

La forêt préindustrielle du Bas-Saint-Laurent et sa transformation (1820-2000) : implications pour l'aménagement écosystémique

Yan Boucher, Dominique Arseneault, et Luc Sirois

Résumé

Pour la mise en œuvre d'un aménagement forestier écosystémique (AFÉ), les connaissances sur les caractéristiques des forêts naturelles ou « forêts préindustrielles » sont de première importance. L'objectif principal de cet article est de reconstituer, à partir de l'étude de billes de bois dravées et de cartographies forestières anciennes, les principales caractéristiques (structure, composition et organisation spatiale) de la forêt préindustrielle du Bas-Saint-Laurent dans le but de 1) comprendre sa transformation depuis le début de son exploitation et de 2) définir les cibles pour la mise en œuvre de l'AFÉ. L'historique des pratiques forestières des deux derniers siècles a profondément transformé la forêt bas-laurentienne. Au début du XX^e siècle, la forêt préindustrielle était dominée par des peuplements de conifères (sapin, épinettes, thuya occidental) dont l'âge dépassait 100 ans et où les peuplements mixtes et feuillus occupaient moins de 40 % des paysages forestiers. Au cours du XX^e siècle, la matrice de vieilles forêts conifériennes a été progressivement érodée au profit des secteurs en régénération et des jeunes peuplements feuillus. Depuis le début de l'exploitation forestière régionale, un écart de plus en plus important s'est creusé entre les conditions forestières préindustrielles et actuelles, reflétant une gestion qui ne permet pas de retenir les principaux attributs des écosystèmes naturels. Nous suggérons que des pratiques sylvicoles plus diversifiées soient implantées pour favoriser les objectifs poursuivis par l'AFÉ et restaurer les principales caractéristiques des écosystèmes forestiers du Bas-Saint-Laurent.

Introduction

En Amérique du Nord et dans plusieurs autres régions du globe, la gestion forestière est progressivement passée d'un aménagement strictement orienté sur la production de matière ligneuse vers une gestion qui tient également compte de l'ensemble des composantes des écosystèmes forestiers, dont le maintien de la diversité biologique (Attiwill, 1994; Lindenmayer et Franklin, 2002). L'aménagement forestier écosystémique (AFÉ) est un concept qui fait actuellement l'objet d'un large consensus au sein de la communauté scientifique afin d'atteindre ces objectifs de conservation (Seymour et Hunter, 1999; Harvey et collab., 2002; Lindenmayer et Franklin, 2002). En 2004, une commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise (Arseneault et collab., 2004) a d'ailleurs recommandé que l'AFÉ soit au cœur des prochains plans généraux d'aménagement forestier. Le gouvernement du Québec a intégré cette recommandation dans son « livre vert », qui vise la réforme du régime forestier, en proposant que la vaste majorité des forêts du domaine de l'État soient aménagées selon une approche écosystémique (MRNFQ, 2008).

D'un point de vue pratique, l'AFÉ doit permettre de reproduire, par des stratégies d'aménagement (échelle du paysage) et des traitements sylvicoles (échelle du peuplement), les principales caractéristiques des écosystèmes rencontrés sous un régime de perturbations naturelles (Harvey et collab., 2002). Cette vision repose sur le fait que les organismes ont évolué sous un régime de perturbations depuis des millénaires et que le maintien des écosystèmes à l'intérieur de leurs limites de variabilité naturelle, sous un

régime d'aménagement forestier, est la meilleure assurance contre la perte de biodiversité (Landres et collab., 1999; Seymour et Hunter, 1999; Lindenmayer et Franklin, 2002).

Une question importante se pose alors aux aménagistes forestiers qui veulent planter l'AFÉ dans les territoires, comme au Bas-Saint-Laurent, où il n'y a plus suffisamment de sites et de paysages qui pourraient servir de témoins naturels. Quelles étaient les principales caractéristiques des écosystèmes soumis à un régime de perturbations naturelles ? On convient habituellement que les caractéristiques de structure et de composition de la forêt naturelle ou préindustrielle (c.-à-d. avant l'exploitation soutenue au début du XX^e siècle) sont des états de référence essentiels pour l'AFÉ (Landres et collab., 1999; Kuluuvain, 2002). L'objectif principal de cet article est de reconstituer, à partir de l'étude de billes de bois dravées et de cartographies forestières anciennes, les principales caractéristiques (structure, composition et organisation spatiale) de la forêt préindustrielle du Bas-Saint-Laurent dans le but de 1) comprendre sa transformation depuis le début de son exploitation et 2) aider à définir des cibles pour réaliser un AFÉ.

Yan Boucher, Ph. D., est biologiste (ex-doctorant et actuellement chercheur scientifique à la Direction de la recherche forestière du MRNF); Dominique Arseneault, Ph. D., est professeur en biologie à l'UQAR et Luc Sirois, Ph. D., est professeur en biologie à l'UQAR et directeur de la Chaire de recherche sur la Forêt habitée. Le premier auteur était étudiant au doctorat à la Chaire de recherche sur la Forêt habitée, les deux autres étant ses directeurs de recherche.

yan.boucher@mrnf.gouv.qc.ca

Méthodes

Région d'étude

Les trois paysages forestiers étudiés (Rimouski (1 170 km²), Métis (494 km²) et Matane (923 km²)) sont situés dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent (figure 1). D'après le système de classification écologique du Québec, cette région est localisée dans le faciès oriental du domaine la sapinière à bouleau jaune qui correspond à la section méridionale de la zone boréale (Grondin et collab., 1998). Cette région forestière marque la transition entre les vastes forêts de conifères du Nord et les forêts décidues que l'on trouve plus au sud. Le climat tempéré humide est caractérisé par une température moyenne annuelle de 3,1 °C et des précipitations annuelles moyennes de 929 mm dont 38 % tombent sous forme de neige (Robitaille et Saucier, 1998; Environment Canada, 2007). Les forêts sont majoritairement composées de sapin baumier (*Abies balsamea*), de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), d'érable à sucre (*Acer saccharum*), de bouleau à papier (*Betula papyrifera*), de peuplier faux-tremble (*Populus*

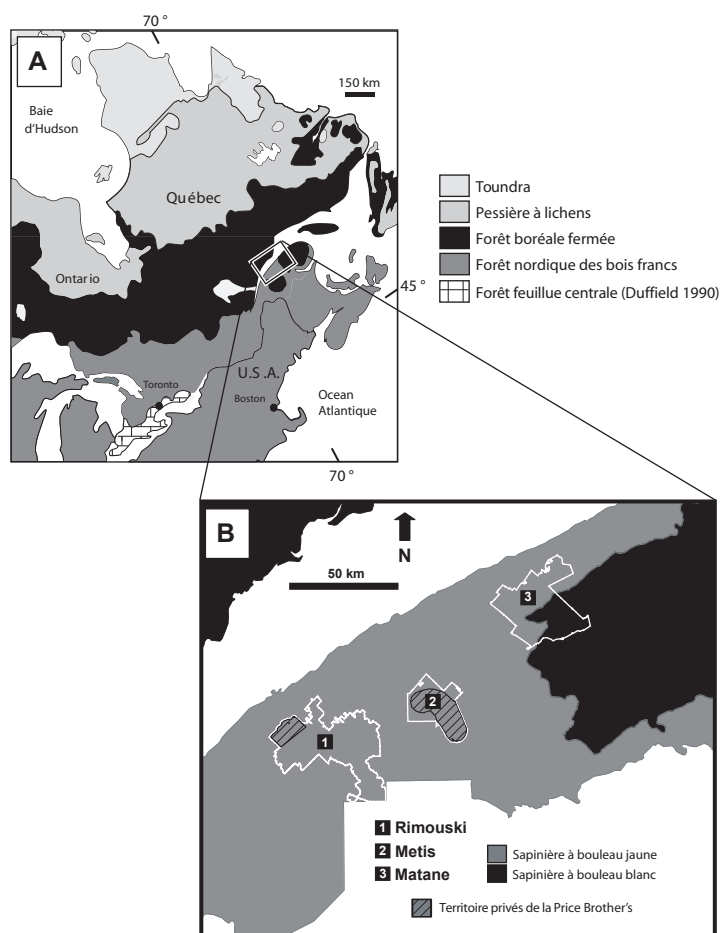


Figure 1. Encadré A: localisation de l'aire d'étude dans l'est du Québec et zones de végétation suivant la classification de Rowe (1972) et de Duffield. (1990). Encadré B: position des paysages forestiers Rimouski, Métis et Matane cartographiés en 1930 par la Price Brother's, d'après le système de classification écologique du Québec (Grondin et collab., 1998) et localisation des grandes propriétés privées de la Price Brother's.

tremuloides) et de thuya occidental (*Thuja occidentalis*) (Robitaille et Saucier, 1998). Les essences liées aux feux telles que le pin gris (*Pinus banksiana*), le pin rouge (*Pinus resinosa*) et le pin blanc (*Pinus strobus*) sont rares (Robitaille et Saucier, 1998; Parisien et collab., 2004). Les territoires analysés correspondent aux limites bas-laurentiennes des concessions de la compagnie forestière Price Brother's Co. au XX^e siècle, lesquelles ont été l'objet d'une cartographie forestière détaillée en 1930.

Dynamique des perturbations naturelles

Au Bas-Saint-Laurent et dans les régions tempérées avoisinantes de l'est de l'Amérique du Nord, la dynamique des forêts préindustrielles était principalement contrôlée par les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) (*Choristoneura fumiferana*), les chablis et les trouées, plutôt que par les feux (Lorimer, 1977; Wein et Moore, 1977; Boulanger et Arseneault, 2004; Fraver et collab., 2007). Une recherche menée au Bas-Saint-Laurent indique qu'au cours des derniers 450 ans, l'intervalle de temps moyen entre les épidémies de TBE a été de 40 ans (Boulanger et Arseneault, 2004). Malgré le caractère récurrent des événements épidémiques qui agissent principalement dans les forêts dominées par le sapin et l'épinette blanche, leur sévérité est variable dans le temps et dans l'espace. La TBE tue notamment une proportion variable des arbres hôtes formant le couvert forestier dominant (MacLean, 1980; Morin, 1994; Bouchard et collab., 2006). La régénération préétablie de sapins et d'épinettes est habituellement épargnée, ce qui permet le retour de la sapinière initiale (Baskerville, 1975; Morin, 1994). En ce qui a trait à l'influence des feux sur la dynamique forestière, bien peu d'information est disponible avant la période de colonisation du territoire. On sait que depuis le début de la colonisation, au tournant du XIX^e siècle, des feux d'abattis ont brûlé d'importantes superficies forestières (Minville 1944; Fortin et collab., 1993). Par contre, l'influence récente (1952-1998) des feux est faible dans la région du Bas-Saint-Laurent avec un cycle de feux actuellement estimé à plus de 2 700 ans (Parisien et collab., 2004). Plusieurs éléments de la dynamique naturelle des forêts régionales demeurent toutefois à documenter.

Historique d'exploitation des forêts régionales

Depuis le début du XIX^e siècle, la région de l'est du Canada a enregistré de profondes transformations liées à l'exploitation forestière (Fortin et collab., 1993; Brisson et Bouchard, 2003; Mosseler et collab., 2003; Crête et Marzell, 2006). Les forêts de cette région, situées à proximité des marchés et des grandes voies navigables, représentaient des sources facilement accessibles d'approvisionnement en bois. L'établissement d'un important commerce du bois entre le Québec et la Grande-Bretagne au début du XIX^e siècle a contribué à l'arrivée massive des marchands de bois (Lower, 1973; Fortin et collab., 1993). À ce moment, l'exploitation

des forêts était surtout concentrée sur le bois de forte dimension (pins, épinette blanche (*Picea glauca*) et bois francs) qui approvisionnait l'industrie du sciage. Par la suite, l'essor important de l'industrie du sciage et des pâtes et papiers au début du XX^e siècle a contribué à l'exploitation massive des forêts (Guay, 1942). Dans la seconde moitié du XX^e siècle, la mécanisation a considérablement accéléré l'exploitation et la transformation des forêts de telle sorte, qu'actuellement, il n'existe pratiquement pas d'endroits inexploités.

L'écologie historique : reconstituer les forêts du passé

Dans le cas du territoire d'étude, la rareté des paysages vierges ou peu aménagés nous a forcés à recourir à des sources d'informations alternatives pour décrire les caractéristiques de la forêt préindustrielle et sa transformation sous l'influence des pratiques forestières. Plusieurs techniques du domaine de l'écologie historique permettent de reconstituer, à diverses échelles spatiales et temporelles, les écosystèmes forestiers du passé. Habituellement, les sources d'informations utilisées se divisent en deux grandes catégories. D'abord, on peut se baser sur les informations manuscrites et imprimées comme les photos aériennes et les cartes forestières (Kadmon et Harari-Kramer, 1999; Axelsson et Östlund, 2001), les inventaires forestiers (Jackson et collab., 2000; Andersson et Östlund, 2004), les archives d'arpentage (Siccama, 1971; Lorimer, 1977; Friedman et collab., 2001) et les actes notariés (Simard et Bouchard, 1996; Brisson et Bouchard, 2003). Ensuite, on peut utiliser les évidences biologiques retrouvées au sein des écosystèmes. L'étude des forêts vierges (Payette et collab., 1990; Frelich et Reich, 1995; Mast et collab., 1999), l'étude des arbres morts conservés dans les tourbières (Arseneault et Sirois, 2004) ou dans les milieux aquatiques et riverains (Guyette et Cole, 1999; Arseneault et collab., 2007), de même que les analyses du pollen et des sédiments lacustres (MacDonald et collab., 1991; Lindbladh et collab., 2000) sont autant de sources d'informations précieuses.

Analyse des cartes forestières anciennes (1930) et contemporaines (2000)

La structure et la composition des paysages forestiers préindustriels (1930) de même que les changements observés entre 1930 et 2000 ont été documentés à l'aide de cartes forestières élaborées à partir de photographies aériennes prises en 1930 et 1993 (tableau 1; figure 2). Les cartes de 1930, confectionnées par la Price Brother's Co., ont été numérisées en format vectoriel et géoréférencées avec le logiciel ArcGis 8.3

(ESRI, 2003). Les cartes de 1993, mises à jour en 2000, ont été acquises directement en format numérique et proviennent du troisième inventaire forestier décennal du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRNQ, 2000a). La cartographie de 1930 présentait originalement cinq classes d'âge: 20-40 ans, 40-60 ans, 60-80 ans, 80-100 ans et > 100 ans. En plus, nous avons attribué la classe 0-20 ans aux territoires indiqués comme « récemment brûlés ». En 1930, les peuplements ayant déjà fait l'objet de coupes à diamètre limite au début du siècle appartenaient principalement à la classe 20-40 ans en association avec la mention « cut-over ». Dans la première moitié du siècle, l'exploitation des forêts régionales était dirigée essentiellement vers les conifères, où des coupes à diamètre limite étaient pratiquées afin d'approvisionner l'industrie régionale du sciage (Guay, 1939). Avant 1930, le diamètre minimal d'exploitation était de 25 cm et environ 350 tiges/ha de conifères de 10 à 25 cm de diamètre étaient conservées sur les parterres de coupe (Gérin et collab., 1944).

Tableau 1. Échelle et type de photographies aériennes employées dans la confection des cartes forestières.

Carte	Échelle et type de photos aériennes	Échelle de la carte	Taille minimale de l'unité cartographique	Source
1930	1 : 32 000; NB ¹	1 : 32 000	1 ha	Archives nationales du Québec à Chicoutimi, Fonds Price, Cartes et plans P666
2000	1 : 15 000; IR ¹	1 : 20 000	1 ha	Ministère des Ressources naturelles du Québec. 3 ^e inventaire décennal, 1993

1. NB: noir et blanc; IR: infra-rouge (fausses-couleurs).

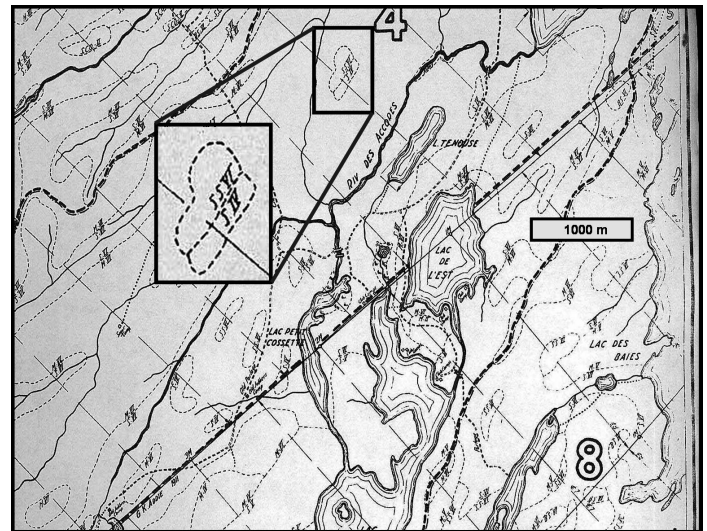


Figure 2. Carte forestière de la Price brother's Co. en 1930 aux alentours du lac Cossette dans le bassin versant de la rivière Rimouski. L'agrandissement présente la structure et la composition des peuplements. SSVI : SS : Swamp softwood, VI : 100 ans et +; SIV : S : Softwood, IV : 60-80 ans. Crédit: Archives nationales du Québec à Chicoutimi, fonds Price (P666).

De telles pratiques pourraient d'ailleurs expliquer pourquoi les peuplements, coupés au début du siècle, étaient toujours dominés par les conifères en 1930. Chacun des trois paysages de 1930 a été divisé en deux grandes catégories, selon la présence ou l'absence de coupes antérieures à 1930.

La carte de 1930 contenait également des informations sur la composition du couvert forestier. Les couverts dominés par les essences conifériennes (recouvrement conifériens > 75 %) et originellement désignés « softwood », « swamp softwood » ou « black spruce » ont été reclassifiés ici comme « conifériens ». Les couverts mixtes (> 25 % du couvert dominé par les conifères et > 25 % de feuillus) et feuillus (recouvrement de feuillus > 75 %) étaient également présentés sur la carte de 1930 et ont été considérés comme tels ici. Considérant l'impossibilité d'identifier la composition du couvert des jeunes forêts par photo-interprétation, les superficies de classe d'âge 0-20 ans des deux périodes ont été classifiées comme « surface en régénération R (10) ». Les classes d'âge (tableau 2) et les types de couverts de la carte de 2000 ont été reclassifiés afin de correspondre à ceux de 1930. Dans le texte qui suit, les termes « conifères », « mixtes » et « feuillus » réfèrent au type de couvert des peuplements forestiers.

Tableau 2. Correspondance entre les classes d'âge établies dans la présente étude et les classifications des cartes forestières produites en 1930 et 2000.

La présente étude	Carte 1930	Carte 2000
10 ans	Brûlis récent	Parterre de coupe, plantation, 10 ans
30 ans	20-40 ans	30 ans, 30-50* ans, 30-70* ans, jeune inéquien
50 ans	40-60 ans	50 ans, 50-90* ans
70 ans	60-80 ans	70, 70-30* ans, 70-50* ans
90 ans	80-100 ans	90 ans, 90-30* ans, 90-50* ans
100 ans +	>100 ans	120 ans, vieux inéquien

Un modèle numérique d'altitude a également été créé à partir de cartes hypsographiques à l'échelle 1 : 20 000 du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRNQ, 2000b) afin de documenter la relation entre l'altitude et la composition des forêts en 1930 et 2000. Dans le but d'évaluer les contraintes d'accessibilité liées au flottage du bois et à l'altitude, les superficies coupées pour chaque période ont aussi été compilées en fonction de l'altitude et de la distance minimale au réseau hydrographique principal, qui comprend les cours d'eau d'ordre 3 et plus de la classification de Strahler (1952).

Dendrochronologie : analyse des bois dravés au fond de la rivière Rimouski

Afin de mettre en relation l'exploitation forestière réalisée depuis le début du XIX^e siècle et les changements de végétation observés à l'échelle du paysage, nous avons

récolté des informations sur la composition et la période de vie des billots coulés au fond de la rivière Rimouski durant l'ère du flottage des bois (~ 1820-1970). Dans le cadre de cette étude, des « gisements » renfermant des billots ont été recherchés selon deux critères. Premièrement, ils devaient être situés dans la portion aval du bassin versant, en amont des principales usines ayant été en exploitation sur la rivière Rimouski au cours des deux derniers siècles. Deuxièmement, ils devaient se trouver dans un tronçon fluvial susceptible de favoriser l'accumulation d'un nombre important de billots pendant toute la période de drave. Un seul gisement présentant ces critères a été découvert et il correspond à un tronçon de rivière d'une superficie d'environ 4 ha, localisé dans la zone concave d'un large méandre. L'ensemble de la superficie a été ratissé à l'aide d'une sonde et tous les billots de bois déposés au fond de la rivière et arborant une marque de coupe (trait de scie ou entaille de hache) ont été récoltés à l'aide d'un crochet forestier et d'un tourne-bille (figure 3 a-c).

Les billots (n = 614) ont été amenés sur le rivage (figure 3d) où un disque transversal a été prélevé au diamètre maximum pour les analyses anatomiques et dendrochronologiques (figure 3e). Tous les disques ont été identifiés à l'espèce ou au genre en laboratoire en observant les structures anatomiques d'un échantillon de bois (Hoadley, 1990). En considérant les espèces susceptibles d'être rencontrées dans la région d'étude, l'analyse anatomique a permis l'identification à l'espèce des spécimens de sapin baumier, de pin rouge, de pin blanc, de thuya occidental et de mélèze laricin (*Larix laricina*). Les épinettes (*Picea* spp.), les bouleaux (*Betula* spp.), les peupliers (*Populus* spp.) et les frênes (*Fraxinus* spp.) n'ont pu être identifiés à l'espèce et ont ainsi été regroupés au genre (Hoadley, 1990). Chaque disque a été séché puis sablé mécaniquement et la largeur des cernes a été mesurée à l'aide du logiciel OSM (Scienc, 2003). La datation des billots a été réalisée grâce à des chronologies régionales. La présence du dernier cerne correspondant à l'année de mort (c.-a.-d. l'année d'abattage) de l'arbre (précision de ± 1 an) a été validée en examinant si la surface externe des échantillons était lisse ou érodée.

Résultats et Discussion

Analyse des cartes forestières historiques : structure, composition et organisation spatiale de la forêt préindustrielle

À l'échelle du paysage, la matrice de la forêt préindustrielle était dominée par des peuplements de conifères dont l'âge dépassait 100 ans. Les peuplements mixtes et feuillus couvraient environ 30 % et < 5 %, respectivement. En 1930, les portions non exploitées des paysages de Rimouski, Métis

et Matane étaient composées à plus de 75 % par des peuplements dont l'âge dépassait 100 ans (figure 4). Cette forte proportion de vieilles forêts a été observée malgré l'occurrence préalable d'une épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette entre 1914 et 1923 (Boulanger et Arseneault, 2004). L'abondance de vieilles forêts observée en 1930 suggère que le régime des perturbations naturelles était dominé par des perturbations dites secondaires (chablis, épidémie d'insecte et trouées) plutôt que par des perturbations majeures comme les feux (Turner et collab., 1993; Lorimer et White, 2003). D'après nos données, on estime que le cycle des feux préindustriels devait être d'au moins 500 ans, tel qu'observé sur la Côte-Nord du Québec (Bouchard et collab., 2008). En ce qui concerne l'organisation spatiale, l'abondance relative des peuplements de conifères diminuait progressivement, des basses terres vers les sommets de collines où dominaient les peuplements mixtes et feuillus (figure 5). Le drainage d'air froid vers le fond des vallées, combiné à l'humidité accrue des sols, pourrait expliquer la prédominance des conifères dans les stations plus basses (Loucks, 1962; Barras et Kellman, 1998). Cette relation entre la topographie et la végétation semble avoir été considérablement altérée par l'historique d'exploitation forestière, car elle n'était plus visible en 2000.

Analyse des bois dravés retrouvés au fond de la rivière Rimouski

Parmi les 614 billots retirés du fond de la rivière, le sapin baumier représentait 63,7 % des spécimens, les épinettes 17,4 %, le pin rouge 14,7 % (figure 6), le pin blanc 2,6 %, le mélèze 0,7 % et le thuya occidental 0,5 %. L'ensemble des feuillus, comprenant les genres *Betula*, *Populus* et *Fraxinus*, comptait pour moins de 1 % des billots récoltés. Au total, on a pu déterminer, par dendrochronologie, la date d'abattage de 201 des 614 billots récoltés (32,7 %) dans un méandre de la rivière Rimouski (figure 7). Les années de coupe des spécimens datés s'étalaient entre 1827 et 1967.



Figure 3. a) Site de récolte b) billots d'épinette blanche et de sapin à 1,5 m dans le fond de la rivière Rimouski c) récupération des billots à l'aide d'un crochet forestier d) entaille de hache permettant de confirmer l'origine de la mort de l'arbre et e) mesure des billots pour les analyses dendrochronologiques. Photos: Y. Boucher.

Transformation des forêts préindustrielles (1820-2000): trois phases distinctes

L'historique des pratiques forestières des deux derniers siècles a profondément marqué la structure et la composition des paysages forestiers régionaux. Depuis le début du XIX^e siècle, les forêts ont été exploitées selon une intensité qui s'est accrue avec le temps et nos données permettent de diviser l'historique d'exploitation et de transformation des forêts en trois phases.

La phase I (1820-1900): Exploitation sélective des forêts

La première phase d'exploitation correspond à l'époque de la coupe sélective des plus gros arbres, notamment les pins et les épinettes. Nos résultats indiquent d'ailleurs que les épinettes, le pin rouge et le pin blanc composaient plus de 84 % des 18 billots récoltés pour la période 1827-1900 (figure 7). Ces résultats sont en accord avec les pratiques forestières du XIX^e siècle où les pins (*P. resinosa*, *P. strobus*) et l'épinette blanche constituaient les principales espèces récoltées (Lower, 1973; Whitney, 1994). L'analyse des actes notariés de vente de bois (Y. Boucher, données non publiées)

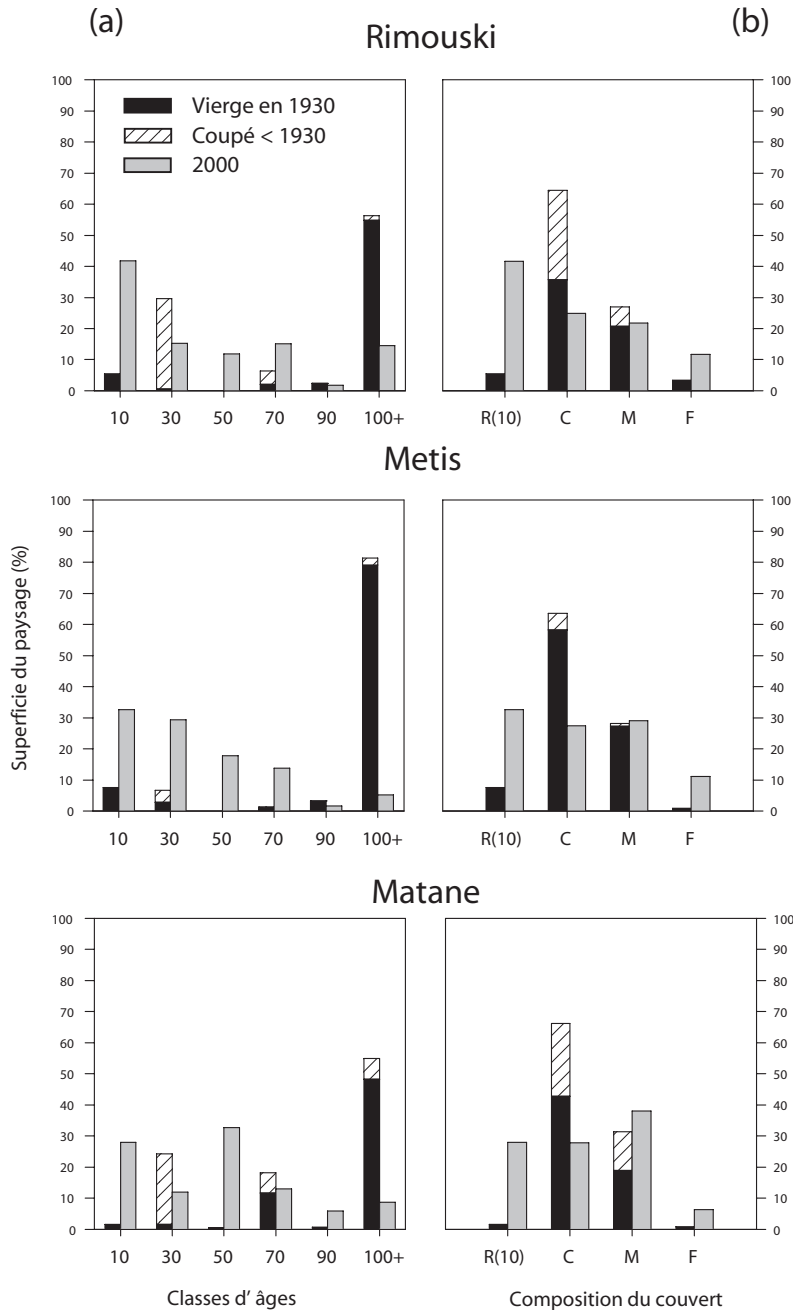


Figure 4. Abondance relative des classes d'âges (a) et des types de couverts (b) dans les paysages forestiers de Rimouski, Métis et Matane en 1930 et 2000. R(10): surface en régénération dont la composition est indéterminée; C: conifère; M: mixte; F: feuillu (Tiré de Boucher et collab., 2009).

montre aussi qu'à cette époque le pin rouge constituait une part importante des arbres exploités aux abords de la rivière Rimouski. Par exemple, dans la seule année de 1829, la livraison de 28 000 billots de pins (~ 75 % de pin rouge) a été convenue aux abords de la rivière Rimouski. Le faible nombre de billots datés au XIX^e siècle est probablement attribuable à la capacité industrielle plus réduite qu'au XX^e siècle et au fait que la drave limitait les exploitations aux abords du réseau hydrographique (Lower, 1973). Le mode d'exploitation au XIX^e siècle suggère ainsi que les modifications de la mosaïque

forestière aient été relativement mineures et spatialement restreintes bien que d'importants volumes de pins et d'épinettes spp. semblent avoir été prélevés dans la forêt vierge.

**La phase II (1901-1960):
Essor de l'industrie du sciage et
des pâtes et papiers**

À partir du début du XX^e siècle, on a assisté à une transformation progressive et de plus en plus sévère des forêts régionales. Lors de la deuxième phase (1901-1960), l'essor de l'industrie du sciage et des pâtes et papiers a favorisé l'implantation de nouvelles usines (figure 7, partie 2) qui ont conduit progressivement à l'exploitation de l'ensemble des espèces de conifères, et particulièrement le sapin baumier qui était, d'après les inventaires nationaux réalisés en 1938, l'espèce la plus abondante du territoire (Guay, 1939). Par exemple dans Rimouski, l'exploitation industrielle intensive a débuté avec la construction du moulin à scie (1901) et de la pulperie (1903) (Fortin et collab., 1993). En plus d'une accélération du niveau des coupes, la proportion relative des espèces exploitées a changé radicalement au XX^e siècle. En effet, d'une industrie où les pins et l'épinette dominaient les volumes récoltés au XIX^e siècle, c'est le sapin baumier, qui a été le plus fortement exploité au XX^e siècle, des changements qui se reflètent dans la composition des bois dravés échantillonnés au fond de la rivière Rimouski (figure 7). Bien que l'industrie forestière du Bas-Saint-Laurent ait été l'une des plus importantes de l'est du Canada, les coupes forestières étaient, à cette période, encore restreintes dans les basses terres aux abords du réseau hydrographique (figure 8) où la drave et le débardage aisé des billots facilitaient le transport des bois de la forêt aux moulins à scie, localisés aux embouchures des rivières. À ce moment, d'importantes superficies forestières moins accessibles n'avaient toujours pas été exploitées. Les coupes sélectives étaient réalisées en hiver et visaient presque exclusivement les conifères d'un diamètre supérieur à 25 cm avant 1930, et supérieur à 15-20 cm pour la période 1930-1945 (Gérin et collab., 1944).

**La phase III (1960-2000):
Les coupes totales et la
mécanisation de la récolte**

La troisième phase d'exploitation des forêts régionales (1960-2000), qui a suivi la drave, correspond à l'avènement de la mécanisation de la récolte forestière et à des traitements sylvicoles beaucoup plus sévères que les coupes sélectives pratiquées antérieurement. Les coupes totales dorénavant réalisées durant toute l'année tant dans les peuplements conifériens que feuillus ont eu des répercussions profondes sur la structure d'âge et la composition des paysages forestiers régionaux.

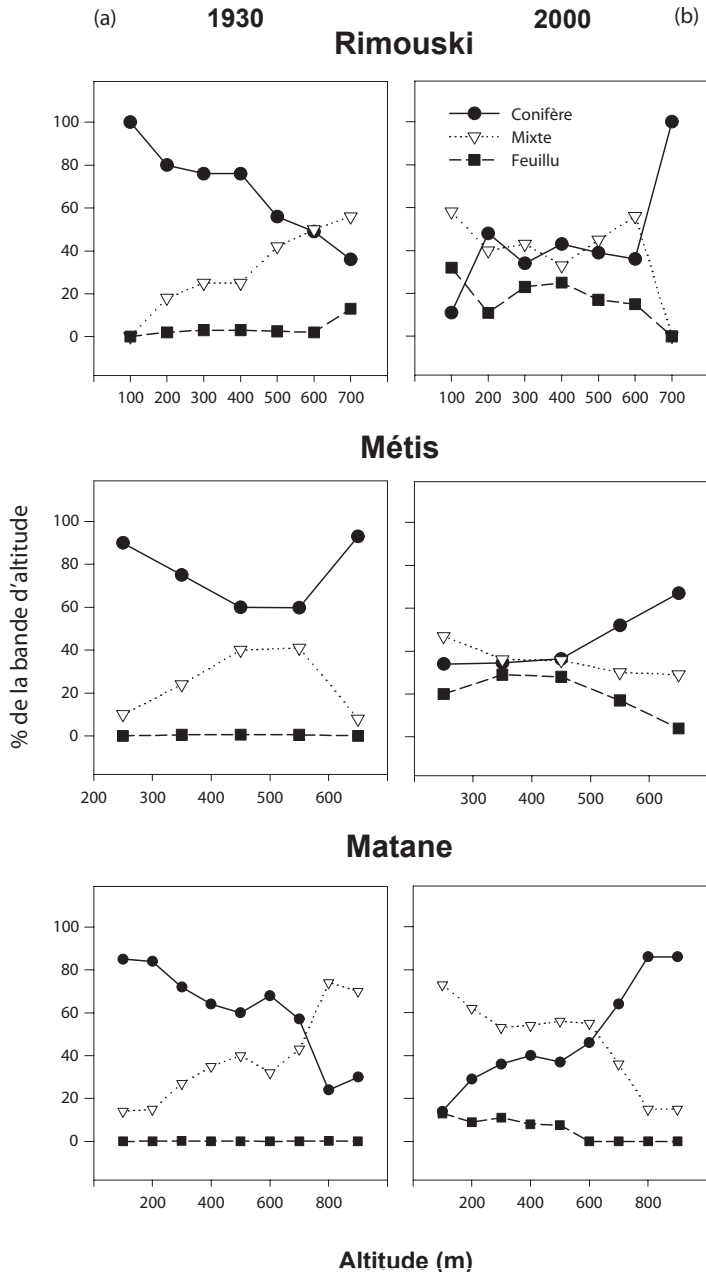


Figure 5. Abondance des types de couverts en fonction de l'altitude dans les paysages forestiers de Rimouski, Métis et Matane en 1930 (a) et 2000 (b).

La structure d'âge des forêts dans les trois paysages étudiés a été inversée sous l'influence des coupes industrielles du XX^e siècle, passant d'une dominance (75 %) de forêts de plus 100 ans pour les territoires vierges en 1930, vers une dominance de jeunes forêts en 2000. En ce qui concerne la composition des peuplements, en visant les conifères, les coupes du XX^e siècle ont réduit leur abondance au profit des jeunes peuplements composés d'essences feuillues pionnières ou opportunistes. Le bouleau blanc, l'érable rouge, le peuplier faux-tremble et l'érable à sucre sont probablement les espèces qui ont affiché les plus fortes hausses d'abondance alors que le sapin baumier, l'épinette blanche, le pin rouge et le thuya occidental sont probablement celles qui ont subi

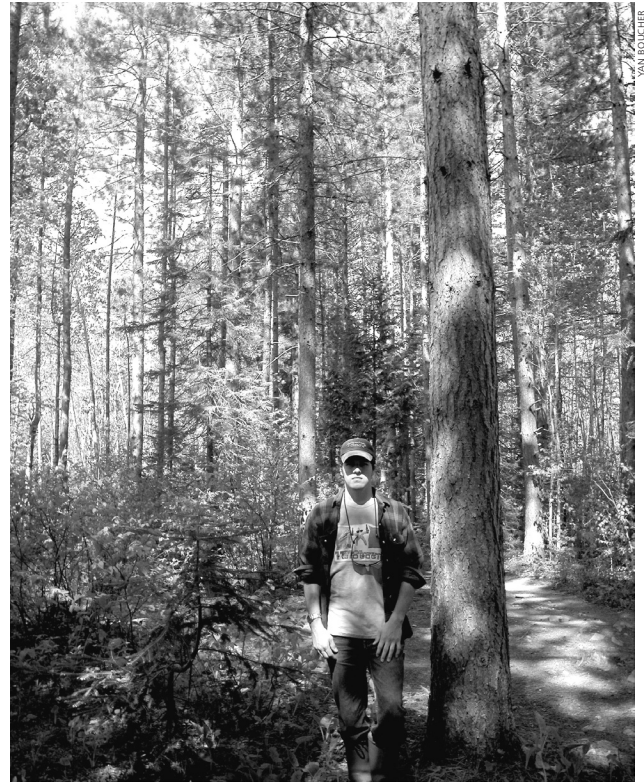


Figure 6. Une des dernières reliques de pinèdes rouges bas-laurentiennes dans le secteur Macpès-Duchénier, bassin versant de la rivière Rimouski. L'exploitation systématique et la difficulté de régénération de l'espèce en l'absence de feux ont amené sa raréfaction à l'échelle des paysages.

les plus fortes baisses entre 1930 et maintenant (Boucher et collab., 2006; Archambault et collab., 2006). D'autres facteurs peuvent avoir contribué à la diminution de l'abondance des conifères. Premièrement, depuis environ 1960, les coupes totales sont pratiquées toute l'année et le déplacement de la machinerie provoque la destruction d'une partie de la régénération coniférienne préétablie (Harvey et Bergeron, 1989). Deuxièmement, les parterres de coupe nouvellement créés constituent des sites riches où s'établissent rapidement les feuillus intolérants à l'ombre qui compétitionnent avantageusement les conifères (Carleton et MacLellan, 1994; Gutsell et Johnson, 2002). Déjà en 1922, la dynamique d'enfeuillage était constatée dans la région par l'ingénieur forestier W.E. Wiley de l'Université Oxford chargé par la Price Brother's Co. de publier un rapport (Wiley, 1922) sur l'état des concessions forestières de la compagnie. Il écrit :

The system which has been practiced on your limits is essentially dysgenic. The result has been that those forests which were at one time chiefly filled with white pine and white spruce came to contain only white spruce and balsam, later balsam and birch, and now in many cases, only birch and other useless trees.

Dans certaines portions du territoire, comme à l'intérieur de la Seigneurie Nicolas-Riou, une prolifération du bouleau à papier, de l'érable à sucre, de l'érable rouge et du peuplier faux-tremble a été observée à la suite des coupes

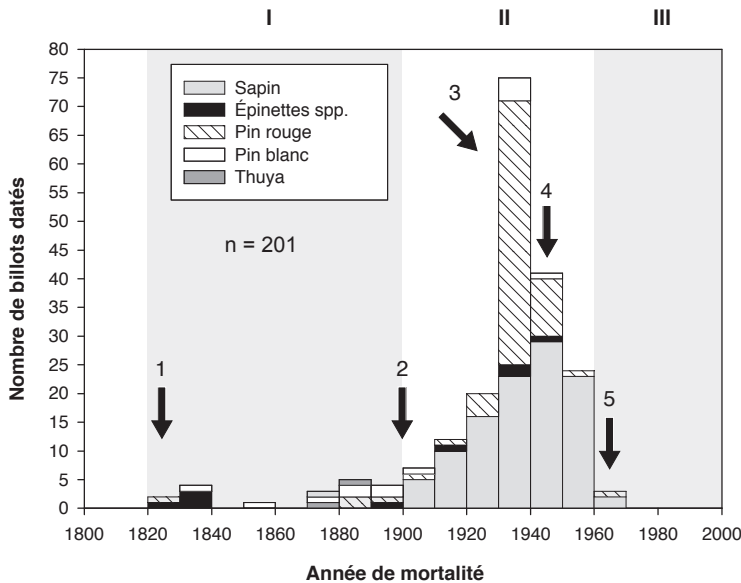


Figure 7. Année de récolte des billots trouvés au fond de la rivière Rimouski durant les trois phases d'exploitation forestière (I-II-III). Les chiffres (1 à 5) indiquent les événements historiques qui se sont déroulés pendant les trois phases d'exploitation régionale. (1): début de l'exploitation forestière régionale (construction du premier moulin en 1826), (2): construction des moulins industriels (1901 (scierie) et 1903 (moulin à pâte)), (3): le moulin de la rivière Rimouski est l'un des plus importants de l'est de l'Amérique du Nord, (4): essor du transport du bois par camion (5): fermeture du moulin (1964) et abandon de la drave sur la rivière Rimouski.

répétées qui visaient la récolte des conifères (Boucher et collab., 2006). Dans certains territoires, comme dans le bassin versant de la rivière Rimouski, les coupes de récupération lors de la dernière épidémie de tordeuses des bourgeons de l'épinette (1975-1990) ont aussi favorisé l'implantation de vastes plantations d'épinette noire, d'épinette blanche et d'épinette de Norvège (*Picea abies*).

Implications de cette étude dans la mise en oeuvre de l'AFÉ au Bas-Saint-Laurent

Cette étude a permis d'évaluer que des écarts importants existent entre la forêt actuelle et la forêt préindustrielle. D'après nos résultats, nous pouvons convenir de deux enjeux écologiques majeurs relatifs à la forêt du Bas-Saint-Laurent; un premier enjeu lié au rajeunissement généralisé des paysages et à ses conséquences sur la structure interne des peuplements qui est habituellement plus complexe (c'est-à-dire irrégulière et inéquienne), et un second enjeu lié à la diminution d'abondance des conifères au profit des feuillus.

Les pratiques sylvicoles passées n'ont pu maintenir la structure et la composition des forêts naturelles, ce qui a probablement amené des conséquences sur le maintien des habitats de la faune et de la flore. Dans un contexte d'AFÉ, la foresterie devra innover pour développer des stratégies et des traitements sylvicoles qui s'inspirent de l'impact des perturbations naturelles et des écosystèmes qu'elles façonnaient. Des traitements sylvicoles plus diversifiés (coupes progressi-

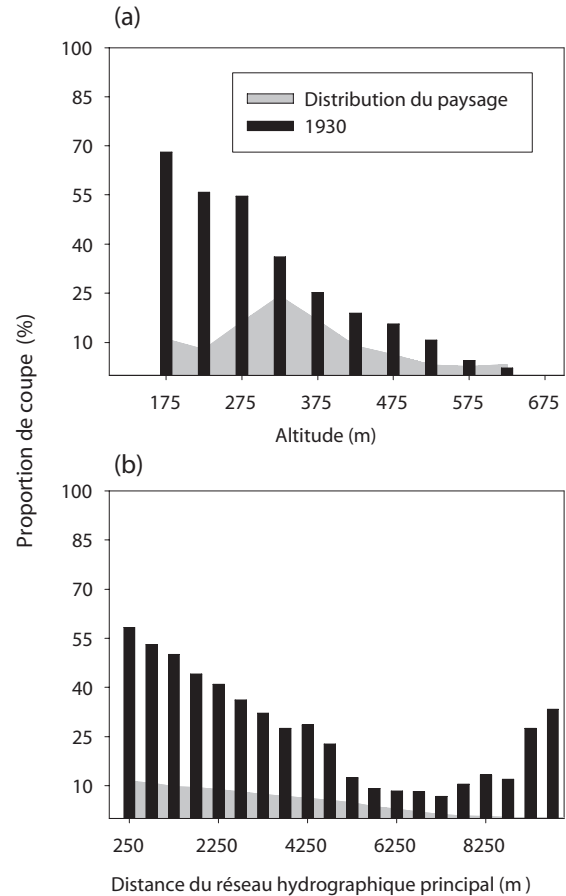


Figure 8. Proportion du territoire forestier de Matane coupé en 1930 en fonction de l'altitude (a) et de la distance au réseau hydrographique principal (b).

vers irrégulières, jardinage) visant la restauration de structures forestières plus complexes et le maintien à plus long terme des essences longévives compagnes du sapin baumier (épinette blanche, thuya occidental et bouleau jaune) devraient être favorisés. Pour ce qui est des enjeux de composition, les pratiques devront 1) s'inspirer davantage des assemblages d'espèces de l'époque préindustrielle et 2) de leur répartition en fonction de l'altitude (position topographique) et 3) éviter l'implantation massive de vastes forêts dominées par des plantations d'épinettes au sein des sapinières. L'enrichissement de la régénération naturelle par regarni serait un traitement facilement applicable à l'échelle du peuplement pour favoriser les espèces raréfiées et demandant des lits de germination spécifiques, comme l'épinette blanche, le thuya, le pin rouge et le pin blanc. Il faut poursuivre les recherches sur la structure et la composition des forêts préindustrielles et recourir à des sources de données supplémentaires, comme les inventaires anciens et les archives de l'arpentage primitif (MERQ, 1982), pour mieux préciser l'abondance des espèces à l'époque préindustrielle. Il faudra également que les états de référence définis à partir des portraits de forêts préindustrielles soient modulés afin d'incorporer l'impact des changements climatiques présents et à venir.

Remerciements

Nous remercions F. Boulianne, A. Caron et A. Kervella pour leur aide lors de la numérisation des cartes, P. Morin pour l'assistance informatique ainsi que L. Côté du MRNF pour les informations concernant l'historique du territoire. Ce document est la synthèse des travaux de doctorat de Yan Boucher, qui ont été financés par la Chaire de recherche sur la Forêt habitée de l'Université du Québec à Rimouski (CRFH-UQAR), la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et l'UQAR (programme FUQAR). Le premier auteur a été supporté financièrement par le programme de bourse en milieu de pratique du FQRNT en association avec la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent. Cet article est dédié à un passionné de la forêt, M. Albert Mailly. ◀

Références

- ANDERSSON, R. et L. ÖSTLUND, 2004. Spatial patterns, density changes and implications on biodiversity for old trees in the boreal landscape of northern Sweden. *Biological Conservation*, 118 : 443-453.
- ARCHAMBAULT, L., C. DELISLE, G. LAROCQUE, L. SIROIS et P. BELLEAU, 2006. Fifty years of forest dynamics following diameter-limit cuttings in balsam fir – yellow birch stands of the Lower St. Lawrence region, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 36 : 2745-2755.
- ARSENAULT J., E. BAUCE, J.T. BERNARD, A. BOUCHARD, G. COULOMBE, J. HUOT, M.A. LIBOIRON et G. SZARAZ, 2004. Commission sur la gestion de la forêt publique québécoise. Québec, Québec. <URL : <http://www.commission-foret.qc.ca/membres.htm> >. [Consulté le 6 janvier 2009]
- ARSENAULT, D., É. BOUCHER et É. BOUCHON, 2007. Asynchronous forest-stream coupling in a fire-prone boreal landscape: insights from woody debris. *Journal of Ecology*, 95 : 789-801.
- ARSENAULT, D. et L. SIROIS, 2004. The millennial dynamics of a boreal forest stand from buried trees. *Journal of Ecology*, 92 : 490-504.
- ATTIWILL, P.M., 1994. The disturbance of forest ecosystems - the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*, 63 : 247-300.
- AXELSSON, A.L. et L. ÖSTLUND, 2001. Retrospective gap analysis in a Swedish boreal forest landscape using historical data. *Forest Ecology and Management*, 147 : 109-122.
- BARRAS, N. et M. KELLMAN, 1998. The supply of regeneration micro-sites and segregation of tree species in a hardwood/boreal forest transition zone. *Journal of Biogeography*, 25 : 871-881.
- BASKERVILLE, G.L., 1975. Spruce budworm - super silviculturist. *The Forestry Chronicle*, 51 : 4-6.
- Bouchard, M., Pothier, D. et S. Gauthier. 2008. Fire return intervals and tree species succession in the North Shore region of eastern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research* 38 : 1621-1633.
- BOUCHARD, M., D. KNEESHAW et Y. BERGERON, 2006. Forest landscape composition and structure after successive spruce budworm outbreaks. *Ecology*, 87 : 2319-2329.
- BOUCHER, Y, D. ARSENAULT, L. SIROIS et L. BLAIS. 2009. Logging pattern and landscape changes over the last century at the boreal and deciduous forest transition in Eastern Canada. *Landscape Ecology*, 24 : 171-184.
- BOUCHER, Y., D. ARSENAULT et L. SIROIS, 2006. Logging-induced change (1930-2002) of a pre-industrial landscape at the northern range limit of northern hardwoods, Eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 36 : 505-517.
- BOULANGER, Y. et D. ARSENAULT, 2004. Spruce budworm outbreaks in eastern Quebec over the last 450 years. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 : 1035-1043.
- BRISSON, J. et A. BOUCHARD, 2003. In the past two centuries, human activities have caused major changes in the tree species composition of southern Quebec, Canada. *Écoscience*, 10 : 236-246.
- CARLETON, T.J. et P. MACLELLAN, 1994. Woody vegetation responses to fire versus clear-cutting logging: a comparative survey in the central Canadian boreal forest. *Écoscience*, 1 : 141-152.
- CRÊTE, M. et L. MARZELL, 2006. Évolution des forêts québécoises au regard des communautés fauniques : analyse des grandes tendances sur trois décennies. *Forestry Chronicle*, 82 : 368-382.
- ENVIRONMENT CANADA, 2007. Canadian climate normals or averages 1971-2000. Meteorological Service of Canada. Disponible à : http://www.msc.ec.gc.ca/climate/climate_normals [visité le 16 avril 2007].
- ESRI, 2003. ArcGis 8.3. User's manual. Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, California.
- FORTIN, J.-C., A. LECHASSEUR, Y. MORIN, F. HARVEY, J. LEMAY et Y. TREMBLAY, 1993. Histoire du Bas-Saint-Laurent. Institut québécois de recherche sur la culture, Québec, Québec.
- FRAVER, S., R.S., SEYMOUR, J.H. SPEER et A.S. WHITE, 2007. Dendrochronological reconstruction of spruce budworm outbreaks in northern Maine, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 37 : 523-529.
- FRELICH, L.E. et P.B. REICH, 1995. Spatial patterns and succession in a Minnesota southern boreal forest. *Ecological Monograph*, 65 : 325-346.
- FRIEDMAN, S.K., P.B. REICH et L.E. FRELICH, 2001. Multiple scale composition and spatial distribution patterns of the northeastern Minnesota forest. *Journal of Ecology*, 89 : 538-554.
- GÉRIN, M., R. GOSSELIN et J. PLÉAU, 1944. Étude des plans d'aménagement de Price Brothers pour les concessions de Rimouski, Métis et Matane. Price Brothers Co., Rimouski.
- GRONDIN, P., J. BLOUIN et P. RACINE, 1998. Rapport de classification écologique : sapinière à bouleau jaune de l'Est. Rapport # RN99-3046. Direction des inventaires forestiers. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Québec.
- GUAY, J.-E., 1939. *Rapport préliminaire, inventaire forestier régional des comtés de Matapédia, Matane, Rimouski, 1938*. Ministère des Affaires municipales, de l'Industrie et du Commerce, Québec.
- GUAY, J.-E., 1942. *Inventaire des ressources naturelles du comté municipal de Rimouski, section forestière*. Ministère de l'Industrie et du Commerce et ministère des Terres et Forêts, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Québec.
- GUTSELL, S.L., et E.A. JOHNSON, 2002. Accurately ageing trees and examining their height-growth rates: implications for interpreting forest dynamics. *Journal of Ecology*, 90 : 153-166.
- GUYETTE, R. P. et W.G. COLE, 1999. Age characteristics of coarse woody debris (*Pinus strobus*) in a lake littoral zone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 56 : 496-505.
- HARVEY, B.D. et Y. BERGERON, 1989. Site patterns of natural regeneration following clear-cutting in Northwestern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 19 : 1458-1469.
- HARVEY, B.D., A. LEDUC, S. GAUTHIER et Y. BERGERON, 2002. Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 155 : 369-385.
- HOADLEY, R.B., 1990. *Identifying wood: accurate results with simple tools*. Taunton Press, Newtown, CT.
- JACKSON, S.M., F. PINTO, J.R. MALCOLM et E.R. WILSON, 2000. A comparison of pre-European settlement (1857) and current (1981-1995) forest composition in central Ontario. *Canadian Journal of Forest Research*, 30 : 605-612.
- KADMON, R. et R. HARARI-KREMER, 1999. Studying long-term vegetation dynamics using digital processing of historical aerial photographs. *Remote Sensing of Environment*, 68 : 164-176.

- KUULUVAINEN, T., 2002. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 36: 97-125.
- LANDRES, P.B., P. MORGAN et F.J. SWANSON, 1999. Overview of the use of natural variability concepts in managing ecological systems. *Ecological Applications*, 9: 1179-1188.
- LINDBLADH M., R.H.W. BRADSHAW et B. HOLMQVIST, 2000. Pattern and process in south Swedish forests during the last 3000 years sensed at stand and regional scales. *Journal of Ecology*, 88: 113-128.
- LINDENMAYER, D.B. et J.F. FRANKLIN, 2002. *Conserving forest biodiversity*. Island Press, Washington, DC.
- LORIMER, C.G., 1977. The presettlement forest and natural disturbance cycle of northeastern Maine. *Ecology*, 58: 139-148.
- LORIMER, C.G. et A. WHITE, 2003. Scale and frequency of natural disturbances in the northeastern US: implications for early successional forest habitats and regional age distributions. *Forest Ecology and Management*, 185: 41-64.
- LOUCKS, O.L., 1962. Ordinating forest communities by means of environmental factors and phytosociological indices. *Ecological Monographs*, 32: 137-166.
- LOWER, R.M., 1973. Great Britain's woodyard. *British America and the timber trade, 1763-1867*. McGill-Queen's University Press, Montréal.
- MACDONALD, G.M., C.P.S. LARSEN, J.M. SZEICZ et K.A. MOSER, 1991. The reconstruction of boreal forest fire history from lake sediments: a comparison of charcoal, pollen, sedimentological and geochemical indices. *Quaternary Science Reviews*, 10: 53-71.
- MACLEAN, D.A., 1980. Vulnerability of fir-spruce stands during uncontrolled spruce budworm outbreaks: a review and discussion. *Forestry Chronicle*, 56: 213-221.
- MAST, J.N., P.Z. FULÉ, M.M. MOORE, W.W. COVINGTON et A.E. WALTZ, 1999. Restoration of presettlement age structure of an Arizona ponderosa pine forest. *Ecological Applications*, 9: 228-239.
- MERQ, 1982. L'arpentage primitif: plus de 350 ans d'histoire. Québec, 12 p.
- MINVILLE, E., 1944. *La forêt*. Fides, Montréal.
- MORIN, H., 1994. Dynamics of balsam fir forests in relation to spruce budworm outbreaks in the boreal zone of Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 730-741.
- MOSSELER, A., A. LYNDY et J.E. MAJOR, 2003. Old-growth forests of the Acadian forest region. *Environmental Review*, 11: S47-S77.
- MRNQ, 2000a. Système d'information écoforestier 3^e inventaire décennal (SIEF). Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers, Québec, 16 p.
- MRNQ, 2000b. Carte topographique numérique du Québec 1/20 000. Photocartotheque québécoise, Québec.
- MRNFQ, 2008. *La forêt, pour construire le Québec de demain*. Gouvernement du Québec, Québec. URL: <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/consultation/livre-vert.pdf> [Consulté le 9 avril 2009].
- ÖSTLUND, L., O. ZACKRISSON et A.L. AXELSSON, 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 1198-1206.
- PARISIEN, M-A, L. SIROIS et M. BABEAU, 2004. Distribution and dynamics of jack pine at its longitudinal range limits in Quebec. Dans: Engstrom, R.T., K.E.M. Galley et W.J. de Groot, (édit.). *Compte-rendu du 22^e Tall Timbers Fire Ecology Conference: Fire in Temperate, Boreal and Montane Ecosystems*, 15-18 octobre, 2001, Kananaskis, Alberta. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, p. 247-257.
- PAYETTE, S., L. FILLION et A. DELWAIDE, 1990. Disturbance regime of a cold temperate forest as deduced from ring patterns: The T0antaré ecological reserve, Québec. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 1228-1241.
- ROBITAILLE, A., et J.P. SAUCIER, 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques, Ministère des Ressources Naturelles du Québec. Les publications du Québec, Québec.
- SCIEM, 2003. PAST 4. User manual. Vienna.
- SEYMOUR, R.S. et M.L. HUNTER, 1999. Principles of ecological forestry. Dans: Hunter, M.L. Jr. (Edit.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK., p. 22-61.
- SICCAMA, T.G., 1971. Presettlement and present forest vegetation in northern Vermont with special reference to Chittenden County. *American Midland Naturalist*, 85: 153-72.
- SIMARD, H. et A. BOUCHARD, 1996. The precolonial 19th century forest of the Upper St. Lawrence Region of Quebec: a record of its exploitation and transformation through notary deeds of wood sales. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 1670-1676.
- STRAHLER, A.N., 1952. Dynamic basis of geomorphology. *Geological Society of America Bulletin*, 63: 923-938.
- TURNER, M.G., W.H., ROMME, R.H. GARDNER, R.V. O'NEILL et T.K. KRATZ, 1993. A revised concept of landscape equilibrium: disturbance and stability on scaled landscapes. *Landscape Ecology*, 8: 213-227.
- WEIN, R.W. et J.M. MOORE, 1977. Fire history and rotations in the New Brunswick Acadian Forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 7: 285-294.
- WHILEY, W.E., 1922. *Reports on the limits of Mrs. Price Brothers & Company*. Confidential. Printed for private circulation only. Oxford, School of Forestry, London.
- WHITNEY, G.G., 1994. From coastal wilderness to fruited plain. A history of environmental change in temperate North America from 1500 to the present. Cambridge University Press, Cambridge.



Serge Lavoie C.G.A. inc.

Cabinet d'expert-comptable

Serge Lavoie CGA
expert comptable

carole@sergelavoiecgga.com

2390, boul. Louis XIV
Québec (Qc) G1C 5Y8

Tél.: (418) 663-2191
Télec.: (418) 663-7019
Sans frais: 1-800-501-8278
Cell: (418) 571-2445



Desjardins
Caisse populaire
du Piémont Laurentien

2 places d'affaires pour mieux vous servir :

1638, rue Notre-Dame
L'Ancienne-Lorette Qc G2E 3B6

1095, boul. Pie-XI Nord
Québec Qc G3K 2S7

Un seul numéro : 418 872-1445