

**Auteurs** : Pierre J.H. Richard, professeur et Pierre Grondin, ing. f.

---

## 1. HISTOIRE POSTGLACIAIRE DE LA VÉGÉTATION<sup>1</sup>

---

« L'étude du passé permet de mieux comprendre le présent ». Les forêts du Québec n'échappent pas à cet aphorisme. Les changements survenus dans la végétation de l'hémisphère Nord révélés par les analyses polliniques et macrofossiles permettent de saisir à quel point les paysages se sont profondément modifiés durant la dernière déglaciation et depuis lors (Dyke, 2005).

Depuis plus de 1,8 millions d'années (Pléistocène<sup>2</sup>), la majeure partie de la zone arctique, la zone boréale et la portion nordique de la zone tempérée furent recouvertes à plusieurs reprises d'une épaisse couche de glace. Tous les 100 000 ans environ depuis 1 million d'années, les glaciers se retirèrent vers les régions polaires en raison d'un réchauffement du climat ; auparavant, c'était tous les 41 000 ans. Au cours des multiples périodes interglaciaires qui s'étendirent sur 10 000 à 20 000 ans, les êtres vivants, habitués aux moyennes latitudes, colonisèrent les terres nordiques alors déglacées. La géographie actuelle du couvert végétal dans l'hémisphère Nord ne traduit donc vraiment pas l'état moyen de la végétation à l'échelle du Pléistocène ou de l'Holocène (les derniers 11 500 ans). Les forêts conifériennes denses, piliers de l'économie forestière au Québec sont très récentes : elles remontent à peine à 6000 ans. Elles se sont constituées, par appauvrissement progressif au fil des migrations post-glaciaires, à partir des immenses forêts conifériennes mélangées d'essences feuillues tempérées qui ont dominé les paysages au sud des glaces durant des dizaines de millénaires, sous des climats différents (Jackson *et al.*, 2000). L'équivalent des érablières du Québec méridional n'existait pas non plus durant le Pléniglaciaire ; elles se sont formées il y a environ 8500 ans mais leur composition s'est plusieurs fois modifiée depuis lors (Muller et Richard, 2001).

Intuitivement, on pourrait penser que durant le retrait du dernier inlandsis (Dyke *et al.*, 2003), la colonisation végétale se soit effectuée d'abord par les plantes arctiques, puis par les essences pionnières de la zone boréale, notamment le tremble, le bouleau blanc et le mélèze. Les forêts se seraient ensuite constituées selon une séquence apparentée à ce que l'on observe aujourd'hui le long d'un gradient nord-sud où trois essences dominent : l'épinette noire, le sapin baumier et l'érable à sucre (Richard, 1977, 1994a). Après coup, les communautés forestières auraient été principalement influencées par le climat et par les

perturbations : feux (Payette, 1992 ; Carcaillet et Richard, 2000), épidémies (Simard *et al.*, 2006) et chablis. Les reconstitutions de l'histoire de la végétation révèlent toutefois de très nombreuses exceptions à cette séquence. Par exemple, les communautés forestières du nord du Québec ont connu leur maximum de densité dès la déglaciation survenue durant l'Holocène moyen sous un climat relativement chaud associé à une faible incidence des feux (Richard, 1995). Autour du Golfe du Saint-Laurent, les forêts initiales ont tardé à se refermer en raison de la persistance d'un climat froid durant l'Holocène inférieur. L'Holocène supérieur fut pour sa part marqué par un refroidissement du climat (le Néoglaaciaire) et une incidence plus élevée des feux. Ces conditions se sont traduites par l'ouverture graduelle des pessières nordiques pour former la pessière noire à lichens, de même qu'une large zone de transition entre la toundra et les forêts continues mais ouvertes : la toundra forestière (Payette et Gagnon, 1979 ; Payette et Lavoie, 1994). Dans les domaines bioclimatiques plus méridionaux, le refroidissement de l'Holocène supérieur favorisa une plus grande abondance des conifères et le retrait vers le sud de certaines essences dont le pin blanc. Le refroidissement du Petit Âge Glaciaire (1450-1880 A.D.) affecta aussi la végétation, tant au sud qu'au nord.

La colonisation végétale initiale s'est inscrite dans des milieux très variés sur les plans paléogéographique (glaces, terres, mers, lacs) et climatique, selon qu'elle remonte au Tardiglaciaire (début de la déglaciation vers 21 000 AA jusqu'à l'Holocène) ou qu'elle se situe dans l'Holocène. Notons que dans le contexte québécois, le tardiglaciaire au sens propre du terme s'attarde longuement puisque la déglaciation finale n'a eu lieu qu'il y a 5500 ans environ (Dyke *et al.*, 2003). Par pure commodité, on reconnaîtra l'Holocène inférieur (11 500 à 8000 ans AA), l'Holocène moyen (8000 à 4000 ans AA), et l'Holocène supérieur (depuis 4000 ans) pour nous repérer dans le temps en l'absence de dates plus précises.

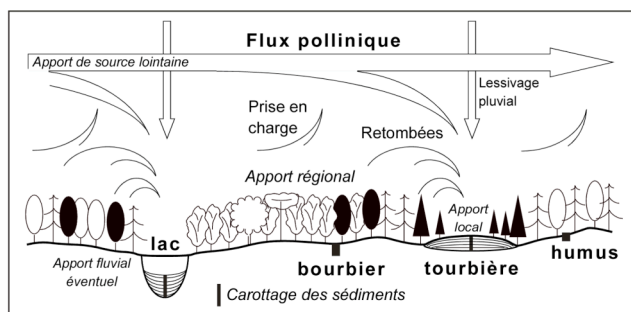
Avant de décrire les paysages végétaux du Québec à diverses époques choisies, examinons brièvement **les fondements des reconstitutions**. Elles sont rendues possibles grâce aux archives naturelles que constituent les sédiments des lacs, les tourbières, l'humus de type mor, ou les horizons organiques enfouis. Ces archives (figure 1), construites naturellement au fil du temps, préservent indéfiniment les grains de pollen ou les spores produits chaque année par la végétation locale, régionale ou plus lointaine, à côté des restes de plantes et d'autres organismes qui vivaient dans ces milieux ou à proximité. Les sédiments sont récupérés par carottage et la datation au <sup>14</sup>C fournit la chronologie ; les grains de pollen et les autres restes sont extraits des couches, puis identifiés et dénombrés au microscope ou à la loupe grâce à leur morphologie étonnamment variée et souvent spécifique.

---

<sup>1</sup> Nous utilisons ici la chronologie au <sup>14</sup>C étalonnée en années sidérales (réelles) avant l'actuel (AA, *i.e.* avant 1950), afin d'exprimer correctement l'âge et la durée des phénomènes. Ceci explique une partie des différences avec l'édition de 1996.

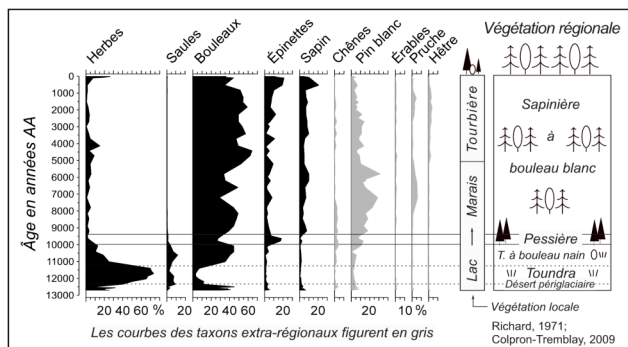
<sup>2</sup> L'ère Quaternaire remonte à 2,6 - 2,7 MA.

Figure 1  
Les flux polliniques et les milieux de dépôt



Les résultats sont le plus souvent exprimés sous forme de **diagrammes** livrant la composition floristique des assemblages successivement identifiés dans les couches analysées, à côté de la chronologie du dépôt (figure 2). Les données sont souvent exprimées en pourcentages, mais on peut aussi calculer le taux d'accumulation (nombre de grains de pollen par cm<sup>2</sup> et par année), ce qui permet de suivre les changements de la taille des populations que le pollen représente.

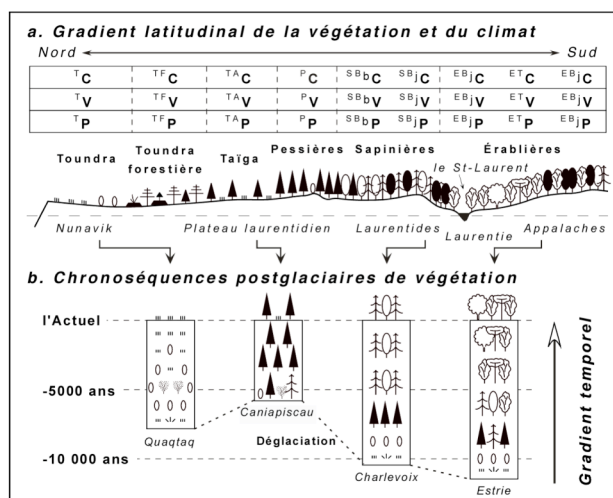
Figure 2  
Le diagramme pollinique de la Forêt Montmorency



Seule une faible partie de la flore est représentée par son pollen ou ses macrorestes mais, sous nos latitudes, la plupart des arbres le sont. En comparant les assemblages polliniques anciens avec ceux produits par la végétation actuelle (échantillons de surface des lacs ou des tourbières), on identifie alors les paysages végétaux correspondants. La relation entre le climat (C), la végétation (V) et le pollen (P) qu'elle produit est à la base des reconstitutions du milieu fondées sur l'analyse pollinique (figure 3a). Le diagramme (simplifié) de la Forêt Montmorency montre que le sapin baumier est fortement sous représenté par son pollen au sein de la Sapinière à bouleau blanc, contrairement au bouleau blanc qui, lui, est très sur représenté. De tels biais sont pris en considération dans l'interprétation des données polliniques en termes de végétation (figures 2 et 3b). L'étude pollinique de dépôts localisés en sous-bois, appuyée par celle des macrorestes

(graines, fruits, feuilles, etc.) qui assurent plus souvent que le pollen une identification au niveau de l'espèce, livre l'histoire à long terme des peuplements locaux.

Figure 3  
Les fondements de l'interprétation

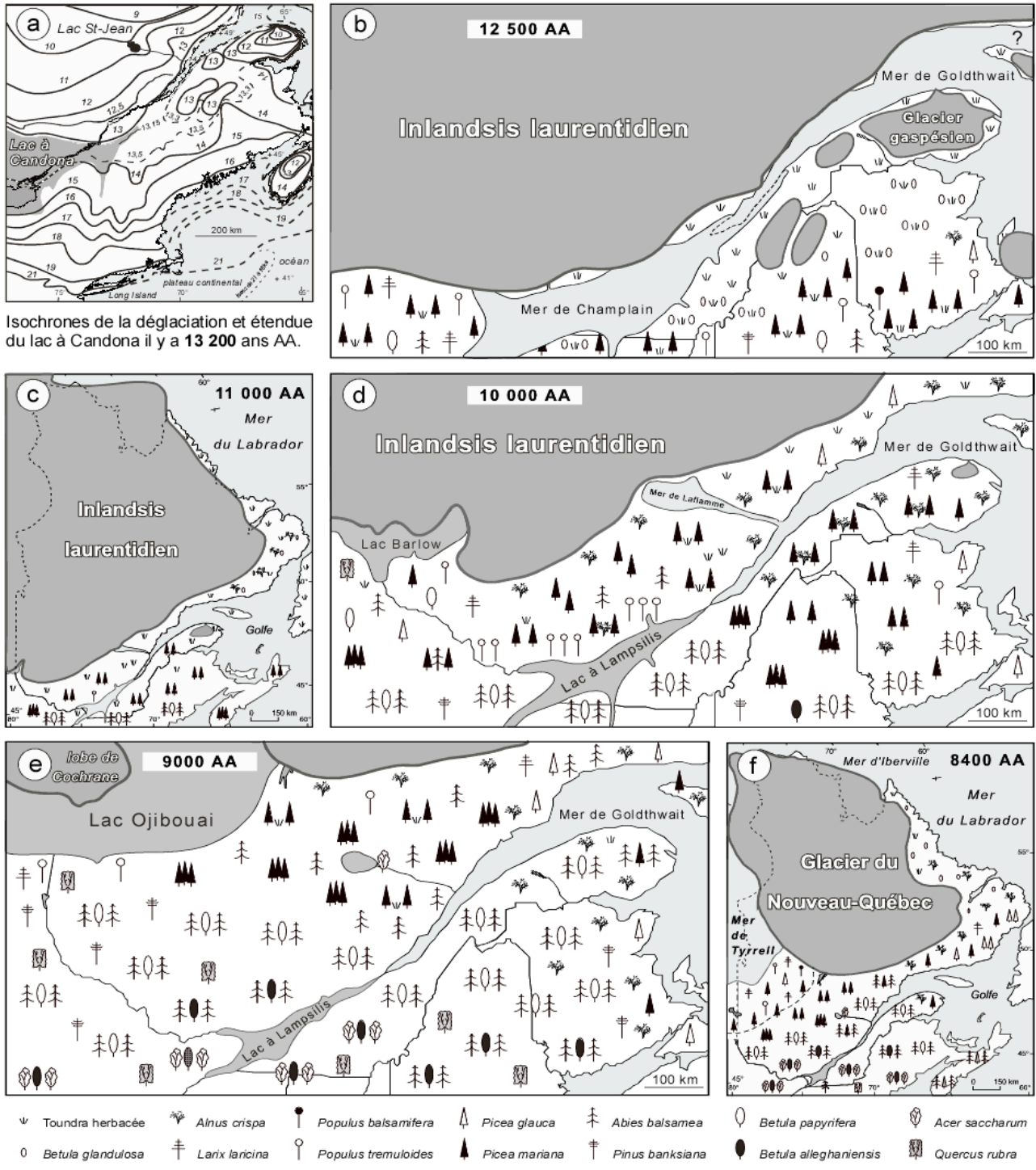


D'autres microfossiles (Diatomées, Rhizopodes, etc.) trouvés dans les tourbes et les sédiments lacustres permettent de déduire le climat de manière indépendante du pollen, ce qui renforce les reconstitutions. On retrace ainsi les changements de niveau des lacs, l'humidité de surface des tourbières, ou l'hydraulicité des cours d'eau. Les poussières de charbon de bois traduisent l'incidence ou la fréquence des feux (Carcaillet et Richard, 2000).

Avec d'autres méthodes paléocécologiques, l'analyse pollinique et l'analyse macrofossile livrent la dynamique de la végétation et du milieu depuis le retrait des glaces jusqu'à nos jours, élargissant ainsi le domaine de l'observation des conditions de vie des organismes. Abordons maintenant la description des paysages végétaux du Québec à quelques époques marquantes du point de vue paléogéographique.

**IL Y A 21 000 ANS**, le nord du continent américain était recouvert d'une épaisse couche de glace dont la limite sud avait déjà atteint Cape Cod et Long Island quelque 5000 ans auparavant (figure 4a). Peu à peu, sous l'effet d'un réchauffement du climat, l'inlandsis se mit à fondre, provoquant le rehaussement graduel du niveau des océans situé alors près de 120 m plus bas car l'eau était stockée sous forme de glace d'inlandsis. Entre 17 000 et 14 000 ans AA, l'océan Atlantique s'avança dans le Golfe puis dans l'estuaire du Saint-Laurent, individualisant ainsi un glacier appalachien au sud de l'inlandsis laurentidien, et un glacier terre-neuvien au sud-est. Le front glaciaire s'est retiré de la partie sud du Québec, près de la frontière des États-Unis, entre 13 500 et 13 200 ans AA (Occhietti et Richard, 2003 ; Richard, 2007).

Figure 4  
Végétation du Québec-Labrador entre 13 200 et 8400 ans avant l'actuel (AA)



Plusieurs lacs proglaciaires, dont le lac Memphrémagog qui occupait alors une superficie beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, se formèrent dans les principales vallées. Continuant leur progression le long du Saint-Laurent, les eaux de la Mer de Goldthwait envahirent les Basses-Terres du Saint-Laurent en amont de Québec il y a  $13\,100 \pm 100$  ans (Richard et Occhietti, 2005). Elles y constituèrent la Mer de Champlain, qui atteignit une altitude dépassant les 200 m le long de sa rive laurentidienne. Le mont Saint-Hilaire formait alors une île dans cette vaste mer intérieure propice à la sédimentation de particules fines (argile et silt argileux). À la même époque, quelques zones côtières du Labrador et de Terre-Neuve se libérèrent graduellement des glaces, accueillant une végétation périglaciaire de toundra.

**Il y a 12 500 ans**, la marge de l'inlandsis longeait les Basses-Laurentides et la Côte-Nord (figure 4b); le glacier était le plus souvent en contact avec la mer sauf à quelques endroits au relief surélevé comme au nord des villes de Québec (Beaupré et Charlevoix) et de Montréal (au sud du mont Tremblant). L'énorme masse de l'inlandsis, avec ses vents catabatiques violents et glacés conjugués aux eaux froides de la Mer de Champlain, entretenait dans tout ce secteur un climat périglaciaire et une végétation de toundra herbacée (Richard, 1994b). À l'ouest et au sud de la Mer de Champlain des pessières noires plus ou moins ouvertes et même des sapinières se formèrent (Davis et Jacobson, 1985). Outre l'épinette noire et le sapin, les principales essences alors présentes sur le territoire étaient le mélèze, le peuplier faux-tremble, le peuplier baumier et l'épinette blanche. Les bouleaux blancs étaient relativement rares. La Gaspésie était alors pratiquement toute couverte par les glaces (Richard *et al.*, 1997) et de petits glaciers se trouvaient encore en plusieurs localités des Provinces Maritimes et du Maine. Une toundra herbacée, hébergeant plusieurs plantes dont la répartition actuelle est arctique ou alpine, occupait les terres adjacentes (Marcoux et Richard, 1995). Une toundra plus dense à bouleau glanduleux couvrait le nord du Nouveau-Brunswick tandis qu'une pessière noire ouverte s'était déjà constituée au sud de cette province. Sur l'île d'Anticosti libérée des glaces il y a 13 000 ans environ, la végétation forestière pourrait s'être établie presque 4000 ans plus tard (Lavoie et Fillion, 2001).

L'oscillation froide du Dryas récent (12 900 à 11 600 ans AA) provoqua une importante reculée de l'inlandsis laurentidien (Moraine de Saint-Narcisse); plusieurs glaciers appalachiens y réagirent aussi, tant en Gaspésie que dans les Provinces maritimes. La végétation y connut alors d'importants changements dans le sens d'un retour à la toundra arbustive ou herbacée, d'une ouverture des forêts conifériennes, ou d'une régression de plusieurs essences forestières, selon leur éloignement des glaces (Richard, 2007). Sur le rebord du Bouclier canadien, la toundra a peu réagi, sans doute en raison de

la persistance d'un climat périglaciaire rigoureux. C'est à cette époque, entre 12 500 et 12 200 ans AA que les premiers chasseurs paléindiens occupèrent le Québec, sur les rives du lac Mégantic (Chapdelaine, 2004). Mille ans plus tard, la Mer de Champlain était moins salée et de taille et d'altitude réduites en raison du relèvement de la croûte terrestre libérée du poids des glaces (figure 4c); les Montérégiennes y formaient alors un archipel curviligne.

**Il y a 10 000 ans**, des portions croissantes de terres côtières du Labrador et de la Côte-Nord étaient disponibles (figures 4c et 4d). La forêt fut lente à s'y établir, sans doute en raison de la proximité des glaces; une toundra arbustive dominée par le bouleau glanduleux et l'aulne crispé se maintint et l'épinette blanche s'installa progressivement. Les Basses-Terres du lac Saint-Jean étaient envahies par les eaux marines, constituant la Mer de Laflamme dont le niveau atteignit alors une altitude de près de 170 m. Au Témiscamingue, les eaux de fonte de l'inlandsis laurentidien furent captées au nord de la ligne de partage des eaux de l'époque, formant le lac proglaciaire Barlow responsable de la sédimentation d'argiles varvées. Des communautés de chêne rouge, d'orme d'Amérique, de frênes (noirs) et d'ostryer de Virginie s'implantèrent immédiatement sur les îles et autour de ce grand lac. Ces communautés, dont on observe aujourd'hui les vestiges près du lac Témiscamingue, occupaient les collines émergeant alors de la vaste plaine argileuse encore ennoyée, côtoyant des plantes arctiques-alpines dans une pessière noire ouverte (Richard et Larouche, 1989). Ce mélange floristique original serait lié aux conditions climatiques hivernales clémentes qui régnaient à l'époque dans ce secteur de l'inlandsis laurentidien, permettant l'implantation d'essences relativement thermophiles.

Dans les Laurentides, la toundra occupait les zones de haute altitude ainsi que la marge glaciaire. Au sud, la colonisation végétale s'effectuait progressivement selon une séquence correspondant à la zonation latitudinale actuelle de la végétation. Se sont ainsi succédées la toundra herbacée, la toundra arbustive puis la pessière noire. Des tremblaies à genévrier commun et myrique baumier dominaient les régions au sud du mont Tremblant, en Outaouais et en Moyenne-Mauricie. Ces communautés se sont maintenues par endroits pendant plus de 1000 ans malgré la présence d'essences compétitrices attestée par les macrorestes végétaux, sans doute en raison d'un climat froid et sec favorisant des incendies fréquents. Ces paysages étaient apparentés à ceux de la tremblaie-parc qui établissent actuellement la transition entre la prairie et la forêt boréale, à l'est des Rocheuses. Il y a environ 9500 ans, ces tremblaies ont été conquises par l'épinette noire. En Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent, des pessières noires ouvertes puis des pessières plus fermées se sont

à l'époque constituées (Asnong et Richard, 2003). À peine formées, ces forêts ont toutefois connu une phase importante de dégradation à l'Holocène inférieur, entre 10 300 et 8800 AA, sous l'influence des feux et d'un retour à des conditions climatiques froides liées à la vidange du lac proglaciaire Agassiz dans l'Atlantique Nord (Anderson *et al.*, 2007). Dans ces régions estuariennes comme dans Charlevoix, les forêts se sont alors ouvertes et l'aulne crispé a pris beaucoup d'importance et ce, durant 500 à 1500 ans selon les régions (Labelle et Richard, 1984 ; Richard et Labelle, 1989 ; Anderson et Lewis, 1992 ; Marcoux et Richard, 1995 ; Asnong et Richard, 2003).

Dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, le relèvement isostatique des terres en réponse au retrait des glaces ne permettait plus la transgression des eaux salées de l'Atlantique. La Mer de Champlain fit donc place, il y a 10 600 ans, à une étendue d'eau douce plus réduite et moins profonde : le Lac à Lampsilis. Ce lac était alimenté par les eaux de fonte des glaces qui avaient précédemment circulé dans les ancêtres des Grands Lacs, le lac Barlow et les affluents de la rive nord du Saint-Laurent. Ces cours d'eau transportaient des particules sableuses qui recouvrirent les argiles marines un peu partout (Filion et Quinty, 1993). Par endroits, les vents remanièrent les sables fins des anciens littoraux et des deltas des rivières (L'Assomption, Saint-Maurice, Sainte-Anne, etc.), constituant des champs de dunes (Filion, 1987). Des pessières fermées, des sapinières et des pinèdes grises colonisèrent alors le sud du Québec. Les éricacées (ex. *Rhododendron groenlandicum*) typiques des pessières et les latifoliées (ex. *Cornus canadensis*) devaient accompagner les communautés forestières nouvellement installées, d'après les macrorestes identifiés parfois. En Nouvelle-Angleterre, la sapinière à bouleau jaune puis les érablières succédèrent à la sapinière ; ces deux formations contenaient alors beaucoup plus de pin blanc et surtout plus de chênes (probablement le chêne rouge).

**Il y a 9000 ans**, les terres septentrionales coincées entre l'océan et les glaces étaient occupées par la toundra herbacée, associée par endroits au bouleau glanduleux et à l'aulne crispé. Cette toundra herbacée était plus riche en espèces et plus dense que son équivalent moderne (Richard, 1981). La marge méridionale de l'inlandsis (figure 4e) était alors envahie principalement par l'aulne crispé, le mélèze, le tremble, le peuplier baumier, l'épinette blanche, l'épinette noire et le sapin. Tous les éléments de la flore boréale moderne y étaient représentés, sauf le pin gris et le bouleau blanc. Sur la Côte-Nord et au sud du Labrador, le sapin d'abord, puis l'épinette noire se joignirent à l'épinette blanche pour composer des forêts denses remplaçant la toundra. La dominance initiale du sapin fut sans doute favorisée par des précipitations élevées liées à la proximité de la mer, avant le déploiement tardif des épinettes noires que certains ont

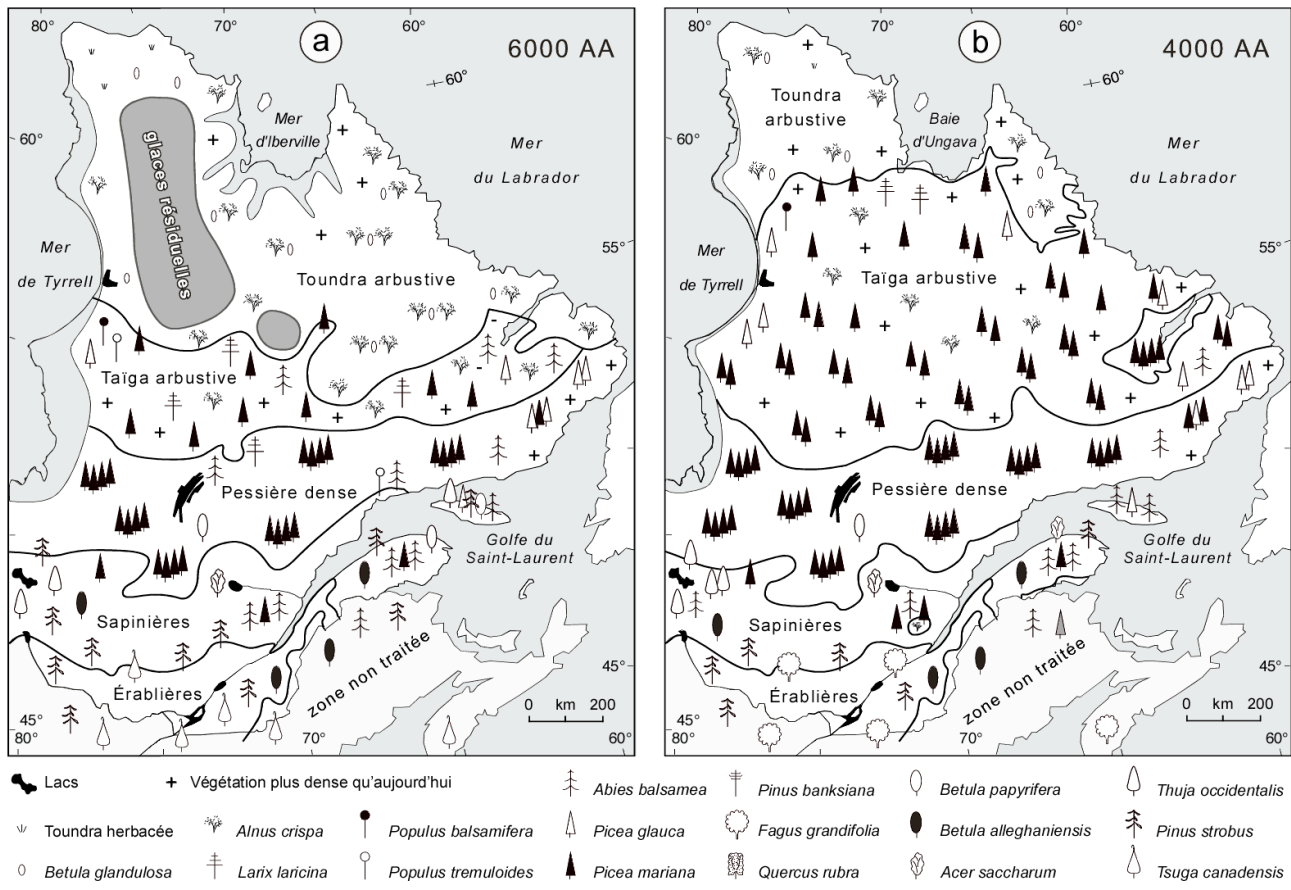
attribué à l'appauvrissement des sols en éléments nutritifs (Lamb, 1980). Quoi qu'il en soit, il y a là un bel exemple d'inversion dans la séquence attendue de la dominance arborescente suite au retrait des glaces (figure 3a).

Les terres adjacentes au lac Saint-Jean, exondées progressivement entre 9500 et 8000 ans AA, et le plateau laurentidien tout autour furent graduellement envahis par la pessière noire ouverte puis par la pessière noire fermée et, plus tard, par les sapinières. Chose remarquable, les peuplements disjoints d'érable à sucre observés actuellement un peu partout se sont établis dès 8500 ans AA dans la réserve de Couchepaganiche, en même temps que les érablières se constituaient au sud du Québec. Dans les régions les plus froides et les plus arrosées appartenant aujourd'hui à l'étage supérieur de la sapinière à bouleau blanc (ex. Réserve faunique des Laurentides), les sapinières s'implantèrent parallèlement aux pessières noires, sans les remplacer (Richard, 1971, 1973 ; Lavoie et Richard, 2000c).

Au début de cette période, le lac proglaciaire Ojibouai, situé au nord de l'ancien lac Barlow, inondait alors l'Abitibi jusqu'à une altitude de près de 450 m (figure 4e). Des refroidissements climatiques ou des crues glaciaires favorisèrent des progressions rapides de l'inlandsis entre 9200 et 8700 AA (pulsions de Cochrane I et II, et de Rupert). Dès la vidange de ce lac proglaciaire en raison de la scission de l'inlandsis laurentidien en deux entités distinctes, le glacier d'Hudson et le glacier du Nouveau-Québec, l'Abitibi et le sud de la Jamésie furent conquis par les arbres, à l'exception des terres les plus basses (à moins de 220 m environ) encore inondées par la Mer de Tyrrell (figure 4f). Les conditions climatiques favorisèrent dès le départ l'installation du tremble, du sapin et du pin gris. Les tremblaies et les pessières noires ponctuées de peuplier faux-tremble que l'on observe aujourd'hui dans ces régions pourraient constituer un héritage de cette période. Le pin gris était alors plus abondant qu'aujourd'hui. Au Témiscamingue, les pessières noires ouvertes héritées de la période précédente déclinèrent avec la constitution de la pessière noire fermée puis de la sapinière. Les bosquets de chênes, d'ormes et d'ostryers formés auparavant se raréfièrent. Le pin gris restait bien représenté, les peuplements étant entretenus par les feux (abondance des charbons de bois microscopiques).

En Gaspésie, les pessières noires des sites mésiques furent progressivement remplacées par la sapinière à bouleau blanc. Des étendues de toundra couvraient encore les hauts plateaux gaspésiens. Les forêts du bas plateau formées au cours de la période précédente furent décimées par le froid il y a 8800 ans et ne s'en remirent que graduellement, il y a 6000 ans environ. Au Bas-Saint-Laurent et dans les Laurentides, la sapinière à bouleau blanc remplaça aussi la pessière noire. Dans la région de Montréal, la sapinière à bouleau jaune, bien pourvue en pin blanc et en chêne rouge, et l'érablière succédèrent

Figure 5  
Végétation du Québec-Labrador il y a 6000 et 4000 ans



à la sapinière à bouleau blanc et envahirent les terres libérées par le retrait des eaux lamprosiennes. Le contour actuel de l'archipel d'Hochelaga ne prit forme qu'il y a 8000 ans environ ; à l'entrée du lac Saint-Pierre, la tourbière de Lanoraie était alors occupée par de vastes étangs comblant d'anciens chenaux.

**IL Y A 6000 ANS**, les glaces n'occupaient plus que 70 000 km<sup>2</sup> en Ungava (figure 5a). Le climat estival était alors généralement d'un ou deux degrés plus chaud qu'actuellement (Richard, 1995 ; Viau *et al.*, 2006). Une toundra arbustive dense à bouleau glanduleux et aulne crispé se développait sur les terrains situés entre les mers de Tyrrell, d'Iberville ou du Labrador et les glaces résiduelles. Une pessière noire ouverte, mais beaucoup plus dense que présentement, occupait le domaine actuel de la pessière noire à lichens. Cette taïga était aussi arbustive en raison de l'abondance de l'aulne crispé, le parterre de cladines qui la caractérise aujourd'hui étant réduit ou absent, peut-être en raison de la rareté des feux

sous un climat plus favorable que de nos jours et d'une plus grande richesse des sols en éléments nutritifs. Les sapins, mélèzes, trembles et peupliers, aujourd'hui épars, y étaient plus nombreux et plus répandus. Dans les Basses-Terres de la Jamésie, une courte phase à tremble, semblable à celle qui avait marqué les Laurentides entre 10 700 et 9500 ans AA, précéda la constitution de la forêt. La limite nord de la pessière noire fermée correspondait déjà à peu près à la position moderne, sauf dans le secteur du lac Melville au Labrador alors occupé par une forêt ouverte à sapin baumier, épinette blanche et aulne crispé.

Les domaines bioclimatiques des sapinières et des érablières atteignaient aussi leur limite nordique de peuplement il y a 6000 ans, mais l'abondance de certaines essences compagnes différait de l'actuelle. Dans les pessières et les sapinières mésiques, le bouleau blanc était plus abondant que de nos jours. Le pin gris était absent des forêts de la Jamésie en raison



d'une colonisation tardive liée sans doute à une relative rareté des feux de forêt à cette époque (Payette, 1993). Au Témiscamingue et en Abitibi, les sapinières hébergeaient alors une beaucoup plus forte proportion de thuya que de nos jours. Dans les sapinières méridionales et dans les érablières, le bouleau jaune était plus abondant à l'est alors que le pin blanc était beaucoup plus fréquent à l'ouest. On peut considérer que cette époque fut celle du pin blanc et de la pruche, tant au Québec méridional que dans l'est de l'Amérique du Nord. Les pinèdes blanches à pruche de la réserve écologique de la Rivière du Moulin (Lotbinière) en constituent sans doute un exemple. L'aire de peuplement du pin blanc s'est alors étendue près de 70 km au nord de la limite actuelle, en Abitibi (Terasmae et Anderson, 1970). Les pins blancs devaient constituer un étage de vétérans sous lequel se développaient les sapinières et les érablières. L'analyse pollinique montre en effet que les populations de pin blanc se sont ajoutées à celles du sapin baumier ou de l'érable à sucre, sans les remplacer.

Le hêtre, dont les populations immigrèrent au sud du Québec il y a 8000 ans, était alors en pleine expansion territoriale (Bennett, 1985). Dans la région de Montréal, les essences plus thermophiles comme le noyer cendré (particulièrement au mont Yamaska), le tilleul, et les caryers abondèrent à l'Holocène moyen. La pruche fut aussi très abondante entre 7500 et 5500 AA. Il y a 5550 ans environ, les prucheraies furent toutefois brusquement décimées quasi simultanément dans tout l'Est de l'Amérique du Nord (Davis, 1981). Bhiry et Filion (1996) ont démontré qu'il s'agissait d'une infestation phénoménale par l'arpenreuse de la pruche. Cette attaque pourrait s'être combinée à un changement important du régime des précipitations, caractérisé par le passage d'un climat relativement humide (favorisant la pruche) à un climat plus sec, surtout moins neigeux (Filion et Quinty, 1993 ; Lavoie et Richard, 2000a ; Muller *et al.*, 2003). Jusque vers 5000 ans AA, l'entourbement des stations humides, riveraines ou non, était beaucoup moindre qu'actuellement. Les tourbières comme celle de Lanoraie, moins étendues que de nos jours, étaient alors le plus souvent constituées de fens à mélèze (Lavoie et Richard, 2000b et c).

**IL Y A 4000 ANS**, les glaciers étaient disparus du nord du Québec (figure 5b). Le relèvement isostatique des terres n'étant pas terminé, les zones côtières de la baie de James et de la mer d'Hudson restèrent immergées. Au Nouveau-Québec et dans les monts Torngat, la toundra était encore dominée par les arbustes sur les stations enneigées, mais elle s'est graduellement départie de la plupart des grands buissons depuis lors ; des formes moins développées du bouleau glanduleux ont subsisté et l'airelle des marais (*Vaccinium uliginosum*), mésique dans le nord, s'est développée. Les arbres (épinette noire, épinette blanche, mélèze, peuplier baumier) atteignaient à

cette époque leur limite nordique d'extension postglaciaire (Payette, 1993) et leur densité maximale (Richard, 1981; Richard *et al.*, 1982). Un gradient de densité décroissante devait s'établir du sud au nord, entre la pessière noire fermée et la toundra, mais le domaine de la toundra forestière ne devait alors pas exister, bien que certains sommets de collines pouvaient être dégarnis en raison de l'exposition ou de sols trop minces. La toundra forestière telle que nous la connaissons est une formation végétale relativement récente : elle s'est constituée progressivement depuis la déglaciation régionale, principalement sous l'emprise croissante des feux (Asselin et Payette, 2005 ; Gajewski *et al.*, 1996).

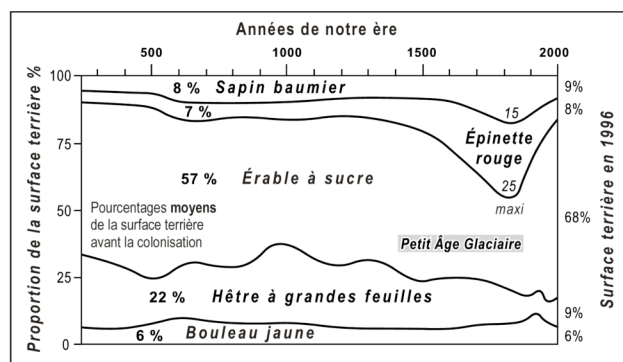
Les pessières noires fermées et, au sud, les sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune adoptaient une structure, une densité et une composition floristique apparentées à celles des communautés actuelles. Les terres argileuses à teneur élevée en calcium de l'Abitibi et du Témiscamingue étaient toutefois occupées à l'époque par de véritables cédrières à sapin, le thuya montrant entre 7000 et 3500 AA une abondance inconnue de nos jours. Cette abondance paraît attribuable à une faible incidence des feux (Richard, 1993 ; Carcaillet et Richard, 2000 ; Carcaillet *et al.*, 2001). Il y a 4000 ans, des populations disjointes d'érable à sucre se sont établies en Gaspésie et s'y sont maintenues jusqu'à nos jours (Labelle et Richard, 1984). L'installation tardive de l'érable à sucre dans les vallées nord-gaspésiennes paraît attribuable à la disjonction des sites propices à la germination des graines de l'essence.

Dans les érablières méridionales, l'abondance du noyer cendré, du tilleul d'Amérique et des caryers diminua, traduisant un refroidissement généralisé du climat identifié partout en Amérique du Nord. Le pin blanc restait important malgré l'abondance croissante du bouleau jaune. La pruche était alors moins abondante qu'avant sa décimation il y a 5550 ans. Le hêtre à grandes feuilles s'est toutefois grandement développé parmi les populations de l'érable à sucre. Ce phénomène fut attribué par Webb (1986) à l'instauration de conditions hivernales plus clémentes en raison de l'augmentation de la radiation solaire incidente en hiver. Les hivers plus rudes auraient auparavant limité l'extension du hêtre vers le nord.

L'entourbement des milieux humides s'est accentué. Les habitats riverains des lacs ou cours d'eau furent alors occupés par des sapinières à thuya ou des cédrières à sapin. Les grandes tourbières du Québec méridional, représentées au début de la période précédente par des fens boisés, se sont souvent transformées vers 5000 ans AA en bogs dominés par les sphaignes et les éricacées (Lavoie et Richard, 2000b et c) ; Muller *et al.*, 2003). D'autres évoluèrent en marécages décidus et furent à l'origine des terres noires.

LES DEUX DERNIERS MILLENAIRES s'inscrivent dans la tendance au refroidissement amorcée depuis 4500 ans environ (le Néoglaciale). À la station de Duchesnay, dans les basses Laurentides près de Québec, le caractère pratiquement vierge de l'érablière à bouleau jaune et hêtre autour du lac Clair a permis d'exprimer les résultats des analyses polliniques des premiers 50 cm des sédiments en termes de changements de la proportion (%) de la surface terrière des cinq essences qu'on y trouve aujourd'hui (figure 6).

Figure 6  
Changements dans l'Érablière à bouleau jaune du lac Clair, à Duchesnay, depuis le 3<sup>e</sup> siècle



On observe une légère tendance à l'enrésinement de cette érablière depuis 17 siècles, tant par l'épinette rouge que par le sapin baumier. L'abondance de l'épinette rouge s'est toutefois considérablement accrue durant le refroidissement du Petit Âge Glaciaire, au détriment de l'érable et du hêtre mais pas du bouleau jaune. Lors du réchauffement subséquent du climat, l'érable à sucre a réagi plus rapidement que le hêtre. Avant l'an 1500 de notre ère, le hêtre était en moyenne deux fois plus abondant qu'actuellement dans la forêt. Ainsi, une forte proportion du hêtre dans les érablières constitue-t-elle certainement la norme à l'échelle préhistorique (Brisson et Bouchard, 2003 ; Webb, 1986). À la lumière de ce qui précède, la recrudescence récente du hêtre dans les érablières à érable à sucre du sud du Québec correspond à un retour à la normale à long terme. Elle reflèterait principalement le réchauffement qui a suivi le Petit Âge Glaciaire (après 1850), notamment le réchauffement hivernal qui s'accroîtra sans doute dans l'avenir.

Cette histoire deux fois millénaire des peuplements éclaire notre compréhension des forces qui agissent sur les arbres de nos forêts. L'étude du passé plus lointain montre que les arbres se sont implantés dès la déglaciation dans tous les endroits possibles, selon leur capacité d'accomplir leur cycle vital. À la suite du retrait des glaces, les forêts se sont constituées puis remplacées parfois dans l'ordre où on les trouve actuellement du nord au sud, mais ce schéma général (figure 3a) souffre de

nombreuses exceptions (figure 3b). Certains « stades » furent escamotés, d'autres (toundras ou forêts ouvertes) ont persisté longtemps en certains endroits, entretenus par des conditions climatiques sans équivalent moderne. Certaines régions ont connu à certaines époques des couverts végétaux dont on ne trouve pas d'exemple de nos jours au Québec : c'est le cas de la tremblaie-parc des basses Laurentides outaouaises, montréalaises et trifluviennes, et de la forêt initiale surtout coniférienne mais riche en essences thermophiles sur les collines du Témiscamingue; c'est le cas aussi des cédrières à sapin répandues en Abitibi durant l'Holocène moyen, et des sapinières ouvertes à aulne crispé de l'Est du Québec durant l'Holocène inférieur, dont on peut observer des peuplements reliques près de Murdochville. Dans plusieurs cas, les essences se sont établies longtemps avant que leurs populations ne prennent de l'expansion à la faveur de conditions adéquates; ce fut le cas notamment pour le hêtre, plus de mille ans avant qu'il ne se déploie dans le sud du Québec.

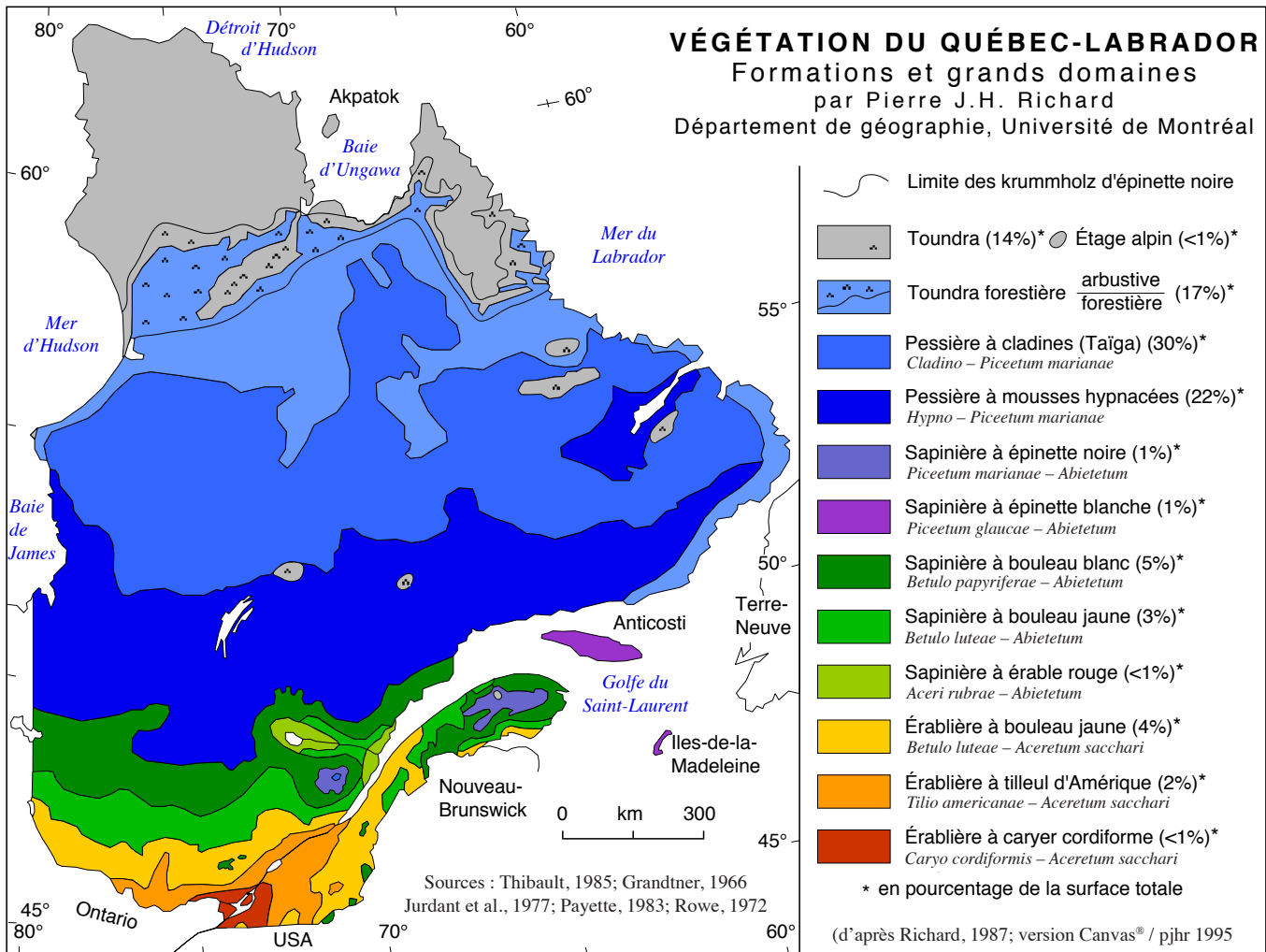
En tout état de cause, il est clair que les zones de végétation ne se sont pas déplacées en bloc sous l'influence des changements du climat, après le retrait des glaces et depuis lors. On aurait donc tort d'imaginer de simples translations de la végétation en réponse aux climats futurs. D'importants changements se sont produits de sorte que, manifestement, la végétation actuelle, forestière ou non, constitue pour une large part un héritage du passé. On ne peut donc en expliquer la composition et la répartition en ayant recours aux seules conditions actuelles ou récentes du milieu : parmi les facteurs explicatifs, le facteur temps est primordial. Par le biais de la paléophytogéographie, nous élargissons le domaine de l'observation à un passé aux conditions écologiques différentes de celles que nous connaissons, bien que cette observation soit partielle et indirecte. En multipliant les travaux, nous pouvons espérer recueillir des informations permettant de mieux comprendre l'histoire des forêts actuelles et des essences qui les composent. Cette connaissance permettra d'aménager les écosystèmes forestiers de manière durable dans un milieu changeant.

#### Références

- Anderson, Th.A., Levac, E. and Lewis, C.F.M., 2007. Cooling in the Gulf of St. Lawrence and estuary region at 9.7 to 7.2 <sup>14</sup>C ka (11.2-8.0 cal ka): Palynological response to the PBO and 8.2 cal ka cold events, Laurentide Ice Sheet air-mass circulation and enhanced freshwater runoff. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 246 : 75-100.
- Anderson, T.W. and Lewis, C.F.M., 1992. Climatic influences of deglacial drainage in southern Canada at 10 to 8 ka suggested by pollen evidence. *Géographie physique et Quaternaire*, 46 : 255-272.
- Asselin, H. and Payette, S., 2005. Late Holocene opening of the forest tundra landscape in northern Québec, Canada. *Global Ecology and Biogeography*, 14 : 307-313.
- Asnong, H. et Richard, P.J.H., 2003. La végétation et le climat postglaciaires du centre et de l'est de la Gaspésie, au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 57 : 37-63.



- Bennett, K.D., 1985. The spread of *Fagus grandifolia* across eastern North America during the last 18 000 years. *Journal of Biogeography*, 12 : 147-164.
- Bhury, N. and Filion, L., 1996. Mid-Holocene Hemlock Decline in Eastern North America Linked with Phytophagous Insect Activity. *Quaternary Research*, 45 : 312-320.
- Brisson, J. and Bouchard, A., 2003. In the past two centuries, human activities have caused major changes in the tree species composition of southern Québec, Canada. *Écoscience*, 10 : 236-246.
- Carcaillet, C. and Richard, P.J.H., 2000. Holocene changes in seasonal precipitation highlighted by fire incidence in eastern Canada. *Climate Dynamics*, 16 : 549-559.
- Carcaillet, C., Bergeron, Y., Richard, P.J.H., Fréchette, B., Gauthier, S., Prairie, Y.T., 2001. Change of fire frequency in the eastern Canadian boreal forests during the Holocene: does vegetation composition or climate trigger the fire regime? *Journal of Ecology*, 89 : 930-946.
- Chapdelaine, C., 2004. Des chasseurs de la fin de l'âge glaciaire dans la région du lac Mégantico. Découverte des premières pointes à cannelures au Québec. *Recherches amérindiennes au Québec*, 34 : 3-20.
- Colpron-Tremblay, J., 2009. Dynamique à long terme de la sapinière de la Forêt Montmorency à l'aide de l'analyse paléobotanique de dépôts organiques forestiers. Mémoire de M.Sc., département de géographie, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, 99 p.
- Davis, M.B., 1981. Outbreak of forest pathogens in Quaternary history. Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Conf. on Palynology, 1976, Lucknow, India, No 3 : 216-227.
- Davis, R.B. and Jacobson, G.L., Jr., 1985. Late glacial and early Holocene landscapes in northern New England and adjacent areas of Canada. *Quaternary Research*, 23 : 341-368.
- Dyke, A.S., 2005. Late Quaternary Vegetation History of Northern North America based on Pollen, Macrofossil, and Faunal Remains. *Géographie physique et Quaternaire*, 59 : 211-262.
- Dyke, A.S., Moore, A. and Robertson, L., 2003. Deglaciation of North America. Geological Survey of Canada, Open file 1574.
- Filion, L., 1987. Holocene development of parabolic dunes in the central St. Lawrence Lowlands, Québec. *Quaternary Research*, 28 : 196-209.
- Filion, L. and Quinty, F., 1993. Macrofossil and tree-ring evidence for a long-term forest succession and Mid-Holocene hemlock decline. *Quaternary Research*, 40 : 89-97.
- Gajewski, K., Garralla, S. and Milot-Roy, V., 1996. Postglacial vegetation at the northern limit of lichen woodland in northwestern Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 50 : 341-350.
- Jackson, S.T., Webb, R.S., Anderson, K.H., Overpeck, J.T., Webb III, T., Williams, J.W. and Hansen, B.C.S., 2000. Vegetation and environment in Eastern North America during the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 19 : 489-508.
- Labelle, C. et Richard, P.J.H., 1984. Histoire postglaciaire de la végétation dans la région de Mont-Saint-Pierre, Gaspésie. *Géographie physique et Quaternaire*, 38 : 257-274.
- Lamb, H.F., 1980. Late-Quaternary vegetation history of southeastern Labrador. *Arctic and Alpine Research*, 12 : 117-135.
- Lavoie, M. and Filion, L., 2001. Holocene vegetation dynamics of Anticosti Island, Québec, and consequences of remoteness on ecological succession. *Quaternary Research*, 56 : 112-127.
- Lavoie, M. and Richard, P.J.H., 2000a. Postglacial water-level changes of a small lake southern Québec, Canada. *The Holocene*, 10 : 621-634.
- Lavoie, M. and Richard, P.J.H., 2000b. The role of climate on the developmental history of Frontenac Peatland, southern Quebec. *Canadian Journal of Botany*, 78 : 668-684.
- Lavoie, M. et Richard, P.J.H., 2000c. Paléocologie de la tourbière du lac Malbaie, dans le massif des Laurentides (Québec): évaluation du rôle du climat sur l'accumulation de la tourbe. *Géographie physique et Quaternaire*, 54 : 169-185.
- Marcoux, N. et Richard, P.J.H., 1995. Végétation et fluctuations climatiques postglaciaires sur la côte septentrionale gaspésienne, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32 : 79-96.
- Muller, S.D. and Richard, P.J.H., 2001. Post-glacial vegetation migration in conterminous Montréal Lowlands, southern Québec. *Journal of Biogeography*, 28 : 1169-1193.
- Muller, S.D., Richard, P.J.H. and Larouche, A.C., 2003. Holocene development of a peatland (southern Québec): a spatio-temporal reconstruction based on pachymetry, sedimentology, microfossils and macrofossils. *The Holocene*, 13 : 649-664.
- Occhietti, S. et Richard, P.J.H., 2003. Effet réservoir sur les âges <sup>14</sup>C de la Mer de Champlain à la transition Pléistocène-Holocène: révision de la chronologie de la déglaciation au Québec méridional. *Géographie physique et Quaternaire*, 57 : 115-138.
- Payette, S., 1992. Fire as a controlling process in the North American boreal forest. pp. 145-169, in: «A systems Analysis of the Global Boreal Forest», H.H. Shugart, R. Leemans & G.B. Bonan (eds), Cambridge University Press, Cambridge.
- Payette, S., 1993. The range limit of boreal tree species in Québec-Labrador: an ecological and palaeoecological interpretation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 79 : 7-30.
- Payette, S. and Gagnon, R., 1979. Tree-line dynamics in Ungava peninsula, northern Quebec. *Holarctic Ecology*, 2 : 239-248.
- Payette, S. and Lavoie, C., 1994. The arctic tree line as a record of past and recent climatic changes. *Environmental Review*, 2 : 78-90.
- Richard, P.J.H., 1971. Two pollen diagrams from the Québec city area, Canada. *Pollen et Spores*, 13 : 523-559.
- Richard, P.J.H., 1973. Histoire postglaciaire comparée de la végétation dans deux localités au nord du Parc des Laurentides, Québec. *Le Naturaliste canadien*, 100 : 577-590.
- Richard, P.J.H., 1977. Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique. Service de la recherche, Direction générale des forêts, Ministère des Terres et Forêts du Québec. Publications et rapports divers. Tome 1, xxiv + 312 p.; tome 2, 142 p.
- Richard, P.J.H., 1981. Paléophytogéographie postglaciaire en Ungava, par l'analyse pollinique. *Collection Paléo-Québec* n° 13, 153 p.
- Richard, P.J.H., 1993. Origine et dynamique postglaciaire de la Forêt mixte au Québec. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 79 : 31-68.
- Richard, P.J.H., 1994a. Postglacial Palaeophytogeography of the Eastern St. Lawrence River Watershed and the Climatic Signal of the Pollen Record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109 : 137-163.
- Richard, P.J.H., 1994b. Wisconsinan Late-glacial environmental change in Quebec: a regional synthesis. *Journal of Quaternary Science*, 9 : 165-170.
- Richard, P.J.H., 1995. Le couvert végétal du Québec-Labrador il y a 6000 ans BP: essai. *Géographie physique et Quaternaire*, 49 : 117-140.
- Richard, P.J.H., 2003. Histoire postglaciaire de la végétation et du milieu en Outaouais: Le point et les pistes de recherche. pp. 47-80/chapitre 2, in: « L'Île aux Allumettes et l'Archaique supérieur dans l'Outaouais », sous la direction de N. Clermont, C. Chapdelaine et J. Cinq-Mars, Recherches amérindiennes au Québec, *Collection Paléo-Québec*, n° 30, 363 p.
- Richard, P.J.H., 2007. Le paysage tardiglaciaire du «Grand Méganticois»: état des connaissances. Chapitre 2, pp. 21-45, in: Chapdelaine, C., éd., «Entre lacs et montagnes au Méganticois, 12 000 ans d'histoire amérindienne», *Collection Paléo-Québec*, no. 32. Recherches amérindiennes au Québec, Montréal, 382 p.
- Richard, P.J.H. et Labelle, C., 1989. Histoire postglaciaire de la végétation au lac du Diable, mont Albert, Gaspésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 : 337-354.
- Richard, P.J.H. et Larouche, A.C., 1989. La végétation postglaciaire du Témiscamingue, Québec, durant l'épisode glacioclastre Barlow. *Canadian Journal of Botany*, 67 : 544-558.
- Richard, P.J.H., Larouche, A. et Bouchard, M.A., 1982. Âge de la déglaciation finale et histoire postglaciaire de la végétation dans la partie centrale du Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 36 : 63-90.
- Richard, P.J.H. and Occhietti, S., 2005. <sup>14</sup>C chronology for ice retreat and inception of Champlain Sea in the St. Lawrence Lowlands, Canada. *Quaternary Research*, 63 : 353-358.
- Richard, P.J.H., Veillette, J.J., Larouche, A.C., Hétu, B., Gray, J.T. et Gangloff, P., 1997. Chronologie de la déglaciation en Gaspésie: Nouvelles données et implications. *Géographie physique et Quaternaire*, 51 : 163-184.
- Simard, I., Morin, H. and Lavoie, C., 2006. A millennial-scale reconstruction of spruce budworm abundance in Saguenay, Québec, Canada. *The Holocene*, 16 : 31-37.
- Terasmae, J. and Anderson, T.W., 1970. Hypsithermal range extension of white pine (*Pinus strobus* L.) in Québec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 7 : 406-413.
- Richard, P.J.H. and Occhietti, S., 2005. <sup>14</sup>C chronology for ice retreat and inception of Champlain Sea in the St. Lawrence Lowlands, Canada. *Quaternary Research*, 63 : 353-358.
- Viau, A. E., Gajewski, K., Sawada, M. C. and Fines, P., 2006. Millennial-scale temperature variations in North America during the Holocene. *Journal of Geophysical Research*, 111, D09102, doi:10.1029/2005JD006031.
- Webb III, T., 1986. Is vegetation in equilibrium with climate? How to interpret late-Quaternary pollen data. *Vegetatio*, 67 : 75-91.



Cette carte illustre la différenciation spatiale de la végétation induite par la latitude, la continentalité et l'altitude, à l'échelle considérée. L'association végétale mature des stations mésiques donne son nom aux divers Domaines de végétation, sauf pour la toundra et la toundra forestières qui sont des formations végétales. Cette association mature reflète l'état d'équilibre ou climax auquel aboutissent en principe les successions ou séries dynamiques de végétation. C'est une carte de la végétation potentielle exprimée essentiellement en termes des Domaines de végétation proposés par Miroslav M. Grandtner, en 1966. Un domaine de végétation est une portion de territoire portant, sur toutes les stations mésiques, à sol zonal, le même climax régi principalement par le climat (le climax climatique). Cette unité cartographique permet de simplifier la grande variété des types de végétation existant sur les diverses stations d'un territoire, variété induite par le relief et les conditions de drainage, par la nature des substrats et des sols qui s'y développent (sols intrazonaux et azonaux), ainsi que par la nature (feux, chablis, épidémies d'insectes ou maladies fongiques) et le régime des perturbations, naturelles ou anthropiques. Cette carte fut dressée en 1985; elle résume les connaissances de l'époque et constitue la première représentation synthétique à cette petite échelle cartographique.