélative de l'épisode de Saint-Narcisse. Certains voudront mettre en doute la finesse de la méthode de l'analyse pollinique pour enregistrer l'histoire du climat. Il est vrai qu'en Amérique du Nord, peu d'auteurs aient réussi à identifier de telles oscillations climatiques; l'interprétation des diagrammes polliniques montre plutôt une tendance à un réchauffement graduel, sans inversion climatique. Par contre, en Europe, plusieurs auteurs ont réussi à reconstituer des alternances de périodes de toundra et de forêts, reliés à des épisodes froids et plus chauds (WALKER, 1975). Il est possible par ailleurs, que l'hypothèse de MERCER (1969), voulant que les oscillations climatiques tardiglaciaires aient été réservées à l'Europe, soit valide et qu'elles ne se soient pas produites en Amérique.

On peut également penser que la détérioration climatique éventuelle (LASALLE et ELSON, 1975) responsable de Saint-Narcisse, qui aurait duré selon PRICHONNET (1977) plusieurs dizaines d'années, voire plus d'un siècle, aurait été suffisamment importante pour être enregistrée dans les formes du terrain mais trop courte ou de trop faible intensité pour avoir transformé la végétation, même près de la marge glaciaire. En effet, comme le note CUSHING (1967), pour être enregistré dans la végétation et pour qu'on puisse le détecter par nos méthodes d'analyse traditionnelles, le changement climatique doit être assez long et d'une amplitude suffisante.

Le choix des sites peut aussi être discuté. C'est SAARNISTO (1974) qui, après avoir échoué à mettre en évidence dans des diagrammes polliniques d'Ontario, un refroidissement climatique prouvé par la géologie, suggère de chercher des sites très près de la position du front glaciaire représenté par la moraine bordière. Cette théorie s'avère inappropriée. Lors de la mise en place de la moraine de Saint-Narcisse, la glace se trouvait encore présente dans notre région. Le paysage était certainement très bouleversé. Le réseau hydrographique ne s'était pas établi définitivement et peu de sols, sinon aucun, n'avaient encore eu le temps de se former. La végétation, si elle existait, était peu développée et sans doute en déséquilibre. Comment peut-on s'attendre alors à observer des variations suffisantes dans un tel paysage, pour en déduire des variations climatiques? Cette époque connaissait probablement un climat relativement rigoureux à cause de la proximité du glacier; il était sans doute difficile pour la végétation déjà ouverte de réagir de façon remarquable à un autre climat encore plus rigoureux. Par contre, sous couvert forestier, un refroidissement climatique aurait plus de chances d'être enregistré dans la végétation, par la disparition de certaines espèces plus thermophiles ou un réarrangement des espèces entre elles. On est donc fondé de croire que les sites susceptibles d'avoir enregistré une oscillation climatique se trouvent plus au sud du Québec et même aux États-Unis, puisque le mont Shefford enregistrait une toundra à l'époque de la mise en place de Saint-Narcisse (RICHARD, 1977a, 1978), et qu'il n'y a pas d'indicateurs d'une végétation antérieure plus thermophile.

La région de Sainte-Agathe a donc enregistré essentiellement les phases de colonisation végétale déjà retrouvées dans les autres diagrammes polliniques du Québec méridional. La recherche entreprise dans cette région a tout de même permis de déterminer que ce mode de colonisation n'a pas été essentiellement différent à l'amont et à l'aval de la moraine de Saint-Narcisse. De plus, malgré toutes les restrictions que l'on peut apporter à la méthode de datation ^{14}C, la présence d'une toundra à Borne il y a 8500 ans BP est contredite par les trois dates établies pour la période de toundra dans nos trois sites. Jusqu'à maintenant, on pouvait croire qu'il avait existé, jusque vers 8500 ans BP, un îlot de toundra aux environs du lac Borne puisque les autres sites échantillonnés, Tania et Rond, en étaient assez éloignés. Mais avec l'apport des sites Sav-II, Sav-I et du lac à Saint-Germain, qui entourent littéralement le site Borne et qui donnent plutôt un âge antérieur à 10 500 BP pour la toundra, il est difficile de croire à la persistance de cette formation végétale aussi tardivement.

Aucune preuve d'un refroidissement climatique relié à Saint-Narcisse n'a été retrouvée et, de plus, l'âge de l'épisode glaciaire de Saint-Narcisse semble devoir être réévalué dans la région de Sainte-Agathe à la lumière des nouvelles dates obtenues.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été rendue possible grâce à des subventions du ministère de l'Éducation (F.C.A.C. et D.I.G.E.S.). Nous tenons à remercier Pierre Gangloff pour ses commentaires et ses conseils ainsi que les techniciens du Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie du Département de géographie de l'université de Montréal pour leur aide dans la confection des diagrammes polliniques.

RÉFÉRENCES

AMERICAN ASSOCIATION FOR STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1961): Code of stratigraphic nomenclature, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 45(5): 645-665.

ANDREWS, J. T. (1973): The Wisconsin Laurentide ice sheet: dispersal centers, problems of rates of retreat and climatic implications, *Arctic and Alpine Res.*, 5(3), part I: 185-199.

BERNABO, J. C. et WEBB III, T. (1977): Changing patterns in the Holocene pollen record of northeastern North America: a mapped summary, *Quaternary Res.*, 8(1): 64-96.

CUSHING, E. J. (1967): Late-Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota, p. 59-88, *in* E. J. CUSHING and H. E. WRIGHT, édit., *Quaternary Paleoecol.*, Yale Univ. Press, 433 p.

DANSEREAU, P. (1953): The Postglacial Pine Period, *Trans. R. Soc. Can.*, XLVII, series III, 23-28.

DAVIS, M. B. (1965): Phytogeography and palynology of Northeastern United States, p. 377-410, *in* H. E. WRIGHT and D. G. FREY, édit., *The Quaternary of the United States*, Princeton Univ. Press, 922 p.

——— (1973): Redeposition of pollen grains in lake sediment, *Limnol. Oceanogr.*, 18(1): 44-52.

——— (1976): Pleistocene biogeography of temperate deciduous forests, *Geoscience and Man*, 13: 13-26.

DAVIS, R. B. et WEBB III, T. (1975): The contemporary distribution of pollen in eastern North America: a comparison with the vegetation, *Quaternary Res.*, 5: 395-434.

DIONNE, J.-C. (1966): Formes de cryoturbation fossiles dans le sud-est du Québec, *Cah. Géogr. Qué.*, 19: 89-100.

——— (1969): Nouvelles observations de fentes de gel fossiles sur la Côte sud du St-Laurent, *Rev. Géogr. Montr.*, XXIII, (3): 307-316.

——— (1970a): Structures sédimentaires dans du fluvio-glaciaire, Lac Saint-Jean, Québec, *Rev. Géogr. Montr.*, XXIV (3): 255-263.

——— (1970b): Fentes en coin fossiles dans la région de Québec, *Rev. Géogr. Montr.*, XXIV (3): 313-318.

——— (1971): Fentes de cryoturbation tardiglaciaires dans la région de Québec, *Rev. Géogr. Montr.*, XXV (3): 245-264.

FAEGRI, K. et IVERSEN, J. (1975): *Textbook of pollen analysis*, Blackwell, Oxford, 295 p.

GANGLOFF, P. (1970): Structures de gélisols reliques dans la région de Montréal, *Rev. Géogr. Montr.*, XXIV (3): 241-253.

——— (1973): Le milieu morphoclimatique tardiglaciaire dans la région de Montréal, *Cah. Géogr. Qué.*, 17(42): 415-448.

——— (1974): Les structures cylindriques et l'évolution d'une plage tardiglaciaire à Saint-Jérôme, Québec, *Rev. Géogr. Montr.*, XXVIII (4): 357-373.

GORDON, A. D. et BIRKS, H.J.B. (1974): Numerical methods in Quaternary palaeoecology. II. Comparison of pollen diagrams, *New Phytol.*, 73: 221-249.

GRANDTNER, M. M. (1966): *La végétation forestière du Québec méridional*, Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.

HILLAIRE-MARCEL, C. (1979): *Les mers post-glaciaires du Québec: quelques as ects*, thèse de doctorat d'État, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 2 vol., 293 p.

IVERSEN, J. (1973): *The development of Denmark's nature since the last Glacial*, Danmarks Geologiske Undersøgelse, V Series, n° 7 c, 126 p.

LAMOTHE, M. (1977): *Les dépôts meubles de la région de St-Faustin — St-Jovite, Québec. Cartographie, sédimentologie et stratigraphie*, thèse de maîtrise. Univ. Québec à Montréal, 118 p.

LASALLE, P. (1966): Late Quaternary vegetation and glacial history in the St. Lawrence Lowlands, Canada, *Leidse Geol. Med.*, 38: 91-128.

LASALLE, P. et ELSON, J. A. (1975): Emplacement of the St. Narcisse moraine as a climatic event in eastern Canada, *Quaternary Res.*, 5: 621-625.

LIVINGSTONE, D. A. (1955): Notes and comments. A lightweight piston samples for lake deposits, *Ecology*, 36(1): 137-139.

MERCER, J. H. (1969): The Alleröd oscillation: a european climatic anomaly? *Arctic and Alpine Res.*, 4: 227-234.

MOTT, R. J. (1978): *Populus* in late-Pleistocene pollen spectra, *Can. J. Bot.*, 56: 1021-1031.

NICHOLS, H. (1967): Disturbance of Arctic lake sediments by «bottom ice»: a hazard for palynology, *Arctic*, 20(3): 213-214.

——— (1974): Arctic North American palaeoecology: the recent history of vegetation and climate deduced from pollen analysis, *in* IVES, J. D. et BARRY, R. G., édit., *Arctic and Alpine Environments*, Methuen, Londres, 999 p.

OCCHIETTI, S. et HILLAIRE-MARCEL, C. (1977): Chronologie ^{14}C des événements paléogéographiques du Québec depuis 14 000 ans, *Géogr. phys. Quat.*, XXXI (1-2): 123-133.

PARRY, J. T. (1963): *The Laurentides: a study in geomorphological development*, thèse de doctorat, Univ. McGill, 222 p.

PARRY, J. T. et MACPHERSON, J. C. (1964): The Saint-Faustin — Saint-Narcisse moraine and the Champlain Sea, *Rev. Géogr. Montr.*, XVIII (2): 235-248.

PRICHONNET, G. (1977): La déglaciation de la vallée du Saint-Laurent et l'invasion marine contemporaine, *Géogr. phys. Quat.*, XXXI (3-4): 323-345.

RICHARD, P. (1970): L'analyse pollinique au Québec: mise au point et tendances actuelles, *Rev. Géogr. Montr.*, XXIV (2): 189-197.

——— (1976): Relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique au Québec, *Naturaliste can.*, 103: 53-66.

——— (1977a): *Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique*, Serv. de la rech., Dir. gén. des for., min. des Ter. et For. du Québec, tome 1, 312 p., tome 2, 142 p.

——— (1977b): Végétation tardiglaciaire au Québec méridional et implications paléoclimatiques, *Géogr. phys. Quat.*, XXXI (1-2): 161-176.

——— (1978): Histoire tardiglaciaire et postglaciaire de la végétation au mont Shefford, Québec, *Géogr. phys. Quat.*, XXXII (1): 81-93.

——— (1979): L'interprétation du diagramme pollinique en termes de végétation au Québec: une approche d'inspiration sigmatiste, *Phytoceonologia* (sous presse).

RICHARD, P. et POULIN, P. (1976): Un diagramme pollinique au mont des Éboulements, région de Charlevoix, Québec, *Can. J. Earth Sci.*, 13(1): 145-156.

RONDOT, J. (1974): L'épisode glaciaire de Saint-Narcisse dans Charlevoix, Québec, *Rev. Géogr. Montr.*, XXVIII (4): 375-388.

SAARNISTO, M. (1974): The deglaciation history of the lake Superior region and its climatic implications, *Quaternary Res.*, 4: 316-339.

SAVOIE, L. (1978): *Contribution à la paléophytogéographie de l'épisode de Saint-Narcisse dans la région de Sainte-Agathe*, mémoire de maîtrise, Dép. de géographie, Univ. de Montréal, 110 p.

SHORT, S. K. et NICHOLS, H. (1977): Holocene pollen diagrams from subarctic Labrador — Ungava: vegetational history and climatic change, *Arctic and Alpine Res.*, 9 (3): 265-290.

TERASMAE, J. (1969): Quaternary Palynology in Québec: a review and future prospects, *Rev. Geogr. Montr.*, XXIII (3): 281-288.

WALKER, M.J.C. (1975): Two late glacial pollen diagrams from the eastern Grampian Highlands of Scotland, *Pollen et Spores*, XVIII (1): 67-92.

WEBB III, T. et McANDREWS, J. H. (1976): Corresponding patterns of contemporary pollen and vegetation in Central North America, *Geol. Soc. Am.*, Memoir 145, p. 267-299.

YARRATON, G. A. et RITCHIE, J. C. (1972): Sequential correlation as an aid in placing pollen zone boundaries, *Pollen et spores*, 14(2): 213-223.