

Revue de littérature

Dynamique, structure et composition des forêts bas-laurentiennes : les bases dans le développement d'une approche d'aménagement écosystémique

Présentée à la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent



Par :

Yan Boucher biol, M. Sc.

Le 15 décembre 2005

Table des matières

Résumé :	3
1.0. Introduction : l'aménagement forestier écosystémique	4
2.0. Le régime des perturbations au Bas-Saint-Laurent : identification des agents	4
2.1. Les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE)	5
2.1.1 Recommandations : les épidémies de TBE	7
2.2. La dynamique des trouées	8
2.2.1. Forêts feuillues	8
2.2.2. Forêts résineuses	8
2.2.3. Recommandations : la dynamique des trouées	9
3.0. Structure et composition de la mosaïque pré-industrielle au Bas-Saint-Laurent	10
3.1. Évolution de la structure forestière	10
3.1.1. La structure des forêts pré-industrielles	11
3.1.2. Le bois mort dans les forêts bas-laurentiennes.....	12
3.2. Évolution de la composition forestière	13
3.2.1. Composition forestière de la période des coupes sélectives (1820-1900)	13
3.2.2. Composition forestière de la période des coupes industrielles (1900-2000)	15
3.3. Recommandations d'aménagement pour s'inspirer de la structure et de la composition de la mosaïque forestière pré-industrielle	15
4.0. Intégration des connaissances dans les orientations gouvernementales de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV)	16
5.0. Conclusion	19
6.0. Liste des références	19

Résumé :

Ce document vise à documenter la dynamique des perturbations naturelles de même que les éléments clés de la mosaïque forestière du Bas-Saint-Laurent. Ces informations sont indispensables dans le cadre d'une approche écosystémique. Des recommandations «idéales» de pratiques sylvicoles sont suggérées et pourront constituer des pistes pour les praticiens de la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent. Les recommandations s'appliquent pour la forêt du domaine public et privé. L'aménagement forestier écosystémique va demander une gestion adaptative pour tenir compte des nouvelles connaissances et permettre un réajustement continu des pratiques.

1.0. Introduction : l'aménagement forestier écosystémique

L'aménagement forestier écosystémique, ou «ecosystem-based-management», est reconnu comme une approche qui permettra d'atteindre les objectifs du développement forestier durable (Seymour et Hunter 1999; Harvey et al. 2002; Lindenmayer et Franklin 2002). La commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise (MRNFP 2004) a d'ailleurs recommandé que l'aménagement forestier écosystémique soit au cœur des prochains plans généraux d'aménagement d'ici 2013. La définition retenue par la commission est «*un concept d'aménagement forestier ayant pour objectif de satisfaire un ensemble de valeurs et de besoins humains en s'appuyant sur les processus et les fonctions de l'écosystème et en maintenant son intégrité*». L'aménagement écosystémique doit permettre de reproduire, par des pratiques sylvicoles, la mosaïque d'écosystèmes retrouvés sous un régime de perturbations naturelles. Cette affirmation se base sur le fait que les organismes ont évolué sous un régime de perturbations depuis des millénaires et que le maintien de cette panoplie de conditions, sous un régime d'aménagement forestier, permettra d'offrir la meilleure assurance face à la perte de biodiversité (Seymour et Hunter 1999; Lindenmayer et Franklin 2002).

La connaissance du régime des perturbations naturelles et de la végétation qui en découle sont alors des éléments stratégiques dans le développement d'un tel aménagement. La végétation naturelle, ou pré-coupe, est un état de référence qui permet, lorsqu'on la compare à la végétation actuelle, d'évaluer l'impact des coupes et d'ajuster nos pratiques d'aménagement (Bergeron et al. 1999; Harvey et al. 2002; Arseneault et al. 2004).

2.0. Le régime des perturbations au Bas-Saint-Laurent : identification des agents

Dans le cadre d'une stratégie d'aménagement écosystémique, il est primordial de documenter le régime de perturbations naturelles. Pour ce faire, il faut identifier les perturbations agissant sur le territoire et en définir les principales caractéristiques. Selon Frelich (2002), les trois grandes caractéristiques d'une perturbation sont : 1- La fréquence ou le cycle, 2- la sévérité (% de mortalité du couvert) et 3- la distribution spatiale (superficie, forme et dispersion). Lorsque ces caractéristiques peuvent être estimées sur un territoire, le praticien peut alors développer des

pratiques sylvicoles qui s'en inspirent et déployer les bases d'un aménagement forestier écosystémique (Bergeron et al. 1999).

Au Bas-Saint-Laurent et dans les régions avoisinantes, la dynamique forestière est contrôlée par les perturbations secondaires comme les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) et la dynamique des trouées, plutôt que par les feux (Lorimer 1977; Wein et Moore 1977; MacLean 1984; Lorimer et White 2003). Les superficies incendiées dans la région au cours du XXe siècle, telles que celles de Macpès en 1923, originent majoritairement d'incendies provoqués par des feux de colons (Lortie 1979; Fortin et Lechasseur 1993; Boucher et al., en préparation). La seule étude sur les feux d'origine naturelle provient d'une analyse rétrospective des superficies brûlées entre 1923 et 2000 d'une section forestière du bassin versant de la rivière Rimouski (Boucher et al., en préparation). L'étude a permis d'estimer que le cycle des feux était de 900 ans, ce qui concorde avec les résultats présentés par Lorimer (1977) pour le Nord du Maine. Les connaissances relatives au cycle des feux régionaux restent à documenter.

2.1. Les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE)

Dans l'Est de l'Amérique du nord, les épidémies de TBE sont cycliques aux 25 à 40 ans (Jardon et al. 2003). Elles agissent principalement dans les forêts dominées par le sapin et l'épinette blanche et tuent une proportion variable des arbres formant le couvert forestier (MacLean 1980; Morin 1994). La régénération de sapins sous couvert est habituellement épargnée, ce qui permet le retour de la sapinière initiale (Baskerville 1975; Morin 1994). L'ouverture créée par la mortalité des individus de la strate dominante augmente avec le volume de sapin du peuplement (D'Aoust et al. 2004; Bouchard et al. 2005). Différentes études ont montré une mortalité très variable de la strate dominante allant de 20 à 100 % (D'Aoust et al. 2004; Bouchard et al. 2005; Messier et al. 2005). Dans la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest, D'Aoust et al. (2004) ont mesuré qu'entre 20 et 25 % de la canopée était tuée directement par l'épidémie, tandis que Bouchard et al. (2005) observaient 95 % de mortalité dans la même région. Au niveau de l'étendue spatiale, une épidémie de TBE peut couvrir un territoire de plusieurs milliers de km² et ainsi se manifester jusqu'à une échelle supra-régionale (1×10^5 km²) (Candau et al. 1998; Jardon 2001).

Les recherches menées au Bas-Saint-Laurent permettent de documenter le cycle, la sévérité et la distribution spatiale des épidémies de TBE. Depuis les derniers 450 ans, le cycle des épidémies a été relativement stable et s'est établi à 40 ans (Boulanger et Arseneault 2004). La sévérité des épidémies est variable d'une épidémie à l'autre. On considère habituellement qu'une épidémie sur deux est sévère (Boulanger comm. pers.) et entraîne une mortalité importante tant à l'échelle du peuplement que des paysages. Une étude récente (Mendoza 2005) a permis de documenter la sévérité et la distribution spatiale de la dernière épidémie (1972-1987) au Bas-Saint-Laurent. L'analyse des inventaires du deuxième décennal a permis de documenter les peuplements touchés par la mortalité légère ((EL) où de 25 à 75 % de la surface terrière est tuée) et ceux touchés par la mortalité sévère ((ES) où plus de 75 % de la surface terrière est tuée). À l'échelle du Bas-Saint-Laurent, l'étude nous révèle que la proportion des superficies touchées de manière légère (EL) est huit fois supérieure à celle touchée sévèrement (ES). La surface moyenne des EL était de 27.7 ± 123.0 ha avec un mode situé dans la classe 0-5 ha, tandis que celle des ES était de 13.5 ± 23.0 ha avec un mode situé dans la classe 5-10 ha (voir figure 1). Il faut cependant noter que la dernière épidémie est considérée comme l'une des plus sévères des deux derniers siècles (Boulanger et Arseneault 2004).

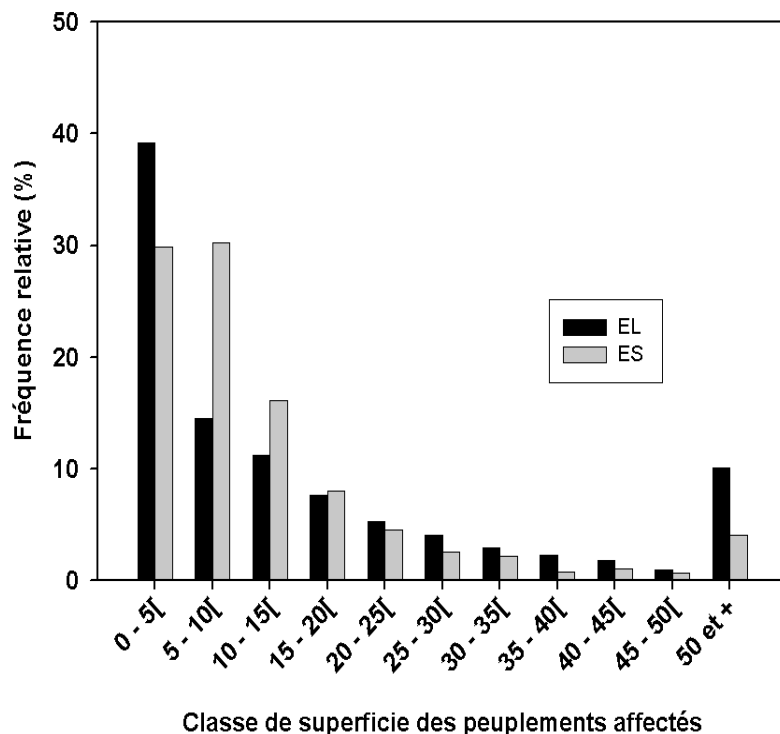


Figure 1. Distribution de fréquences des superficies affectées par classe de sévérité lors de la dernière épidémie de TBE (1972-1987) au Bas-Saint-Laurent dans les superficies non-récupérées.

2.1.1 Recommandations : les épidémies de TBE

Les coupes à rétention variable (Lindenmayer et Franklin 2002) devront être mises de l'avant afin de reproduire l'impact des épidémies de TBE sur les paysages forestiers. Dans un premier temps, l'aménagiste pourra s'inspirer du cycle de 40 ans et de la grande dispersion spatiale d'une épidémie afin de moduler ses interventions à l'échelle du territoire d'aménagement. La proportion relative des EL et des ES (qui est de 8 : 1) permet de diviser les coupes partielles en deux grandes catégories.

- 1- Sur environ 90 % du paysage, des coupes partielles qui prélèvent de 25 % à 75 % de la surface terrière du peuplement permettraient de reproduire l'impact d'une EL. Il est à noter que la classe EL est une approximation du pourcentage de mortalité et mériterait d'être détaillée. L'évaluation précise de la mortalité dans les peuplements EL pourrait être envisageable par l'analyse d'inventaire de défoliation du Ministère des ressources naturelles et de la faune (MRNF).
- 2- Sur le 10 % du territoire restant, des coupes partielles ou totales qui prélèvent entre 75 et 100 % de la surface terrière permettraient de mimer la mortalité engendrée par une ES.

Il est important de protéger la régénération pré-établie pour permettre le retour de la strate de sapin et des essences compagnes telles que l'épinette blanche et le thuya occidental, qui éprouvent certains problèmes de régénération après coupe (Déry et al. 2000; Grondin et Cimon 2003). Des plantations et des regarnies pourraient être prescrits dans le cas où la régénération serait insuffisante.

Des éclaircies commerciales pourraient être mis de l'avant afin d'imiter la mortalité d'une partie de la strate dominante et permettre le maintien des espèces plus résistantes (épinettes spp.) et non-hôtes (thuya occidental) dans le but de les récolter lors des éclaircies subséquentes. Les pratiques envisagées permettront de maintenir un caractère de vieilles forêts à l'intérieur des peuplements traités et faciliteront le maintien des essences compagnes.

2.2. La dynamique des trouées

2.2.1. Forêts feuillues

La dynamique des trouées est reconnue comme étant la principale perturbation des forêts feuillues dominées par l'érable à sucre (Runkle 1985; Payette et al. 1990). Cette dynamique est caractérisée par la formation de trouées dans la voûte forestière créées par la mort d'un ou de plusieurs arbres âgés. L'augmentation de lumière provoquée par les trouées et l'exposition du sol minéral lors du renversement des arbres morts permettent la régénération des espèces forestières (Payette et al. 1990). La dynamique des trouées en association avec la présence d'espèces tolérantes à l'ombre permet le développement d'une structure d'âge inéquienne en «J inversé» et la production constante de débris ligneux (Majcen 1994; Smith et al. 1997).

Au Bas-Saint-Laurent, peu d'études permettent de documenter la dynamique des trouées dans les érablières non-exploitées. Toutefois, une étude réalisée dans un territoire vierge de la seigneurie Nicolas-Riou (SNR) a permis d'estimer que le taux de renouvellement de la canopée est de 1.7 % par année (Grange 2003). Les résultats obtenus sont comparables à ceux d'autres études réalisées dans le sud du Québec et dans l'Est des États-Unis qui ont calculé un taux de renouvellement de la canopée qui varie de 0.5 à 2.0 % (Runkle 1982, 1985; Payette et al 1990). Toutefois, la proportion des résineux du peuplement étudié à SNR est supérieure aux territoires analysés dans les études de Runkle et de Payette et al. La dernière épidémie peut avoir contribué à ce taux de renouvellement relativement élevé.

2.2.2. Forêts résineuses

Dans les forêts résineuses, où l'intervalle entre deux feux dépasse largement la longévité maximale des espèces pionnières, la composition et la structure des forêts ont la possibilité de se modifier dans le temps et de développer une structure irrégulière ou inéquienne (Kneeshaw 2001; McCarthy 2001). Ainsi, dans les forêts où le cycle des feux est long comme celui des forêts bas-laurentiennes, la sénescence naturelle des sapinières couplée à la récurrence des épidémies de TBE devraient favoriser la création de trouées telle qu'observée dans les forêts du Nord-Est du Québec (Gauthier et DeGrandpré 2003; Pham et al. 2004). Dans ces écosystèmes relativement vierges, Pham et al. (2004) ont observé que les sapinières du secteur présentaient près de 50 % du

territoire en trouées et que la majorité de celles-ci (87 %) étaient inférieures à 100 m². La dynamique des trouées dans les sapinières du Bas-Saint-Laurent demeure à documenter, mais pourrait bien s'apparenter à ce que l'on observe dans la région de la Côte-Nord et de la Gaspésie (Despouts et al. 2004; Messier et al. 2005) .

2.2.3. Recommandations : la dynamique des trouées

- 1- Dans le cadre d'un aménagement écosystémique, la coupe jardinatoire semble être la pratique toute désignée afin de reproduire la structure et la composition naturelle des forêts feuillues (Majcen 1994). Une rotation équivalant à un prélèvement annuel de 0.5 à 2.0 % pourrait permettre de reproduire la variabilité naturelle observée. Des trouées de superficies variables permettront l'établissement et le maintien de différentes espèces compagnes en fonction de leur tolérance à l'ombre.
- 2- Il sera important de favoriser la régénération des essences comme le bouleau jaune, le sapin, l'épinette blanche, le thuya occidental et le pin blanc, car elles ont diminué en abondance après les coupes d'écrémage et se régénèrent difficilement (Whitney 1994; Boucher 2002; Grondin et Cimon 2003; Sorel 2004; Boucher et al. sous-presse). Des pratiques sylvicoles devront être mises de l'avant afin de fournir les microsites nécessaires à la régénération de ces espèces (sol minéral, débris ligneux).
- 3- Lors de la coupe jardinatoire, il faudra moduler les interventions afin de garder des chicots et des arbres mourants qui permettront un recrutement continu d'arbres morts. Ces pratiques permettront de maintenir les habitats de plusieurs espèces fauniques dépendantes de ces structures (Seymour et Hunter 1999; McComb et Lindenmayer 1999).
- 4- Dans les érablières aménagées à des fins acéricoles, il faudra modifier certaines pratiques. Il sera important de maintenir la structure inéquienne des peuplements, éviter d'éliminer les essences compagnes et les arbres morts. Ces pratiques permettront de maintenir la productivité des sites, le renouvellement à long terme de l'érablière et la diversité biologique et structurale (Smith et al. 1997; McComb et Lindenmayer 1999).

5- En forêt résineuse, les connaissances sont limitées et devront s'accroître. Il faudra chercher à évaluer la mortalité imputable aux épidémies, au vent et à celle liée à la sénescence des individus afin de pouvoir planifier des pratiques sylvicoles adéquates. Des coupes partielles, telles que des coupes jardinatoires (par pied d'arbre ou par trouées) de même que des éclaircies seront probablement les pratiques sylvicoles qui s'approcheront le plus des impacts provoqués par les trouées.

3.0. Structure et composition de la mosaïque pré-industrielle au Bas-Saint-Laurent

Dans le cadre d'un aménagement écosystémique, il est essentiel de considérer non seulement le régime des perturbations naturelles, mais également les caractéristiques de la mosaïque forestière (structure et composition) avant coupe. Cela permettra d'évaluer les écarts avec la forêt actuelle et d'ajuster les pratiques d'aménagement si nécessaire.

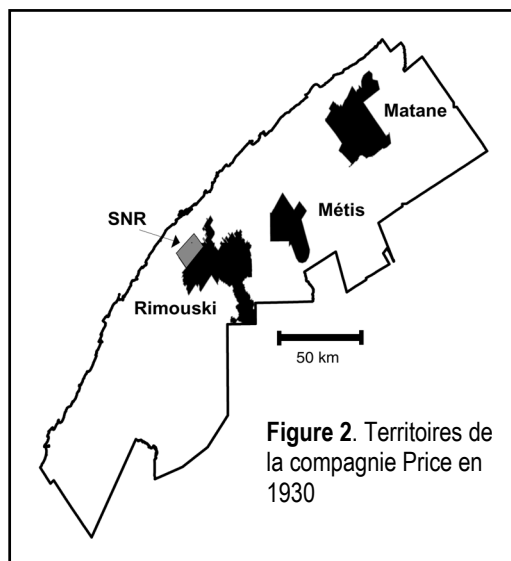
3.1. Évolution de la structure forestière

L'industrie du bois au Bas-Saint-Laurent a provoqué des changements importants de la mosaïque forestière naturelle. Au début du XIXe siècle, le blocus de Napoléon a favorisé le développement du marché des bois entre l'Angleterre et le Canada. C'est à cette période qu'ont débuté les coupes sélectives des pins, de l'épinette blanche et de tous les autres bois de valeur. Au début du XXe siècle, l'expansion des grandes scieries et de l'industrie des pâtes et papiers a marqué le début de l'exploitation à grande échelle des forêts régionales (Fortin et Lechasseur 1993).

Les écosystèmes forestiers vierges au Bas-Saint-Laurent sont extrêmement rares, ce qui rend difficile la documentation de la végétation pré-coupe. La plupart des études qui sont présentées ici proviennent de reconstitutions historiques et/ou d'analyses de forêts vierges de régions adjacentes qui ont permis de déterminer plusieurs caractéristiques structurales des écosystèmes forestiers naturels. Jusqu'à maintenant, peu d'informations nous permettent de reconstituer la structure des forêts bas-laurentiennes avant 1900 (période des coupes sélectives).

3.1.1. La structure des forêts pré-industrielles

Au début du XXe siècle, la structure des forêts pré-industrielles bas-laurentiennes était fortement dominée par des peuplements dont l'âge dépassait 100 ans, et ce malgré les coupes d'écrémage du siècle passé (Boucher et al. sous-presse, Boucher et al. en préparation). L'étude réalisée à l'intérieur des anciennes concessions et territoires privés de la compagnie Price (voir figure 2) a permis de déterminer qu'au début 1900, près de 80 %, 85 % et 78 % des territoires de Rimouski, Métis et Matane respectivement, étaient dominés par une matrice de peuplements dont l'âge dépassait 100 ans (Boucher et al., en préparation). Par exemple, l'étude de Boucher et al. (sous-presse) a permis de déterminer que plus de 90 % du couvert forestier de la seigneurie Nicolas-Riou dépassait 100 ans. Des observations similaires ont été effectuées à la forêt Montmorency et dans le parc national de Forillon, où la matrice était fortement dominée par des vieilles forêts (Hatcher 1960; Lévesque 1997; Leblanc 1998). La forte représentativité des forêts surannées suggère qu'une portion importante des peuplements résineux à dominance de sapins devait présenter une structure inéquienne ou irrégulière façonnée par les épidémies de TBE et les trouées (Hatcher 1960; Despons et al. 2002, 2004; Kneeshaw et Gauthier 2003).



La structure d'âge fine des forêts vierges dans la sapinière à bouleau jaune du Bas-Saint-Laurent est peu documentée et il faut se référer aux études réalisées principalement dans la sapinière à bouleau blanc de l'Est afin d'obtenir un portrait détaillé de la structure des peuplements (Leblanc 1998; Déry et al. 2000; Despons et al. 2002, 2004). La plupart de ces auteurs définissent les sapinières vierges comme une mosaïque fine de peuplements divers où la structure d'âge est irrégulière, équienne et inéquienne (voir Despons et al. 2004). Par exemple, les arbres à l'intérieur des

peuplements vierges de la Gaspésie affichent un âge moyen de 87.2 ± 11.7 ans et un diamètre moyen de 24.8 ± 4.7 cm. On observe également une forte densité de gaules ($>3\ 000$ tiges/ha) dans le sous-étage (Despons et al. 2004).

3.1.2. Le bois mort dans les forêts bas-laurentiennes

Les forêts anciennes sont habituellement caractérisées par une grande quantité de bois mort (Lindenmayer et McComb 1999). Dans différentes érablières vierges du Nord-Est américain, la densité moyenne de chicots (>10 cm) varie de 27.5 à 59.7 chicots/ha pour une moyenne de 41.3 ± 11.0 chicots/ha (Angers et al. 2005). Pour ce qui est des débris ligneux au sol, la même étude a permis de noter que le volume atteint de 40 à 140 m³/ha pour une moyenne de 76.7 ± 21.2 m³/ha (Angers et al. 2005). Dans la région forestière des Grands Lacs, Goodburn et Lorimer (1998) évaluent que la surface terrière des chicots (>10 cm) est de 6.0 m²/ha tandis que dans les forêts adjacentes aménagées, la surface terrière est de 2.8 m²/ha. Pour sa part, Gilbert (en préparation) a mesuré dans une érablière à bouleau jaune vierge du Bas-Saint-Laurent, une surface terrière de chicots (>10 cm) de 3.2 m²/ha.

Dans les sapinières vierges, la quantité de bois morts est souvent plus importante que ce que l'on retrouve dans les forêts matures de seconde venue (Desponts et al. 2002, 2004; Roberge et Desrochers 2004). Dans les sapinières vierges de la Gaspésie et de la réserve faunique des Laurentides, le nombre de chicots (>10 cm) est en moyenne de 180-200 chicots/ha, comparativement à 35-50 chicots/ha dans les forêts matures (60-75 ans) de seconde venue. Le volume de débris ligneux au sol s'établi quant à lui à 63-94 m³/ha pour la sapinière vierge et à 14-32 m³/ha pour les forêts matures de seconde venue (Desponts et al. 2002, 2004).

Aménagements proposés :

- 1- En érablière, les coupes jardinatoires devront conserver des arbres moribonds pour permettre un recrutement adéquat de chicots et de débris ligneux jusqu'à la prochaine rotation.
- 2- En sapinière aménagée de manière équienne, il faudra laisser des îlots de vieillissement lors de la récolte afin d'accroître la densité de chicots à l'échelle du paysage. Ceci permettra de maintenir un recrutement continu des arbres morts dans le temps. Quant à la quantité de chicots et de débris ligneux au sol à laisser, des densités similaires à celles observées en peuplements vierges pourraient être visées dans des îlots de vieillissement,

alors que des densités plus faibles pourraient être laissées sur les superficies récoltées (Roberge et Desrochers 2004). Dans les sapinières aménagées de manière inéquienne ou irrégulière, des tiges sénescents devraient être laissées sur pied afin de permettre un recrutement constant d'arbres morts dans le temps (Lindenmayer et Franklin 2002).

3.2. Évolution de la composition forestière

La composition de la forêt au Bas-Saint-Laurent a subi d'importants changements après les deux grandes périodes de coupe : durant l'ère des coupes sélectives (1820-1900) et ensuite lors de l'ère des coupes industrielles (1900-2000). Avant le début des coupes, la forêt comportait une plus grande composante résineuse qu'actuellement. L'historique des coupes des derniers 180 ans a modifié la composition forestière en retirant les résineux (sapin, épinettes, pins et thuya) tout en favorisant le développement des espèces feuillues intolérantes (bouleaux, peupliers), de même que les espèces feuillues tolérantes (érable à sucre et érable rouge) qui se régénèrent agressivement après coupe (Whitney 1994; Abrams 1998; Boucher et al. sous-presse; Boucher et al. en préparation). Ce constat d'enfeuillement lié à de mauvaises pratiques était déjà observé en 1922 par l'ingénieur W.E. Wiley d'Oxford chargé par la Price de publier un rapport sur l'état des limites de la compagnie. Il a écrit :

«The system which has been practiced on your limits is essentially disgenic. The result has been that forest 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 » (Wiley 1922).

3.2.1. Composition forestière de la période des coupes sélectives (1820-1900)

Déjà au début du XIXe siècle, les actes notariés indiquent que d'importants contrats sont signés entre des bûcherons et les contracteurs oeuvrant pour la Price. Les contrats concernent la coupe et la livraison de billots de pin rouge, de pin blanc, d'épinette blanche et de bouleau jaune, le long de différentes rivières du Bas-Saint-Laurent. Ainsi en 1829, on peut lire, dans les actes du notaire Pierre Gauvreau, ce contrat signé entre deux parties:

« Monsieur Larivée et M. Lepage ont conclu un marché à savoir que M. Stanless Lepage s'engage et promet de couper et piller 1 500 billots de pins rouges de douze pieds et huit pouces de longs sur au moins treize pouces au petit bout entre les deux écorces et coupés carrés ».

Dans la seule année de 1829, la livraison d'au moins 28 000 billots de pins (principalement du pin rouge) aux abords de la rivière Rimouski a été convenue par acte, chez ce même notaire (Boucher comm. pers). La même observation peut être faite dans plusieurs autres secteurs du Bas-Saint-Laurent (Fortin et Lechasseur 1993) et démontre déjà l'importance des coupes sélectives à diamètre limite de l'époque.

Dans une portion du canton de Macpès, on dénombre plus de 80 pins blancs à l'hectare avant la coupe sélective de 1896. Actuellement, le pin blanc a disparu suite aux actions combinées de la coupe et du feu de 1923. Le prélèvement des pins matures (semenciers) a considérablement réduit le potentiel de régénération du pin après feu dans les secteurs ayant subies ces perturbations en rafale (Boucher 2002). Dans le secteur Macpès et de la seigneurie Nicolas-Riou, Sorel (2004) a observé une diminution importante du thuya occidental à l'échelle des paysages en réponse à son exploitation répétée et à son intolérance aux grandes ouvertures provoquées par les coupes.

Les rapports d'arpenteurs nous renseignent également sur l'état de la composition forestière à la fin du XIXe siècle. J. Benson Williams a décrit le canton Matalik du comté de Matane en 1895 :

«Il y a eu un temps où la région était assez bien boisée de pins et d'épinettes, mais presque tout ce bois marchand a disparu. On y voit plus aujourd'hui que de fortes souches, mais les espèces, la qualité et la quantité de bois qui reste sont remarquablement bonnes. On y trouve du cèdre magnifique presque partout, dans les bas-fonds ainsi que sur les pentes. Sur les hauteurs, on trouve du beau bouleau, du merisier (rouge et blanc, du cormier et du sapin.»
(Ministère des terres et forêts 1908).

Il faut toutefois noter que dans les secteurs inaccessibles (topographie) et éloignés des grands réseaux hydrographiques (drave), la sévérité des coupes était beaucoup moins grande. À partir de

1940-1950, la mécanisation et la demande pour le sapin baumier permettront la récolte de grands massifs qui étaient moins intéressants au XIXe siècle.

3.2.2. Composition forestière de la période des coupes industrielles (1900-2000)

Le début du XXe siècle marquera le début de l'exploitation forestière industrielle des forêts de la région du Bas-Saint-Laurent. En 1900, la compagnie Price ouvrit une grande scierie à l'embouchure de la rivière Rimouski et construisit, trois ans plus tard, un moulin à pulpe. L'exploitation prendra beaucoup d'essor, et en 1930, les scieries du Bas-Saint-Laurent deviendront les plus importantes de tout l'Est du Canada (Fortin et Lechasseur 1993). C'est à partir de ce moment que s'amorcera une importante transformation des forêts régionales.

Les cartes forestières produites par la compagnie Price en 1930 sont les sources les plus anciennes qui permettent de documenter la composition forestière des forêts pré-industrielles du Bas-Saint-Laurent. À cette époque, environ 30 % du territoire est déjà coupé dans les secteurs accessibles. Dans les trois régions cartographiées (Rimouski, Métis, Matane), la composition du couvert de 1930 était dominée par les vieux couverts résineux qui formaient environ 65 % des superficies forestières. Les couverts mixtes occupaient 25 à 30 % et les feuillus, seulement 1 à 3.5 % de la superficies de forêts. Actuellement en 2000, la composition forestière des territoires étudiés présente une diminution drastique des peuplements résineux au profit des peuplements mixtes comparativement à 1930. Sous l'action des coupes sélectives, les peuplements mixtes de 1930 se sont transformés en peuplements feuillus (Boucher et al., sous-presse). Au Nouveau-Brunswick, à moins de 100 km de Rimouski, la même tendance à l'enfeuillage est observée (Etheridge et al. 2005).

3.3. Recommandations d'aménagement pour s'inspirer de la structure et de la composition de la mosaïque forestière pré-industrielle

La végétation actuelle s'écarte de manière appréciable de la mosaïque forestière pré-industrielle ce qui permet d'avancer que l'historique d'exploitation a modifié la forêt de manière appréciable.

Ainsi deux grandes conclusions peuvent être tirées :

- 1- La structure des forêts a été modifiée. Une proportion importante des paysages forestiers devait présenter une structure d'âge inéquienne ou irrégulière tandis qu'aujourd'hui, la majorité des peuplements ont une structure équienne qui résulte des coupes totales subies dans le passé.
- 2- Les couverts forestiers dominés par les essences résineuses ont diminués. Les forêts résineuses étaient principalement composées de sapin baumier et d'épinette blanche mais contenaient des volumes appréciables de pins et de thuya.

Dans le cadre d'un aménagement écosystémique, il faudra s'inspirer de la proportion des couverts résineux, mixtes et feuillus et développer des outils qui permettent d'évaluer les écarts entre la forêt actuelle et la forêt désirée et d'orienter les aménagements en conséquence. La classification écologique du MRNF pourrait servir d'outil afin d'intégrer ces connaissances d'une façon structurée.

4.0. Intégration des connaissances dans les orientations gouvernementales de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV)

La Loi sur les forêts prévoit que le ministre des Ressources naturelles et de la Faune peut fixer des objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV) pour chaque territoire du domaine de l'État. Ces objectifs doivent être intégrés dans les plans d'aménagement forestier pour la période 2008-2013 (MRNF 2005). Les OPMV sont une opportunité unique pour développer une expertise en matière d'aménagement écosystémique durant la période (2008-2013). L'expérience acquise durant cette période permettra d'étendre ces pratiques à l'ensemble du territoire à partir de 2013 afin de répondre à l'objectif de la commission sur la gestion des forêts publiques québécoises (MRNFP 2004).

Trois d'objectifs importants des OPMV *s'insèrent directement* dans le cadre d'une approche d'aménagement écosystémique.

1- Objectif #4 : Maintenir des forêts mûres et surannées

2- Objectif #5 : Développer et appliquer des patrons de répartition spatiale des coupes adaptés

3- Objectif #9 : Conserver du bois mort dans les forêts aménagées.

Dans le cas du développement d'une approche écosystémique sur les territoires de la forêt modèle du Bas-Saint-Laurent, les trois objectifs pourront être atteints facilement.

Voici les caractéristiques principales des trois objectifs et la façon dont ils peuvent être incorporés dans une stratégie d'aménagement écosystémique.

Objectif #4 : *Maintenir des forêts mûres et surannées*

La stratégie mise de l'avant pour atteindre cet objectif permettra d'assurer le maintien des vieilles forêts à l'échelle du paysage forestier. Pour ce faire, trois moyens seront utilisés, soit: 1- la mise en place de refuges biologiques, 2- la préservation d'îlots de vieillissement et 3- l'utilisation de pratiques sylvicoles adaptées. Ces différentes cibles permettront d'atteindre la cible ultime en matière de vieilles forêts qui correspond à 33 % de la proportion historique du sous-domaine (MRNF 2005).

Dans la sapinière à bouleau jaune de l'Est, les cibles sont les suivantes :

Sous-domaine	Proportion historique de vieilles forêts (> 50 ans)	Refuges biologiques	Îlots de vieillissement	Pratiques sylvicoles adaptées (2008-2013)	Pratiques sylvicoles adaptées (2013-
Sapinière à bouleau jaune de l'Est	60 %	2 %	10 %	3 % ¹	8 %

¹ Période de familiarisation des bénéficiaires

1- Les refuges biologiques : les refuges biologiques visent la conservation intégrale et permanente d'un réseau de refuges qui devront correspondre à au moins 2 % de la superficie forestière productive (Leblanc et Déry 2003).

2- Les îlots de vieillissement : Il s'agit d'un rallongement de la période de révolution qui permet qu'une partie des peuplements dépasse l'âge d'exploitabilité afin d'atteindre le stade suranné. Ce stade atteint, les peuplements seront récoltés et d'autres les remplaceront ailleurs sur le territoire. Pour les peuplements aménagés de façon inéquienne, le concept des îlots de vieillissement vise à laisser le temps aux peuplements d'acquiescer ou de retrouver, après traitement, des caractéristiques

de forêts surannées. Par exemple, l'âge de récolte des peuplements de sapins passerait de 60 ans à 80-85 ans (Déry et Leblanc 2004).

3- Les pratiques sylvicoles adaptées : pratique qui consiste à effectuer la récolte d'une partie du volume de bois en assurant le maintien de certaines caractéristiques des forêts mûres et surannées et en permettant un retour plus rapide à ces stades de développement. Il s'agit toutefois d'un compromis en matière de forêts mûres et surannées puisque seuls les principaux attributs des vieilles forêts sont conservés. Les pratiques sylvicoles doivent maintenir une proportion importante du couvert (> 40 %) et permettre le maintien des attributs des vieilles forêts tels que les chicots, les débris ligneux au sol et la structure verticale du peuplement. (Déry et Leblanc 2005).

Objectif #5 : Développer et appliquer des patrons de répartition spatiale des coupes adaptés à l'écologie régionale et socialement acceptables

Cet objectif vise directement à mettre en place une répartition spatiale qui tient compte de l'impact des perturbations naturelles sur l'écosystème forestier dans une optique de conservation de la biodiversité et d'acceptabilité sociale (MRNF 2005). Le développement de patrons de répartitions spatiales qui s'inspirent des perturbations permettrait de répondre à cet objectif.

Objectif #9 : Conserver du bois mort dans les forêts aménagées

Le bois mort est essentiel dans le maintien d'une gamme d'espèces forestières mais l'aménagement forestier tend à diminuer le bois mort dans les forêts aménagées. Cet objectif vise le maintien d'une densité de chicots et de débris ligneux acceptable pour la faune et la flore. Le seuil d'arbres morts n'est pas encore déterminé par le MRNF, mais pourrait être facilement atteint si un aménagement écosystémique est instauré. Par exemple, le maintien de bouquets d'environ 100 m² sur 5 % de la superficie aménagée de manière équiennne est proposé par le MRNF (MRNF 2005).

5.0. Conclusion

Les connaissances du régime des perturbations naturelles et des éléments clés de la mosaïque forestière naturelle permettent d'élaborer des pratiques sylvicoles écosystémiques qui vont promouvoir la gestion durable des forêts. Dans une approche d'aménagement écosystémique il faudra adopter une gestion adaptative et revoir constamment les pratiques afin de tenir compte des nouvelles connaissances disponibles. Le développement d'indicateurs permettra de déterminer si nos pratiques écosystémiques permettent l'atteinte des objectifs fixés et, dans le cas échéant, permettront de se réajuster. L'incorporation des pratiques écosystémiques pour répondre aux OPMV (2008-2013) du MRNF permettra de se familiariser avec ce nouveau concept d'aménagement avant son déploiement sur la majeure partie des unités d'aménagement. Les recherches doivent se poursuivre afin d'améliorer nos connaissances sur la dynamique des forêts bas-laurentiennes.

6.0. Liste des références

- Abrams, M. D. 1998. The red maple paradox : What explain the widespread expansion of red maple in eastern forests ? *Bioscience* 48 (5): 355-364
- Angers, V, Messier, C. Beaudet, M. et A. Leduc. 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *For. Ecol. Manage.* 217 (2-3): 275-293
- Baskerville, G.L. 1975. Spruce budworm: super silviculturist. *For. Chron.* 51: 138-140
- Bergeron, Y., Harvey, B., Leduc, A., et S. Gauthier. 1999. Forest management strategies based on the dynamics of natural disturbances - Considerations and a proposal for a model allowing an even-management approach. *For. Chron.* 75(1):55-61
- Bouchard M., Kneeshaw D. et Y. Bergeron. 2005. Mortality and stand renewal patterns following the last spruce budworm outbreak in mixed forests of western Quebec. *For. Ecol. Manage.* 204 (2-3): 297-313
- Boucher, Y. 2002. Reconstitution du développement de deux forêts du Bas-Saint-Laurent (Québec) en réponse aux perturbations du XX^e siècle. Mémoire de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats. 52 pp.
- Boucher, Y. Arseneault, D. et L. Sirois. Sous-presse. Logging-induced change (1930-2002) of a pre-industrial landscape at the northern range limit of northern hardwoods, eastern Canada. *Can. J. For. Res.*

- Boucher, Y, Arseneault, D. et L. Sirois. En préparation pour *Journal of Biogeography*. Impact du régime des coupes forestières industrielles sur la structure des paysages du nord-est de la région forestière des Grands lacs et du ST.- Laurent, est du Québec, Canada
- Boulanger, Y., et D. Arseneault. 2004. Spruce budworm outbreaks in eastern Quebec over the last 450 years. *Can. J. For. Res.* 34: 1035-1043.
- Candau, J.-N., Fleming, R.A., et A. Hopkin. 1998. Spatiotemporal patterns of large-scale defoliation caused by the spruce budworm in Ontario since 1941. *Can. J. For. Res.* 28: 1733–1741
- D'Aoust, V., Kneeshaw, D. et Y. Bergeron. 2004. Characterization of canopy openness before and after a spruce budworm outbreak in the southern boreal forest. *Can. J. For. Res.* 34: 339-352
- Despots, M., Desrochers, A., Bélanger, L. et J. Huot. 2002. Structure de sapinières aménagées et anciennes du massif des Laurentides (Québec) et diversité des plantes vasculaires. *Can. J. For. Res.* 32: 2077-2093
- Déry, S. et M. Leblanc. 2004. Lignes directrices pour l'implantation des îlots de vieillissement. Partie II. Intégration à la planification forestière. Direction de l'environnement forestier. Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs. Québec. 12 pp.
- Déry, S. et M. Leblanc. 2005. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Lignes directrices pour l'utilisation des pratiques sylvicoles adaptées dans le cadre de la mise en oeuvre de l'objectif 4. Direction de l'environnement forestier. Ministère des ressources naturelles et de la faune. Québec. 20 pp.
- Déry, S., Bélanger, L., Marchand, S., et S. Côté. 2000. Succession après épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) dans des sapinières boréales pluviales de seconde venue. *Can. J. For. Res.* 30: 801–816
- Despots, M., Brunet, G., Bélanger, L. et M. Bouchard. 2004. The eastern boreal oldgrowth balsam fir forest : a distinct ecosystem. *Can. J. Bot.* 82 : 830-849
- Etheridge, D. A., MacLean, D. A., Wagner, R. G. et J. S Wilson. 2005. Changes in landscape composition from 1945-2002 on an industrial forest in New-Brunswick, Canada. *Can. J. For. Res.* 35: 1965-1977
- Arseneault, D., Boucher, Y. et C. Sorel. 2004. Sur la piste des forêts du passé. Bulletin d'information de la forêt modèle du Bas-Saint-Laurent. Décembre. Rimouski. p. 2
- Fortin, J. C. et A. Lechasseur. 1993. L'histoire du Bas-Saint-Laurent. Les presses de l'Université Laval, Québec.
- Frelich, L. E. 2002. Forest dynamics and disturbance regimes, studies from temperate evergreen-deciduous forests. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Gauthier, S. et L. DeGrandpré. 2003. Les bases écologiques de l'aménagement écosystémique de la forêt boréale de l'Est du Québec. Rapport de projet. Réseau des centres d'excellence en développement durable des forêts.
- Goodburn, J.M. et C.G. Lorimer. 1998. Cavity trees and coarse woody debris in old-growth and managed northern hardwood forests in Wisconsin and Michigan. *Can. J. For. Res.* 28: 427– 438

- Grange, P. 2003. Étude de la dynamique récente d'une érablière ancienne du Bas-Saint-Laurent, Québec. Travail dirigé. Université du Québec à Rimouski. Rimouski. 24 pp.
- Grondin, P. et A. Cimon. 2003. Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière et Direction de l'environnement forestier. 200 pp.
- Harvey, B.D., Leduc, A., Gauthier, S. et Y. Bergeron. Stand-landscape intergration in natural disturbance-based mangement of the southern boreal forest. *For. Ecol. Manage.* 155 (1-3):369-385
- Hatcher, R.J. 1960. Croissance du sapin baumier après une coupe rase dans le Québec. Department of northern affairs and natural resources. Forestry branch, Silvicultural Research Division, Québec City. Tech. Rep. 87.
- Jardon, Y. 2001. Long term analysis of spruce budworm outbreak in a large scale area, a dendrochronological approach. Ph.D. thesis. Université du Québec à Montréal, Montréal, Quebec.
- Jardon, Y., Morin, H., et P. Dutilleul. 2003. Périodicité et synchronisme des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec. *Can. J. For. Res.* 33: 1947–1961
- Kneeshaw, D. 2001. Are non-fire gap disturbances important to boreal forest dynamics? *Recent Res. Dev. Ecol.* 1: 43–58
- Kneeshaw, D.D., and Gauthier, S. 2003. Old growth in the boreal forest: a dynamic perspective at the stand and landscape level. *Environ. Rev.* 11: S99–S114
- Leblanc, M., 1998. La sapinière vierge de la Forêt Montmorency et de sa région : une forêt boréale distincte. Mémoire de maîtrise. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. Québec. 145 pp.
- Leblanc, M. et S. Déry. 2003. Lignes directrices pour l'implantation des refuges biologiques. Direction de l'environnement forestier. Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs. Québec. 21 pp.
- Lévesque, F., 1997. Conséquences de la dynamique de la mosaïque forestière sur l'intégrité écologique du parc national Forillon. Mémoire de maîtrise. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. Québec. 186 pp.
- Lindenmayer, D.B. et J.F. Franklin. 2002. *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach.* Island Press. Washington, DC. 351 pp
- Lorimer, C.G. (1977) The pre-settlement forest and natural disturbance cycle of northeastern Maine. *Ecology* 58: 139–148
- Lorimer, C.G. et A.S. White. 2003. Scale and frequency of natural disturbances in the northeastern US: Implications for early successional forest habitats and regional age distributions. *For. Ecol. Manage.* 185: 41-64
- Lortie, M. 1979. Arbres, forêts et perturbations naturelles au Québec. Les presses du l'Université Laval. Québec. 172 pp.

- MacLean, D.A. 1980. Vulnerability of fir-spruce stand during uncontrolled spruce budworm outbreaks: a review and discussion. *For. Chron.* 56 : 213–221
- MacLean, D. A. 1984. Effects of spruce budworm outbreaks on the productivity and stability of balsam fir forest. *For. Chron.* 60:273–279
- Majcen, Z. 1994. Historique des coupes de jardinage dans les forêts inéquiennes au Québec. *Rev. For. Fr.* 4: 375–384
- Mendoza. 2005. Caractérisation spatiale des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.) dans le but de mettre en place une stratégie d'aménagement écosystémique au Bas-Saint-Laurent. Rapport de microthèse. Université du Québec à Rimouski
- McCarthy, J. 2001. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environ. Rev.* 9: 1-59
- McComb, W. C., et D. Lindenmayer. 1999. Dying, Dead, and Down Trees. *Dans* : Hunter, M. L., Jr., *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, England. 698 pp.
- Messier, J., Kneeshaw, D. Bouchard, M. et A. de Römer. 2005. A comparison of gap characteristics in mixedwood old-growth forests in eastern and western Quebec. *Can. J. For. Res.* 35: 2510-2514
- MRNFP (Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs). 2004. Rapport sur la commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. En ligne : <http://www.commission-foret.qc.ca>
- MRNF (Ministère des ressources naturelles et de la faune). 2005. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012. Document de mise en œuvre. Québec. 57 pp.
- Ministère des terres et forêts. 1908. Régions du bas du fleuve, de la Matapédia et de la Gaspésie. Description des cantons arpentés, exploration et arpentage des rivières. Québec.
- Morin, H. 1994. Dynamics of balsam fir forests in relation to spruce budworm outbreaks in the boreal zone, Quebec. *Can. J. For. Res.* 24: 730-741
- Payette, S. Fillion L. et A. Delwaide. 1990. Disturbance regime of a cold temperate forest as deduced from ring patterns: The Tantaré ecological reserve, Quebec. *Can. J. For. Res.* 20: 1228-1241
- Pham, A.T., DeGrandpré, L., Gauthier, S. et Y. Bergeron. 2004. Gap dynamics in the northeastern boreal forest of Québec. *Can. J. For. Res.* 34: 353-364
- Runkle, J.R., 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America. *Ecology* 63: 1533–1546
- Runkle, J.R., 1985. Disturbance regimes in temperate forests. *Dans*: Pickett, S.T.A., White, P.S. Éditeurs. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, New York. pp. 17–33
- Seymour, R. S. et M. L. Hunter. 1999. Principles of ecological forestry. *Dans*: *Maintaining biodiversity in forest ecosystems* *éditeurs*: M.L. Hunter. Cambridge university press, Cambridge, England. 698 pp.

- Smith, D. A, Larson B.C., Kelty, M.J. et P. M. S. Ashton. 1997. The practice of silviculture. Applied forest ecology. John Wiley and sons. New York.
- Sorel, C. 2004. Impacts des perturbations anthropiques du XXe siècle sur deux forêts du Bas-Saint-Laurent (Québec) Mémoire de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats. 45 pages.
- Wein, R.W., Moore, J.M., 1977. Fire history and rotations in the New Brunswick Acadian Forest. Can. J. For. Res. 7, 285–294
- Whiley, W.E. 1922. Reports on the limits of Mssrs. Price Brothers & Company. Confidential. Printed for private circulation only. School of forestry. Oxford.
- Whitney, G. G. 1994. From coastal wilderness to fruited plain. A history of environmental change in temperate North America from 1 500 to present. Cambridge University press. Cambridge.