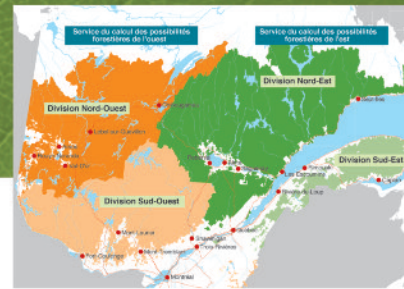


GESTION DURABLE DE LA FORÊT BORÉALE : VISION GLOBALE ET RECHERCHE DE L'ÉQUILIBRE

Avis du Forestier en chef

Déposé à
M^{me} Nathalie Normandeau,
ministre des Ressources
naturelles et de la Faune,
le 7 décembre 2010





GESTION DURABLE DE LA FORÊT BORÉALE : VISION GLOBALE ET RECHERCHE DE L'ÉQUILIBRE

Avis du Forestier en chef

Bureau du forestier en chef

845, boulevard Saint-Joseph
Roberval (Québec) G8H 2L6

Téléphone : 418 275-7770

Télécopieur : 418 275-8884

Courriel : bureau@forestierenchef.gouv.qc.ca

**Bureau du forestier
en chef**

Québec 

Cette publication a été réalisée avec la collaboration de nombreux experts et appuyée sur des résultats de recherche recueillis parmi une large communauté scientifique.

Les données présentes dans cet Avis, sauf indication contraire, font état d'observations, d'analyses et de compilations de données scientifiques effectuées par et pour le Forestier en chef.

Fruit d'une longue réflexion, cet Avis contient des recommandations dans le but d'éclairer et d'inspirer les décideurs et d'être utile à la mise en place du régime d'aménagement durable du territoire forestier québécois.

Direction, coordination et rédaction

Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D.
Pierre Levac, ing.f., M.Sc.

Collaboration à la présente publication

Bureau du forestier en chef

Danielle Leblanc, ing.f., analyse des bases de données
Richard Tremblay, tech.f., production des cartes
Gabriel Roy, ing.f., Ph.D, collaboration à la rédaction
Michel Douville, ing.f., collaboration à la rédaction

Remerciements particuliers

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la révision des différentes versions du texte.

Révision linguistique et grammaticale

Correction/Révision FR
racinedd@hotmail.com
Tél. : 418 997-7036

Réalisation graphique

Évolution Graphique

Référence

Bertrand, L. et P. Levac (2010). Gestion durable de la forêt boréale : vision globale et recherche de l'équilibre, Roberval (Québec), Bureau du forestier en chef, 204 pages.

Cette publication est mise en ligne dans le site Internet du Forestier en chef à l'adresse :

<http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/decisions-avis-recommandations/avis-au-ministre/>

© Gouvernement du Québec 2010
Dépôt légal — 2010
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-550-60656-7 (imprimé)
ISBN 978-2-550-60657-4 (PDF)

MOT DU FORESTIER EN CHEF



Dans le cadre de l'article 47 de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier, il est spécifié que le Forestier en chef conseille la ministre sur toute question qui appelle l'attention ou l'action gouvernementale. En considération de cet article de la Loi, je vous fais parvenir un Avis du Forestier en chef, que je rends également disponible au public, pour des raisons de transparence, dans le site Internet du Forestier en chef.

Cet Avis a été préparé à la suite des réactions partagées qu'a suscitées la publication, en novembre 2008, de l'avis scientifique sur les vieilles forêts, que j'avais commandé au Centre d'étude de la forêt (CEF). Ces réactions m'ont amené alors à prendre la décision d'analyser globalement cette problématique complexe, sous l'angle de la gestion durable de la forêt boréale qui constitue un enjeu prépondérant pour la société québécoise, tant des points de vue environnemental, économique que social. La forêt boréale compte pour plus du tiers de la superficie totale du Québec, représentant l'écosystème forestier le plus important de la province. Ces considérations ainsi que le virage entrepris par la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier m'ont incité à approfondir la réflexion, sur des bases scientifiques, afin de contribuer à développer une vision globale de la gestion durable de la forêt boréale.

Le présent Avis intitulé « *Gestion durable de la forêt boréale : vision globale et recherche de l'équilibre* » traduit les résultats de cette réflexion. Ces résultats découlent de l'analyse de données forestières, d'une importante revue de littérature sur l'aménagement forestier durable et sur la lutte aux changements climatiques, de même qu'ils découlent d'une évaluation de la séquestration du carbone atmosphérique par la forêt boréale. Par conséquent, ces résultats traduisent la contribution de plusieurs chercheurs, dans une optique d'intégration de l'expertise et de la connaissance. La démarche amène à proposer quelques avenues de solutions pour assurer la conservation et la mise en valeur de la forêt boréale, et suggère des mesures visant à faciliter son adaptation aux nouvelles conditions qu'engendreront vraisemblablement et progressivement les changements climatiques.

Sur la base des constats mis en lumière par cet Avis, l'adaptation de la forêt boréale passe inévitablement par un renforcement de l'aménagement forestier, dont l'acceptabilité sociale dépend de la compréhension des enjeux, expliqués sur des fondements scientifiques. La forêt boréale a la capacité de produire beaucoup plus de richesse et de bénéfices pouvant profiter à l'ensemble des citoyens du Québec. À cet égard, il est important de rappeler toutefois, en termes d'approche, qu'aucune dimension du développement durable n'est plus importante que les autres, la finalité résidant dans la recherche d'un équilibre entre les valeurs environnementales, sociales et économiques.

L'analyse globale de cette problématique, particulièrement complexe, amène spécialement à mettre en lumière certaines divergences entre les actions qui devraient permettre de rencontrer les critères d'aménagement forestier durable et certaines options d'aménagement actuellement envisagées au Québec.

L'Avis contient un certain nombre de recommandations et est suffisamment documenté pour alimenter la poursuite de la réflexion en vue de recadrer certaines idées et perceptions véhiculées dans le milieu forestier et sur la place publique depuis plus de dix ans.

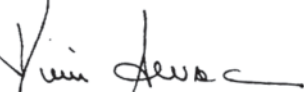
L'approche de développement durable interpelle le gouvernement et la collectivité à poser des gestes, ainsi qu'à convenir de choix éclairés et équilibrés entre les considérations environnementales, économiques et sociales. Cela implique de la rigueur, une démarche de conciliation, des compromis, des investissements et des actions appropriées.

Cet Avis est le fruit d'une longue réflexion qui s'est voulue englobante, rigoureuse et objective, sur un des principaux enjeux d'aménagement du territoire du domaine de l'État québécois, notamment la gestion durable de l'écosystème forestier boréal. Cette réflexion est appuyée sur nombre d'expertises et de résultats de recherche recueillis parmi une large communauté scientifique.

À l'aube de mon départ, cet Avis constitue le tout dernier que je rendrai à titre de premier Forestier en chef du Québec. Je souhaite qu'il puisse éclairer et inspirer les décideurs et être utile à la mise en place du régime d'aménagement durable du territoire forestier québécois.

Veuillez recevoir, Madame la Ministre, l'expression de mes meilleures considérations et de mes salutations distinguées.

Le Forestier en chef

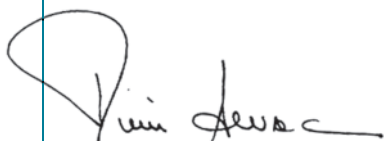


Pierre Levac, ing.f., M.Sc.

SIGNATURE DU FORESTIER EN CHEF

La démarche et les recherches qui ont conduit à la production de cet Avis ont été réalisées par M^{me} Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D, sous ma supervision et conformément à mes instructions. Je me suis assuré qu'elle soit empreinte de rigueur et d'objectivité en plus de respecter les valeurs qui me sont chères et auxquelles adhère l'organisation du Bureau du forestier en chef. De plus, dans le but de respecter le code de déontologie de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, j'ai demandé à M^{me} Lucie Bertrand, conseillère scientifique au Bureau du forestier en chef, qu'elle soit cosignataire du présent Avis.

En ce mois de décembre 2010, à la parution et à la suite de la diffusion de ce présent Avis portant sur la « *Gestion durable de la forêt boréale : vision globale et recherche de l'équilibre* », je vous confirme que j'approuve et endosse entièrement son objet et son contenu.



Pierre Levac, ing.f., M.Sc.
Forestier en chef



Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D.
Conseillère scientifique au Bureau
du forestier en chef

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES	3
1.1 Le développement durable	3
1.2 La gestion durable de la forêt boréale	7
1.3 La recherche de l'équilibre	9
2. DES FAITS À PROPOS DE LA FORÊT BORÉALE	11
2.1 Qu'est-ce que la forêt boréale?	11
2.2 La forêt boréale du Québec	12
2.3 La forêt boréale de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-Saint-Jean	14
3. LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN FORÊT BORÉALE	16
3.1 La conservation de la diversité biologique (Critère 1)	16
3.1.1 Quelques réflexions sur le concept de diversité biologique	17
3.1.2 À propos des vieilles forêts	20
3.1.3 Combien reste-t-il de vieilles forêts primaires?	21
3.1.4 Enjeux de composition et de structure des peuplements	28
3.2 Le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers (Critère 2)	31
3.2.1 La dynamique naturelle de la pessière à mousses de l'Est	32
3.2.2 Évaluation de l'ouverture du couvert forestier	37
3.2.3 Importance des landes forestières	40
3.2.4 Impacts de la tordeuse des bourgeons de l'épinette	41
3.2.5 Impacts des feux de forêt	43
3.3 La conservation des sols et de l'eau (Critère 3)	44

4. LA FORÊT BORÉALE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	46
4.1 Le maintien de l'apport des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques (Critère 4)	46
4.1.1 Ce que dit la science climatique	47
4.1.2 Le Protocole de Kyoto	50
4.1.3 Le Sommet de Copenhague	52
4.1.4 Les différents rôles de la forêt et du bois	53
4.1.5 La forêt boréale: puits ou source de carbone?	55
4.1.6 Les vulnérabilités de la forêt boréale	58
4.2 Le Québec et les changements climatiques	66
4.3 Utiliser la forêt et le bois pour lutter contre les changements climatiques	68
4.3.1 La réduction des émissions de GES	69
4.3.2 Les mesures de mitigation	70
4.3.3 La substitution des produits	73
4.3.4 L'adaptation des forêts aux changements climatiques	77
5. LES ENJEUX SOCIOÉCONOMIQUES EN FORÊT BORÉALE	80
5.1 Le maintien des avantages socioéconomiques multiples que les forêts procurent à la société (Critère 5)	80
5.1.1 Le secteur forestier au Québec	81
5.1.2 Les produits forestiers non ligneux	85
5.1.3 Les activités récréotouristiques liées à la faune et au plein air	88
5.1.4 La valeur environnementale de la forêt	89
5.1.5 Des apports économiques méconnus	90
5.2 La prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées (Critère 6)	90
6. CONSTATS DU FORESTIER EN CHEF	93
6.1 Les vieilles forêts primaires ne sont pas en perte en forêt boréale	93
6.2 Une importante déforestation naturelle est observée	96
6.3 La réalité de la forêt boréale lue à travers une problématique de perception	97
6.4 Une nouvelle épidémie de TBE en développement... ..	99
6.5 La forêt boréale est très vulnérable aux changements climatiques	101
6.6 La création de valeurs pour la société provenant de la forêt peut être améliorée	102
6.7 Un réel défi pour les acteurs régionaux	103
6.8 L'Avis du CEF en rapport aux agréments de récolte dans des peuplements en dégradation ou susceptibles de désastres naturels	104

7. QUE FAIRE POUR LA FORÊT BORÉALE?	107
7.1 À propos des aires protégées	107
7.2 À propos de la protection des vieilles forêts	108
7.3 L'approche écosystémique	110
7.3.1 Quelques définitions	110
7.3.2 La variabilité naturelle historique: une référence à reconsidérer ...	112
7.3.3 Un changement de paradigmes s'impose par rapport à l'équilibre écologique	113
7.3.4 Des difficultés conceptuelles d'application	114
7.3.5 L'approche écosystémique: élément d'une stratégie d'aménagement durable en forêt boréale	116
7.4 Des stratégies d'aménagement davantage diversifiées en forêt boréale ...	117
7.4.1 L'intérêt et les limites de la CPRS	118
7.4.2 Plus de plantation, notamment pour contrer un phénomène de déforestation naturelle	118
7.4.3 La coupe partielle, limitée à des fins spécifiques	121
7.4.4 Prendre en compte les perturbations naturelles	123
7.5 Mettre à profit la forêt boréale pour lutter contre les changements climatiques	124
7.6 Gérer la forêt boréale en tenant compte des changements climatiques ...	127
7.7 Quelques éléments de gouvernance	130
CONCLUSION	131
RÉFÉRENCES	134
ANNEXE 1 - ÉVALUATION DE SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT POUR L'UAF 024-52 ...	153
1. Description de l'UAF 024-52	153
2. Évaluation des scénarios d'aménagement	156
2.1 Les possibilités forestières	158
2.2 La présence de vieilles forêts	160
2.3 La disponibilité d'un habitat favorable pour le caribou forestier et l'orignal	162
2.4 La variation du stock de carbone	163
2.5 La contribution de la récolte forestière à l'économie régionale ...	164
ANNEXE 2 - COMPLÉMENTS D'INFORMATION	167
ANNEXE 3 - ACRONYMES UTILISÉS	191



INTRODUCTION

Bien que beaucoup ait été dit et écrit depuis la sortie du film *L'Erreur boréale* en 1999, la polémique entourant la gestion et l'aménagement de la forêt boréale perdure. Il demeure difficile de se faire une opinion éclairée, reposant sur des assises scientifiques, alors que les groupes de militants ont généralement tendance à prôner le développement durable sur la base plus ou moins exclusive de la conservation de la diversité biologique, en demandant « *la protection de ce qui reste de forêt boréale intacte* ».

À cet égard, dans le but de rétablir quelque peu les faits, le Forestier en chef rendait publique, en septembre 2007, une fiche d'information intitulée *Distinction entre la forêt boréale et la forêt publique sous aménagement**. Les constats suivants y étaient mentionnés :

- La forêt boréale continue couvre au Québec une superficie de l'ordre de 550 000 km² (55 000 000 ha).
- La proportion de la forêt boréale continue comprise à l'intérieur des unités d'aménagement forestier (UAF) est de l'ordre de 58 %, soit une superficie d'un peu plus de 320 000 km² (32 000 000 ha).
- La proportion de la forêt boréale continue réellement destinée à l'aménagement forestier telle que considérée dans le calcul des possibilités forestières (CPF) 2008-2013, est toutefois de l'ordre de 36 %, représentant une superficie d'un peu moins de 200 000 km² (20 000 000 ha).
- Les activités d'aménagement réalisées par l'industrie forestière affectent annuellement moins de 1 % de la forêt publique sous aménagement, soit moins de 2 000 km² (200 000 ha) ou 0,36 % de la forêt boréale continue.
- Ainsi, dans le régime actuel, environ 350 000 km² (35 000 000 ha) de forêt boréale continue (près de 64 %) sont déjà exclus de la production forestière commerciale pour plusieurs raisons (exclusions territoriales pour des motifs de conservation, de contraintes biophysiques, d'ententes particulières ou de non-productivité des sites par exemple). En pratique, ces superficies contribuent notamment au maintien de l'habitat du caribou forestier et à la conservation de la diversité biologique de l'écosystème boréal.

* Les numéros en exposant réfèrent à des compléments d'information (annexe 2).

L'adoption du projet de loi 39 en décembre 2007, Loi modifiant la Loi sur les forêts et d'autres dispositions législatives, a eu, entre autres implications, de demander désormais au Forestier en chef d'évaluer la disponibilité de volumes de bois considérés en perte et pouvant être attribués en agréments de récolte par le ministre. Il en a découlé, à l'époque, des protestations qui ont conduit le Forestier en chef à commander un avis scientifique sur les vieilles forêts au Centre d'étude de la forêt (CEF, 2008). Cet Avis a été rendu public en novembre 2008.

De là, des compléments d'information, des réactions et des critiques lui ont été transmis (CEF, 2009; Côté *et al.*, 2009a). Le Forestier en chef a alors entrepris d'élaborer une réflexion globale sur la situation de la forêt boréale du Québec. Cette réflexion fait l'objet du présent Avis au ministre. Cet Avis s'inscrit dans les responsabilités du Forestier en chef qui a le devoir d'alerter le ministre sur tout sujet qui appelle l'attention ou l'action gouvernementale.

La réflexion découle de l'analyse de données forestières, d'une importante revue de littérature sur l'aménagement forestier durable, sur la lutte aux changements climatiques et d'une évaluation de la séquestration du CO₂ atmosphérique par la forêt boréale; elle traduit la contribution de plusieurs chercheurs. Par le présent Avis, l'intention est de développer une vision globale et une réflexion documentée à propos de la gestion durable de la forêt boréale.

L'Avis vise également à proposer quelques avenues pour en assurer sa conservation, sa mise en valeur et son adaptation aux nouvelles conditions créées par les changements climatiques. L'analyse de cette problématique particulièrement complexe amène à mettre en lumière certaines divergences entre les actions qui devraient permettre de rencontrer les critères d'aménagement forestier durable (AFD) et les options d'aménagement actuellement envisagées au Québec. Mentionnons, en terminant, que les conclusions et les recommandations du Forestier en chef à l'égard de la gestion de la forêt boréale permettent de questionner à nouveau et de recadrer certaines idées et perceptions véhiculées sur la place publique depuis plus de dix ans.

1. CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Visant à faire le point sur la gestion et l'aménagement de la forêt boréale au regard des six critères d'aménagement forestier durable (AFD), cet Avis cherche à définir un équilibre entre les dimensions environnementale, économique et sociale et à orienter la gestion durable de la forêt boréale dans le contexte des changements climatiques.

1.1 LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

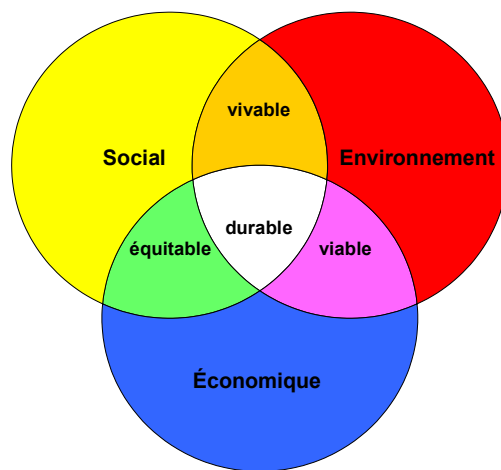
Certains extraits d'une importante revue de littérature permettent de circonscrire succinctement le concept de développement durable.

La définition la plus courante du développement durable se base sur la cohabitation de trois piliers (social, économique et environnemental) (Morin, 2009). Selon Gendron (2005), l'environnement est une condition, l'économie un moyen et le développement social une fin. Le développement durable exige l'utilisation responsable des ressources et suppose le traitement équitable des individus, dans un contexte de croissance économique viable (Morin, 2009). En fonction des interactions entre les trois piliers, cette définition tripolaire peut prendre une dimension plus conservatrice ou plus sociale. La notion de développement durable implique que l'on se soucie de la qualité de la croissance économique et de la durabilité environnementale en maintenant l'intégrité des écosystèmes et l'équité sociale (OCDE, 2001).

Il faut remonter à l'origine même de la notion de développement durable pour en comprendre le véritable sens (UICN, 1980). Le développement durable référait alors à un « *mode de développement appliqué à la croissance et reconsidéré à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects écologiques et culturels généraux de la planète* ». Il s'agit, selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (Rapport Brundtland) (CMED, 1988), « *d'un développement qui répond aux besoins des générations du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Ainsi, deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins » et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des « limitations » que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* »².

Tel qu'illustré à la figure 1, le développement durable doit se situer à la confluence des préoccupations environnementale, sociale et économique, dites « *les trois piliers du développement durable* ».

Figure 1. Illustration du concept de développement durable²



L'interprétation québécoise du concept de développement durable se doit d'être conforme à celle véhiculée à l'échelle internationale et partagée par l'ensemble des parties concernées, qu'il s'agisse des gouvernements, d'organisations non gouvernementales (ONG) ou d'acteurs régionaux (utilisateurs du milieu forestier, décideurs locaux, promoteurs économiques, etc.). Bien que beaucoup d'importance ait été accordée à la dimension environnementale au cours des dernières années, en réaction au passé où la recherche de la croissance de la structure industrielle était priorisée, il apparaît qu'**aucune dimension du développement durable n'est plus importante que les autres, la finalité résidant dans un équilibre; ce dernier restant à définir**. Selon Reeves (2009) « *Beaucoup de gens relient le développement durable à l'écologie. Mais c'est une vision réductrice, car ce sont bien trois piliers qui sont à édifier à égalité pour viser le maintien dans l'avenir de la qualité de vie de notre espèce *Homo sapiens* sur notre chère et unique planète* ».

Au Québec, le développement durable s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement (Gouvernement du Québec, 2010a). Le développement durable est issu de cette idée que tout ne peut pas continuer comme avant, qu'il faut remédier aux insuffisances du modèle de développement axé sur la seule croissance économique en reconsidérant nos façons de faire compte tenu de nouvelles priorités. Il faut donc :

- Maintenir l'intégrité de l'environnement pour assurer la santé et la sécurité des communautés humaines et préserver les écosystèmes qui entretiennent la vie;
- Assurer l'équité sociale pour permettre le plein épanouissement de toutes les femmes et de tous les hommes, l'essor des communautés et le respect de la diversité;
- Viser l'efficacité économique pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable (MDDEP, 2010).

L'humain occupe donc une importante prépondérance dans la mise en œuvre du concept de développement durable qui préconise de combler ses besoins en tenant compte des conditions et des contraintes environnementales ainsi que des opportunités économiques, tout en se souciant de laisser un héritage de qualité pour les générations futures. La discussion élaborée par Francesco di Castri³ en 2005, à propos du développement durable, apporte un éclairage très contributif à ce sujet :

Le mot « *développement* » évoque l'esprit d'entreprise et d'initiative qui doit caractériser, au-delà des ensembles de l'industrie, du commerce et des services, chaque individu tout au long de sa vie s'il veut rester digne. [...] Le qualificatif « *durable* » recouvre les espaces de participation et de solidarité avec les autres, proches et lointains, connus et inconnus, les générations futures, la nature. C'est l'aspiration sécuritaire et identitaire, la prévoyance et la défense du patrimoine naturel et culturel. [...] Le patrimoine culturel et naturel n'est pas considéré comme une entité figée à protéger, mais comme l'élément essentiel à valoriser pour pouvoir s'adapter chaque fois à des changements successifs. Il n'y aura point de durabilité par une culture de la maintenance, de la résistance ou du refus du changement. C'est seulement par l'adaptation aux changements que la durabilité est possible. [...] Pour maintenir un pouvoir adaptatif, cette culture du changement, tout en restant enracinée dans sa propre identité, devra être largement ouverte aux mille diversités des autres, aux mille sentiers de l'avenir; elle devra être une culture de la diversité (Di Castri, 2005).

Huybens (2007) affirme que ce serait une faute éthique de réduire le développement durable à une ou deux de ses composantes, en oubliant les autres. Il faut renoncer à placer le « *bien* » dans une décision optimale monocritère. Ce qui est de l'ordre du « *bien* », du « *juste* » ou du « *bon* », ce sont les décisions faisant place à l'ensemble des enjeux des différents acteurs, donc à l'ensemble des besoins humains, dans le respect de l'environnement. Ce sont les besoins humains dans la nature que nous devons satisfaire de manière durable, c'est-à-dire en respectant les capacités des écosystèmes à soutenir la vie.

Les décisions de développement durable sont conçues avec l'homme au sein des écosystèmes pour inclure son existence dans les écosystèmes naturels et en respecter les processus (Huybens, 2007). L'équité intergénérationnelle nous oblige également à considérer l'avenir dans les choix qui doivent être faits.

Le développement durable est le fruit de concertations et de compromis entre les décideurs politiques et économiques et les organisations non gouvernementales (ONG) généralement acquises aux causes environnementales. Selon Claval (2006), contrairement aux idées généralement véhiculées, ce sont les ONG qui se sont autoproclamées porte-parole de la population, sous prétexte qu'elles étaient les seules à comprendre et à connaître ses besoins et surtout sa réalité quotidienne. Les ONG incarnent le « *tiers secteur* », car elles ne poursuivent pas, « *théoriquement* », de but lucratif, ni l'objectif de gouverner, d'où une certaine forme de « *légitimité apparente* » (Tellenne, 2005). Selon Morin (2009), cette façon de légitimer le développement durable et d'en assurer la popularité dans la société civile constitue un facteur supplémentaire de confusion dans son application.

Au Québec, le gouvernement a pris des engagements fermes en matière de développement durable par la mise en œuvre de la Stratégie nationale sur la forêt (CCMF, 1998), de la Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 (Gouvernement du Québec, 2004a) et de la Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013 (Gouvernement du Québec, 2007). Comme les autres provinces canadiennes, le Québec a mis sur pied des programmes visant à maintenir les processus écologiques qui assurent la santé des forêts. Depuis 2008, le gouvernement du Québec a résolument accéléré son virage environnemental, entre autres, par :

- La Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (2009)⁴;
- Le projet de loi 42 : Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement et d'autres dispositions législatives en matière de changements climatiques (2009)⁵;
- Le Québec et les changements climatiques : un défi pour l'avenir : plan d'action 2006-2012⁶;
- Vers la valorisation de la biomasse forestière : un plan d'action (2009)⁷;
- La Stratégie d'utilisation du bois dans la construction au Québec (2008)⁸.

De plus, tous les ministères et les organismes liés au gouvernement du Québec ont dû produire, pour le 31 mars 2009, un plan d'action de développement durable, à l'instar du ministère des Ressources naturelles et de la Faune⁹ et du Bureau du forestier en chef (BFEC)¹⁰. Le Québec agit donc en chef de file en démontrant qu'il est concrètement engagé dans la voie du développement durable. Par l'adoption du projet de loi 57¹¹, Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier, engendrant une réforme profonde du régime forestier et par le projet de Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF)¹² actuellement en consultation publique, le gouvernement du Québec assure la continuité de ses engagements dans le milieu forestier.

Sur le plan des changements climatiques, le Québec a posé un geste important à l'échelle nord-américaine en se joignant en avril 2008 à la Western Climate Initiative (WCI)¹³. Finalement, lors du Sommet de Copenhague, en décembre 2009, le premier ministre du Québec prenait l'engagement de réduire nos émissions de gaz à effet de serre (GES) de 20 % sous les niveaux de 1990, d'ici 2020¹⁴.

1.2 LA GESTION DURABLE DE LA FORÊT BORÉALE

En Europe, la Conférence ministérielle sur la protection des forêts¹⁵ a développé une définition spécifique de la gestion durable des forêts qui a été adoptée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) : « **La gestion durable des forêts signifie la gestion et l'utilisation des forêts et des terrains boisés d'une manière et à une intensité telles qu'elles maintiennent leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour le futur, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes aux niveaux local, national et mondial, et qu'elles ne causent pas de préjudices à d'autres écosystèmes** ».

La gestion durable des forêts, fondement même d'un développement durable du secteur forestier, vise au sens large « à assurer un approvisionnement continu en bois et en produits non ligneux, ainsi que la disponibilité des services écologiques, sociaux et culturels assurés par les forêts et les écosystèmes forestiers » (FAO, 2001). De même, « définir la gestion durable des forêts en termes de priorités nationales et locales, actuelles et futures, et traduire les principes agréés en mesures concrètes afin d'exploiter et de soutenir la gamme complète des valeurs de la forêt, constituent un enjeu majeur » (FAO, 2001).

Les avantages apportés par les critères et les indicateurs pour la gestion durable des forêts doivent être compris et appréciés à tous les niveaux (national et régional). L'engagement politique est nécessaire pour les mettre entièrement en œuvre. La mesure et la surveillance des indicateurs fournissent des informations sur les changements observés qui devraient refléter les impacts des politiques, des mesures et des pratiques.

Des évaluations régulières devraient contribuer à une meilleure prise de décision. C'est un processus dynamique où les indicateurs sont continuellement améliorés pour répondre aux demandes du public, aux nouvelles informations scientifiques, à l'expérience croissante à l'intérieur des pays et à l'échange des expériences entre eux (Ahlaoui *et al.*, 2007).

La gestion durable des forêts est donc un mode de gestion qui fixe des critères, des indicateurs et des objectifs sociaux et environnementaux en plus de ceux à caractère économique généralement associés à la gestion forestière traditionnelle. Ces éléments permettent d'apprécier l'atteinte des résultats et d'apporter les correctifs appropriés aux opérations de planification et d'exploitation forestières de façon à s'assurer que les forêts remplissent adéquatement leurs fonctions écologiques, économiques et sociales. Cette définition sous-entend que les forêts gérées font l'objet d'interventions humaines périodiques ou permanentes¹⁶ et se rapproche du sens plus général de la définition de « forest management ».

Au Québec, on observe une certaine confusion terminologique autour du terme « *aménagement forestier* », ce qui induit une problématique entourant l'expression « aménagement forestier durable ». En pratique, le terme « *aménagement forestier* » a été traduit de l'anglais « *forest management* » lequel réfère plutôt à la notion de « *gestion forestière* » qu'aux actions d'aménagement pratiquées sur le terrain. Ainsi, le Dictionnaire de la foresterie (OIFQ, 2000 et 2003) donne deux définitions pour l'expression « *aménagement forestier* » :

1. Application pratique des principes de biologie, de physique, d'analyse quantitative, de gestion, d'économie, de sciences sociales et des politiques à la régénération, à l'aménagement, à l'utilisation et à la conservation des forêts, de façon à atteindre des buts et des objectifs précis tout en maintenant la productivité forestière (Helms, 1998).
2. Au Québec, au sens de la Loi sur les forêts, ensemble des activités comprenant l'abattage et la récolte de bois, l'implantation et l'entretien d'infrastructures, l'exécution de traitements sylvicoles, y compris le reboisement et l'usage du feu, la répression des épidémies d'insectes, des maladies cryptogamiques et de la végétation concurrente, de même que toute autre activité ayant un effet sur la productivité d'une aire forestière (Gouvernement du Québec, 1998).

Force est de constater que notre définition légale (L.R.Q., chapitre A-18.1 – Nov. 2010 – Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier) dénature l'essence même de l'aménagement forestier tel qu'il est compris et véhiculé dans le reste du monde. Au Québec, le concept d'aménagement forestier a été axé sur des moyens plutôt que sur des principes, des programmes, des stratégies et ultimement, des actions. Le terme « *aménagement forestier durable (AFD)* » apparu à la fin des années 90 est maintenant remplacé, au Québec, par « *aménagement durable des forêts (ADF)* », tandis que la tendance internationale s'oriente vers la terminologie « *gestion durable des forêts (GDF)* » qui s'avère conceptuellement beaucoup plus large et signifiante.

La voie tracée par la gestion durable des forêts et la mise en œuvre d'une stratégie d'aménagement forestier en forêt boréale, telle que prévue par la Loi (L.R.Q., chapitre A-18.1)¹¹, impliquent qu'une portion appréciable du territoire forestier soit dédiée à la protection de la diversité biologique. En Ontario¹⁷, par exemple, le gouvernement a annoncé son intention de protéger de manière permanente au moins la moitié des terres du Grand Nord de la province, soit environ 225 000 km² (22 500 000 ha). Au Québec, le gouvernement a annoncé qu'il hausserait la représentativité des aires protégées à 12 % d'ici 2015 et que 38 % du territoire couvert par le Plan Nord sera soustrait de toute activité industrielle (forestière, minière, énergétique)¹⁸. À l'heure actuelle, le Québec protège 8,12 %¹⁹ du territoire de façon intacte, principalement en accord avec les catégories I, II et III de l'UICN (2008).

1.3 LA RECHERCHE DE L'ÉQUILIBRE

La gestion durable des forêts (GDF) implique que l'on doive trouver l'équilibre entre plusieurs valeurs et intérêts concurrents. Dans le contexte des changements climatiques, la complexité de l'aménagement forestier augmente. Il faut prendre en compte non seulement le rôle des forêts dans la séquestration du CO₂ atmosphérique, mais aussi leurs réactions aux changements climatiques. Les forêts devront être aménagées non seulement pour contrer ces changements par la séquestration du CO₂ mais également pour en faciliter l'évolution et l'adaptation au climat de l'avenir. Il n'y aura pas de solutions simples. Faire face à ces questions demande des analyses scientifiques rigoureuses, des consultations auprès des parties concernées et des actions guidées par des faits scientifiquement prouvés (Kurz, 2008a) ainsi que prendre certains risques face à l'incertitude.

Plusieurs mesures ont été mises en place par le gouvernement du Québec au cours des dernières années (limite nordique d'attribution, aires protégées, objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV), refuges biologiques, écosystèmes forestiers exceptionnels, etc.) pour protéger et maintenir la diversité biologique au sens même du premier des six critères d'AFD du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF, 1997), lesquels avaient été enchâssés dans le préambule de la Loi sur les forêts. La récente révision du régime forestier s'est aussi basée sur l'AFD et prévoit l'adoption d'une stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) établie sur la base d'une approche écosystémique et d'une gestion intégrée des ressources (GIR) du territoire.

Il convient cependant de rappeler que plusieurs des mesures à vocation de conservation ont été introduites à la suite d'épisodes médiatiques d'importance quant à la gestion forestière au Québec. Sans chercher à présumer ou à porter des jugements sur le passé, le gouvernement a pris, en pratique, une série de décisions de protection et de conservation alors que l'impact global de ces actions ne pouvait être évalué car les capacités d'analyse n'étaient pas toujours disponibles. De même, l'équilibre avec les autres critères d'AFD reconnus internationalement ne pouvaient être pris en considération de façon adéquate et éclairée. Il est maintenant devenu nécessaire de soupeser davantage la réflexion et de valoriser l'importance de ces critères dans la balance du développement durable.

Les six critères d'AFD du CCMF²⁰ (1997) encadrent un aménagement de la forêt qui doit concourir à la fois à la conservation de la diversité biologique (Critère 1), au maintien et à l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers (Critère 2), à la conservation des sols et de l'eau (Critère 3), au maintien de l'apport des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques (Critère 4), au maintien des avantages socio-économiques multiples que les forêts procurent à la société (Critère 5) ainsi qu'à la prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées (Critère 6).

Il est important de réaliser que quatre des six critères du CCMF (1997) concernent la dimension environnementale, le quatrième étant de portée plus planétaire, si l'on pense au cycle du carbone, à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) et leur rôle dans les changements climatiques. La dimension économique est couverte par un seul critère et la dimension sociale est assurée par l'implication des parties concernées dans les choix de développement.

Au sens même des fondements de l'AFD, ces six critères sont d'importance égale et doivent tous être pris en compte dans les décisions et les orientations d'aménagement forestier. Suite aux recherches du Forestier en chef, il appert que **dans aucun engagement gouvernemental ou international, ni même dans aucun document scientifique, il n'est question d'une prépondérance d'un critère sur les autres dans la recherche de l'équilibre.** La position d'équilibre est évidemment conjoncturelle et se doit d'être définie en tenant compte des priorités établies à partir des valeurs sociales, économiques et environnementales. Cette position pourra être à redéfinir avec le temps mais elle devra être établie dans un souci d'éthique irréprochable, en toute transparence et après avoir évalué les conséquences des actions envisagées.

Afin d'établir une vision globale sur la prise en compte des six critères d'AFD qui sont à la base du régime forestier québécois, le Forestier en chef s'est attardé à évaluer les diverses dimensions.

Une revue de la littérature récente, des analyses, des rencontres et de nombreuses discussions avec des spécialistes ont servi à alimenter la réflexion présentée dans ce document en ce qui concerne la gestion durable de la forêt boréale. Cette réflexion s'inspire également des grandes politiques internationales et du contexte des changements climatiques.

2. DES FAITS À PROPOS DE LA FORÊT BORÉALE

2.1 QU'EST-CE QUE LA FORÊT BORÉALE ?

La zone boréale circumpolaire constitue une des zones biogéoclimatiques les plus importantes du monde et comprend une bonne partie des forêts, des milieux boisés, des terres humides et des lacs de l'Amérique du Nord et de l'Eurasie (figure 2). Elle régularise le climat, agit comme réservoir de diversité biologique et génétique, joue un rôle dans les cycles biogéochimiques et fournit des ressources renouvelables, des habitats et des opportunités récréatives (Brandt, 2009).

Figure 2. Répartition subarctique de la zone boréale (Larsen, 1980)



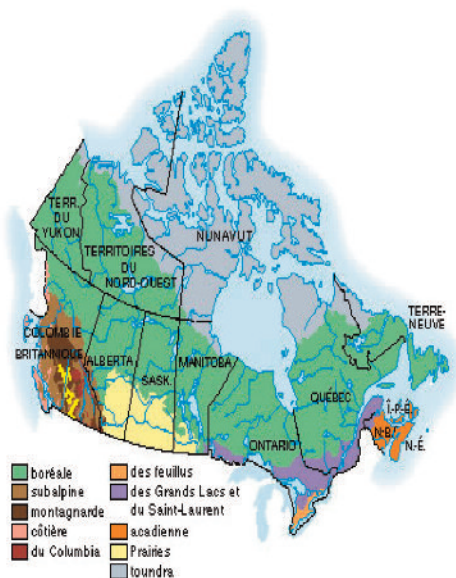
La zone boréale est majoritairement composée de forêts d'épinettes, de sapins, de pins, de mélèzes, de peupliers et de bouleaux qui peuvent tolérer les conditions climatiques des hivers rigoureux et une saison de croissance relativement courte (SCF, 2009a).

C'est une zone caractérisée par un régime climatique permettant à des associations végétales boréales typiques de pousser, compte tenu des conditions locales. Cette région occupe un vaste territoire contigu dont la limite change de latitude entre les glaciations (Rowe et Payette, sd). Elle se déplace vers le nord depuis des milliers d'années, c'est-à-dire depuis la dernière glaciation, et continuera de le faire sous l'effet des changements climatiques (Payette *et al.*, 2001). Il y a à peine 21 000 ans, à l'apogée de la glaciation du Wisconsin, la moitié nord du continent était presque entièrement couverte de glace. Depuis, les associations végétales varient continuellement, apparaissant et disparaissant avec le temps (SCF, 2009a).

La forêt boréale regroupe divers stades de succession. On peut y retrouver des peuplements récemment régénérés tout comme des peuplements mûrs. La forêt boréale canadienne (figure 3) est régie par des perturbations qui ont pour effet de remplacer les peuplements. Elle se renouvelle principalement de façon naturelle, par l'incidence du feu et des infestations d'insectes qu'on y retrouve. Ces perturbations sont caractéristiques de la forêt boréale, tout comme les essences de longévité relativement faible (moins de

250 ans) qui la composent (SCF, 2009a). En raison de l'action régulière des perturbations naturelles, il existe peu d'arbres très vieux dans la zone boréale et seulement une petite partie du paysage est non perturbée (SCF, 2009b).

Figure 3. La forêt boréale canadienne



Source : La carte des régions forestières du Canada s'appuie sur des données obtenues du Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada.

2.2 LA FORÊT BORÉALE DU QUÉBEC

Faisant partie de la zone boréale, la forêt boréale continue représente 36,4 % (551 400 km² ou 55 140 000 ha) de la superficie totale du Québec (figures 4 et 5). Elle comporte deux domaines bioclimatiques : la sapinière à bouleau blanc et la pessière à mousses. En 2002, l'établissement, par le gouvernement du Québec, de la limite nordique d'attribution à des fins de protection a soustrait des opérations forestières une partie appréciable, de l'ordre de 100 000 km² (10 000 000 ha), du domaine de la pessière à mousses (Gagnon, 2008; Gagnon *et al.*, 2004).

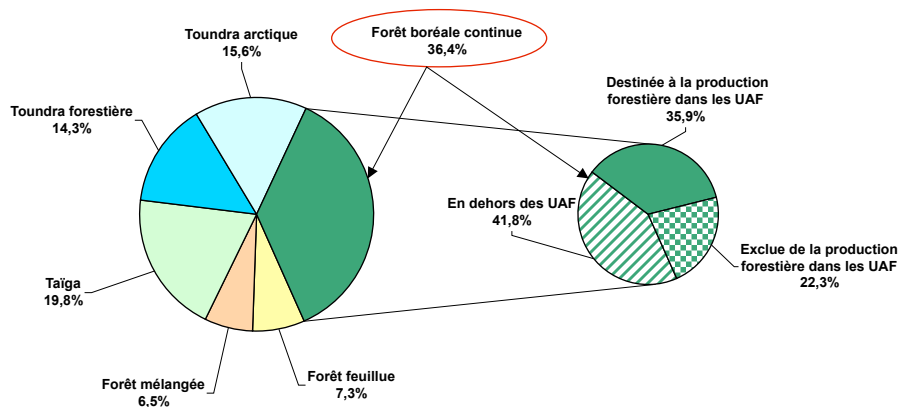
Ainsi, près de 58,2 % de la forêt boréale continue (soit 320 694 km² ou 32 069 399 ha) est localisé à l'intérieur des unités d'aménagement forestier (UAF) créées par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) aux fins de la gestion de la forêt publique sous aménagement. Néanmoins, dans sa fiche d'information *Distinction entre la forêt boréale et la forêt publique sous aménagement*¹ de septembre 2007, le Forestier en chef précisait qu'une proportion de 35,9 % (197 868 km² ou 19 786 819 ha) de la forêt boréale continue est véritablement destinée à la production forestière en raison des nombreuses exclusions territoriales.

Figure 4. Territoire destiné à l'aménagement forestier par rapport à la forêt boréale continue



En 2007, le Forestier en chef concluait que « les activités d'aménagement réalisées par l'industrie forestière affectent annuellement moins de 1 % de la forêt publique sous aménagement, laquelle soutient, de façon dominante, l'activité économique des régions de la Côte-Nord, du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Mauricie, de l'Abitibi-Témiscamingue et de la Gaspésie. Il convient de rappeler que les superficies récoltées en forêt publique sont obligatoirement remises en production, conformément aux exigences de la Loi sur les forêts (chapitre F-4.1) ».

Figure 5. Représentativité de la forêt boréale continue à l'échelle du Québec (graphe de gauche) et de la portion effectivement destinée à la production forestière (graphe de droite)



D'après les résultats déposés par le Forestier en chef en décembre 2006 concernant les possibilités forestières des 74 UAF du Québec pour la période 2008-2013, il a été conclu « *qu'on ne peut prétendre à la surexploitation des forêts du domaine de l'État et encore moins de la forêt boréale* ». Cette affirmation s'en est trouvée confirmée par la suite par le *Bilan d'aménagement forestier durable au Québec 2000-2008* (BAFD) (BFEC, 2010).

En complément d'information, on se souviendra que la baisse des possibilités forestières 2008-2013, annoncée par le Forestier en chef en décembre 2006, a été attribuée à plusieurs facteurs dont la diminution de la superficie destinée à la production forestière. Elle s'explique, pour environ les deux tiers de l'impact global, par les mesures de protection du territoire et de la biodiversité introduites au cours de la période 2000-2008, soit la limite nordique d'attribution, les aires protégées, les refuges biologiques, les mesures de protection des habitats fauniques, les mesures de dispersion des interventions, dont la coupe mosaïque (CMO), etc. Pour le tiers restant de l'impact global, la baisse est attribuée à l'introduction et à la prise en compte de connaissances nouvelles ou plus précises sur les pentes fortes, les bandes et les écotones riverains, les chemins, les dénudés secs et humides, les rendements forestiers, les territoires à faible productivité, etc.

2.3 LA FORÊT BORÉALE DE LA CÔTE-NORD ET DU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN

Afin d'obtenir un portrait plus précis des superficies à vocation forestière de la forêt boréale, des analyses particulières ont été produites par le Bureau du forestier en chef pour 10 UAF couvrant presque l'ensemble des régions de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-Saint-Jean (l'UAF 095-51 n'a pas été analysée). Il s'agit d'un vaste territoire échantillon s'étendant jusqu'à la limite nordique d'attribution et jusqu'au territoire couvert par l'Entente Cris-Québec sur la foresterie (Paix des Braves) au Nord-Ouest (figure 6 et tableau 1). Ce territoire, situé dans les sous-domaines de la sapinière à bouleau blanc de l'Est et de la pessière à mousses de l'Est, a été choisi en raison de sa représentativité et de sa relative uniformité du point de vue de l'écologie, de même qu'en raison de son importance sur le plan du développement économique.

Figure 6. Localisation des UAF analysées

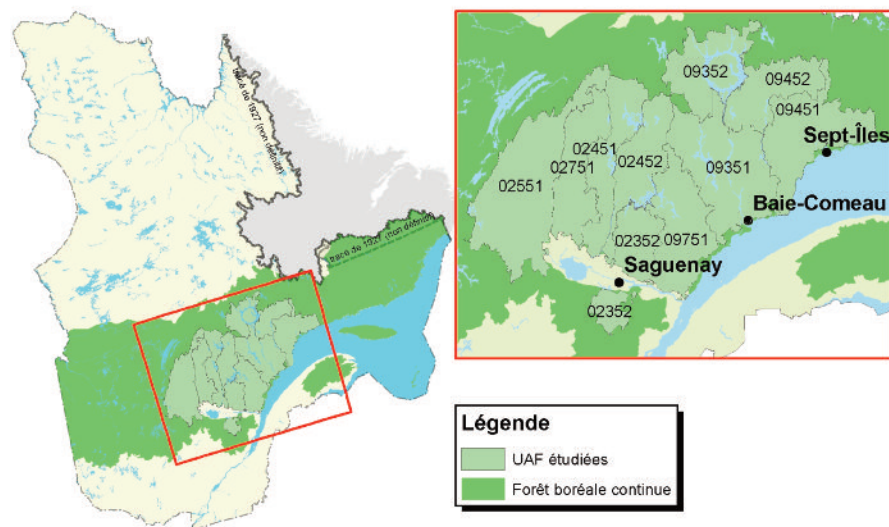


Tableau 1. Portrait sommaire des UAF analysées²¹

UAF	Superficie totale (ha)	Eau (ha)	Superficie* destinée à la production forestière (ha)	Superficie* destinée à la production forestière (%)
023-52	1 041 617	91 420	817 726	86,1
024-51	1 198 150	151 630	761 302	72,7
024-52	1 168 744	136 766	826 949	80,1
025-51	2 753 789	224 741	2 029 365	80,2
027-51	1 273 774	93 848	903 728	76,6
093-51	2 242 077	273 098	1 263 816	64,2
093-52	1 314 201	252 870	579 854	54,6
094-51	1 483 006	132 929	631 155	46,7
094-52	976 834	107 735	596 075	68,6
097-51	1 549 774	150 850	952 702	68,1
Total	15 001 966	1 464 257	9 362 672	Moyenne : 69,2

* Excluant l'eau

Les analyses ont été produites à partir des données du CPF 2008-2013²¹ et de celles des trois inventaires décennaux en forêt publique québécoise²² dans le but de documenter, entre autres, la représentativité des vieilles forêts, la situation des landes forestières au Québec et la nature des superficies protégées. Les résultats de ces analyses apparaîtront dans les sections suivantes.

3. LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN FORÊT BORÉALE

Cette section traite des trois premiers critères de l'AFD du CCMF (1997) qui se rapportent à la dimension environnementale du développement durable : la conservation de la diversité biologique (Critère 1), le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers (Critère 2) et la conservation des sols et de l'eau (Critère 3).

3.1 LA CONSERVATION DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE (CRITÈRE 1)

Le premier des six critères d'AFD porte sur la conservation de la diversité biologique. Le MRNF a adopté une stratégie en trois volets pour rencontrer ce critère : la protection intégrale de certains écosystèmes par la mise en place d'un réseau d'aires protégées; l'adoption de stratégies d'aménagement et de pratiques sylvicoles qui visent le maintien de la biodiversité des territoires aménagés et l'application de mesures de protection particulières pour les espèces fauniques et floristiques menacées ou vulnérables. Pour évaluer l'état de la biodiversité des forêts québécoises, le ministère a mis au point neuf indicateurs²³ qui concernent la diversité des écosystèmes forestiers, la diversité des espèces qui y vivent et la diversité génétique. Pour l'instant, deux seuls indicateurs sont mesurés par le MRNF, soit la protection des écosystèmes forestiers exceptionnels et la protection des espèces menacées ou vulnérables.

Au Québec, « dans les zones sous aménagement, les enjeux de biodiversité sont surtout liés à la perte ou à la simplification d'attributs naturels importants. Les travaux de recherche menés jusqu'à maintenant permettent d'identifier les principaux enjeux de biodiversité qui se manifestent sous différentes formes dans chacune des régions du Québec. Ces enjeux de biodiversité sont : la raréfaction des forêts mûres et surannées, la raréfaction du bois mort, la modification de l'organisation spatiale des forêts, la simplification de la structure interne des peuplements, la modification de la composition végétale des forêts, les espèces nécessitant une attention particulière pour assurer leur maintien et l'intégrité des milieux riverains, humides et aquatiques » (CERFO, 2009).

Parmi ces enjeux, il est nécessaire de distinguer les éléments qui doivent être traités au niveau stratégique de ceux qui ne peuvent qu'être abordés sur le plan opérationnel. Comme les responsabilités du Forestier en chef se situent au niveau stratégique, c'est lors de la réalisation du CPF que ce type d'enjeux doit être pris en compte. Deux enjeux stratégiques seront intégrés par le Forestier en chef lors de la réalisation du CPF 2013-2018 : la raréfaction des forêts mûres et surannées et l'organisation spatiale des forêts. Le premier sera discuté dans les sections suivantes alors que le second représente un enjeu important dans la pessière. Lors du CPF 2008-2013, l'organisation spatiale a été prise en compte dans le cadre de l'OPMV 5 comme étant une mesure alternative à la coupe mosaïque (CMO) instaurée en 2001 visant la dispersion des coupes par unité territoriale de référence (UTR). Puisqu'il est désormais possible au BFEC de traiter l'information à référence spatiale dans les outils de calcul, le CPF 2013-2018 utilisera un modèle de dispersion des coupes.

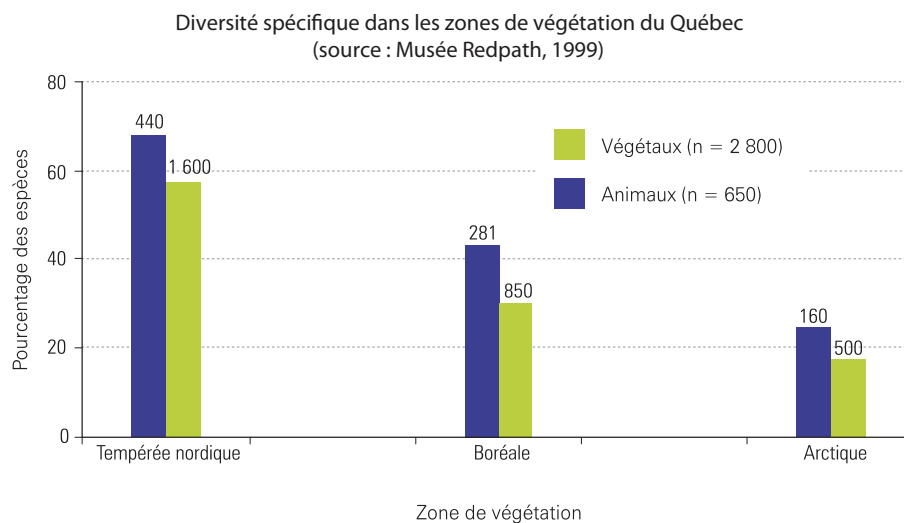
3.1.1 Quelques réflexions sur le concept de diversité biologique

Les enjeux liés à la conservation de la diversité biologique identifiés par CERFO (2009) ciblent particulièrement les zones forestières sous aménagement. Mais qu'en est-il de la situation des zones qui ne sont pas sous aménagement, qui représentent pourtant près de 64 % de la forêt boréale ? Il n'est pas possible de l'estimer pour l'instant, les données du CPF 2008-2013 n'ayant pas été prévues à cette fin. Cette partie de la forêt boréale qui n'est pas sous aménagement est complètement ignorée, bien qu'elle contribue, elle aussi, à la protection de la diversité biologique, que ce soit dans les UAF (zones d'exclusion territoriale) ou non. Pour le CPF 2013-2018, la situation sera partiellement différente car il sera alors possible de considérer l'ensemble de l'information géographique caractérisant les UAF. Par ailleurs, peu d'informations sont disponibles sur la forêt située au nord de la limite nordique d'attribution.

D'autre part, le concept de diversité biologique possède plusieurs dimensions, telles que la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces et la diversité génétique²³. Marcot (2007) rapporte qu'en 1998, Baydack et Campa avaient recensé 19 définitions de la biodiversité. Toutefois, toujours selon Marcot (2007), la plus générale vient de Noss et Cooperrider (1994), soit « *la variété de la vie et de ses processus* ». La *Convention sur la diversité biologique* définit la biodiversité comme « *la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie* » (OCDE, 2002).

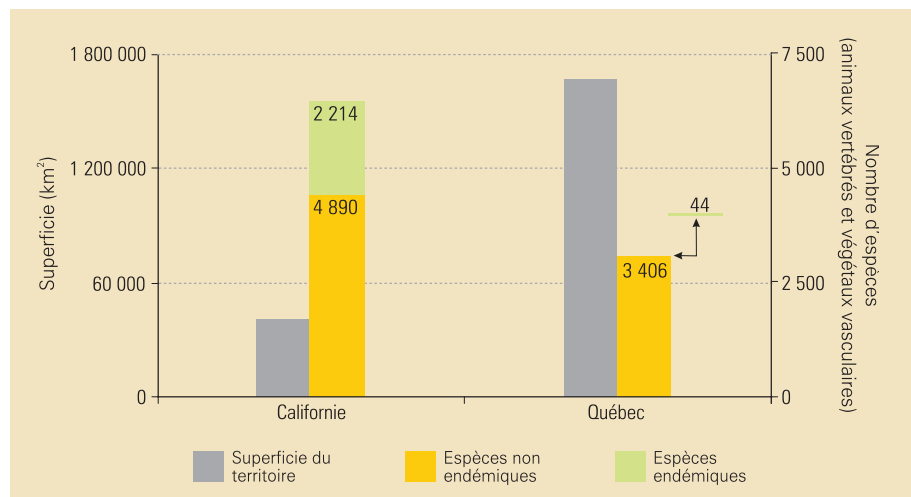
Depuis que l'écosystème forestier boréal s'est installé, il y a quelques milliers d'années à peine, relativement peu d'espèces y sont présentes, comparativement aux milieux situés plus au sud (figures 7 et 8 et tableau 2). Il faut se rappeler que la déglaciation du territoire québécois est survenue il y a environ 10 000 ans (Rowe et Payette, sd). Même s'il est possible que certaines forêts de la zone boréale échappent durant de longues périodes (plus de 500 ans) aux perturbations naturelles contribuant au remplacement des peuplements, les vieilles forêts ne sont pas caractéristiques de la zone boréale. Dans l'Est du Canada, les forêts ont généralement moins de 200 ans (SCF, 2009b).

Figure 7. Diversité spécifique dans les zones de végétation du Québec (Tardif *et al.*, 2005)



Au Québec, le facteur climatique est de première importance pour la diversité biologique qui s'amoindrit du sud vers le nord, autant pour les espèces animales que végétales (figure 7). En Californie, territoire refuge pour les espèces déplacées par la glaciation, se rencontrent deux fois plus de taxons qu'au Québec (végétaux vasculaires et animaux vertébrés), malgré une superficie quatre fois moindre (figure 8). Plus importante encore est l'évidente différence du nombre d'espèces endémiques, c'est-à-dire dont l'aire de distribution naturelle (ne résultant pas du transport par l'homme) ne s'étend pas au-delà des limites du territoire (Tardif *et al.*, 2005).

Figure 8. Biodiversité comparée du Québec et de la Californie (Tardif *et al.*, 2005)



D'après le bilan provisoire de la biodiversité qu'il a établi pour le Québec²⁴, le professeur André Francoeur mentionne que « la biodiversité qu'on retrouve à l'échelle de notre territoire offre même un avantage marqué par rapport à celle d'une forêt tropicale. Chez nous, les populations sont beaucoup plus gigantesques que dans la forêt tropicale (tableau 2). C'est pourquoi, lorsqu'on détruit une parcelle de cette forêt, les probabilités de faire disparaître à jamais certaines espèces sont énormes, ce qui n'est pas le cas dans le nord ». « Bien entendu, c'est dans les forêts tropicales qu'on trouve le plus grand nombre d'espèces, puisqu'il s'agit de milieux stables depuis des millions d'années, où règnent des conditions climatiques favorables à longueur d'année. Un tel milieu favorise la grande spécialisation des organismes, de sorte que, sur un quelconque kilomètre carré, on y trouve souvent des espèces uniques au monde. Ainsi, lorsqu'on procède à une coupe à blanc dans une forêt québécoise, les espèces qui disparaissent en même temps finissent par revenir ».

Tableau 2. Évaluation du nombre d'espèces d'après le Bilan provisoire de la biodiversité au Québec²⁴

	Québec (1)	Canada	Biosphère (2)	Importance relative (%) (1 p/r 2)
Vertébrés	638	1 856	42 580	1,5
Invertébrés	22 100	39 500	987 400	2,2
Plantes	3 350	5 010	248 430	1,3
Champignons	2 150	6 200	46 900	4,6

Au Québec, d'après la littérature scientifique, il semble qu'on ne puisse associer la disparition d'une espèce quelconque aux coupes forestières (Gagnon, 2008). Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN)²⁵, il n'y aurait pas de menace en cours sur le plan de la diversité biologique au Québec, incluant la forêt boréale continue, alors que la portion nord de la province serait dans un état stable. D'autre part, Tardif *et al.* (2005) mentionnent que la forêt boréale du Québec est beaucoup moins riche que la forêt tempérée nordique au point de vue de la diversité biologique. Néanmoins, pour ce qui est des espèces déclarées en danger ou vulnérables telles que le caribou forestier, des mesures importantes sont prises par le gouvernement du Québec pour les protéger²⁶.

3.1.2 À propos des vieilles forêts

La conservation de la diversité biologique, particulièrement en ce qui a trait aux forêts mûres et surannées, a été largement documentée dans la littérature scientifique québécoise et a fait l'objet d'une attention constante de la part des médias lors de pressions exercées par des groupes environnementaux ces dernières années. Dans le langage courant, ces forêts sont généralement désignées sous l'appellation de « vieilles forêts ». Ce sujet a été abondamment traité dans l'avis du CEF (2008), particulièrement en ce qui a trait à leur raréfaction; un des enjeux de biodiversité identifiés au Québec. Le Forestier en chef n'a pas l'intention de présenter une nouvelle revue de littérature concernant le sujet, les avis du CEF (2008 et 2009) présentent une documentation relativement complète sur la question.

La définition exacte d'une vieille forêt n'est pas établie clairement par la communauté scientifique, laquelle devrait convenir d'un consensus sur le sujet. Par delà les nuances, le BAFD (BFEC, 2010) précise que le stade de « vieilles forêts » correspond au moment où l'on observe le début de la mortalité dans une strate initiale issue de perturbations, accompagnée d'un recrutement de nouvelles tiges en sous-étage. Les « vieilles forêts » se caractérisent entre autres par la présence de chicots, de débris ligneux au sol et d'une structure verticale plus étagée, composée surtout d'espèces tolérantes à l'ombre.

Huybens (2010) a développé des définitions conceptuelles permettant des distinctions intéressantes à propos des représentations de la forêt :

- « **La forêt primaire** est une forêt naturelle pratiquement non influencée par les activités humaines. Elle peut avoir fait l'objet de perturbations naturelles importantes. Les forêts primaires peuvent être jeunes, en plein développement ou matures ».
- « **La forêt naturelle** est une forêt qui a évolué et s'est renouvelée naturellement à partir d'organismes déjà sur place et sur laquelle l'activité humaine n'a pas eu d'effet majeur. Cette définition issue du Dictionnaire de la foresterie (OIFQ, 2000) introduit une confusion avec la forêt primaire. Nous ajouterons donc l'élément suivant pour les distinguer : suite à des perturbations anthropiques de grande envergure, les forêts naturelles sont celles qui se sont régénérées d'elles-mêmes, ce qui est le cas pour 80 % de la superficie coupée au Québec, mais elle ne sera plus jamais primaire ».

- « **La forêt ancienne ou vieille forêt** est constituée d'arbres dont l'âge dépasse ce que l'on retrouve habituellement ailleurs. Les vieilles forêts peuvent être primaires, naturelles ou issues de plantation ».
- « **La forêt plantée** est une forêt artificielle : elle existe grâce à l'action de l'humain qui a planté des arbres là où il en avait prélevés ou bien là où il n'y en avait pas ou plus ».

Oliver (2009) est venu préciser quant à lui qu'il n'y a pas qu'une seule définition parce que les conditions écologiques et les perspectives sociales sont trop diverses. Du point de vue de l'écologie, une vieille forêt est généralement décrite comme étant dans les derniers stades de développement, avec une complexité de structures et une hétérogénéité. Mais, la forêt doit être vue comme un système continu qui change constamment.

Les scientifiques canadiens ne considèrent pas la forêt boréale comme ancienne, car elle fait l'objet de perturbations naturelles continues qui font partie d'un cycle écologique contribuant, « théoriquement », à son renouvellement (SCF, 2009b). Nous verrons plus loin que ces perturbations peuvent également entraîner une déforestation naturelle.

Huybens (2010) note que « *Greenpeace* (et probablement les autres groupes qui se portent à la défense de la forêt boréale) se bat pour les forêts intactes auxquelles on donne les attributs des vieilles forêts, en fait comme si toutes les forêts primaires étaient vieilles... ».

Le Forestier en chef n'adhère pas entièrement aux distinctions élaborées par Huybens (2010) et conclut que la polémique se situe particulièrement au niveau de la protection des vieilles forêts dites primaires. Afin d'avoir une meilleure vision de cet écosystème, des analyses ont été réalisées pour deux régions où une bonne proportion de la forêt boréale peut être qualifiée de vieille et de primaire. Historiquement, les UAF analysées dans les régions de la Côte-Nord et du Saguenay–Lac-Saint-Jean ont été relativement peu perturbées par l'homme par rapport aux régions plus méridionales si bien que l'on peut juger que ces forêts sont plutôt issues, du moins en très grande partie, de perturbations naturelles.

3.1.3 Combien reste-t-il de vieilles forêts primaires ?

L'importance relative des superficies des peuplements mûrs et surannés dans la forêt publique sous aménagement est demeurée relativement stable à l'échelle de la province depuis le premier inventaire décennal d'aménagement réalisé dans la décennie 1970 (figure 9) (MRNF, 2009a). La composition de ces peuplements s'est toutefois modifiée dans le temps. Pour ce qui est de la portion de la forêt boréale qui nous intéresse particulièrement, la figure 10 montre que l'importance relative de la superficie des peuplements mûrs et surannés est demeurée stable depuis le premier inventaire décennal pour le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Est. Toutefois, une diminution de 8 % est observée depuis le premier inventaire dans le cas du sous-domaine de la pessière à mousses de l'Est (figure 11).

Figure 9. Répartition des superficies présentées par stades de développement subdivisés en types de couvert, de la forêt publique sous aménagement. Comparatif entre les 3 premiers inventaires décennaux d'aménagement (décennie 1970 aux années 2000) (MRNF, 2009a)

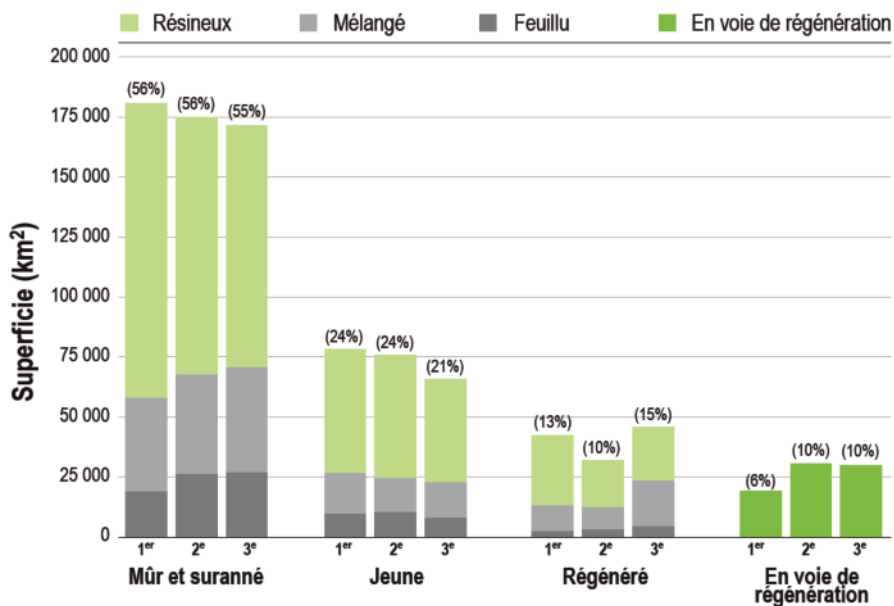


Figure 10. Répartition des superficies présentées par stades de développement subdivisés en types de couvert, de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (SaBbE). Comparatif entre les 3 premiers inventaires décennaux d'aménagement (décennie 1970 aux années 2000) (MRNF, 2009a)

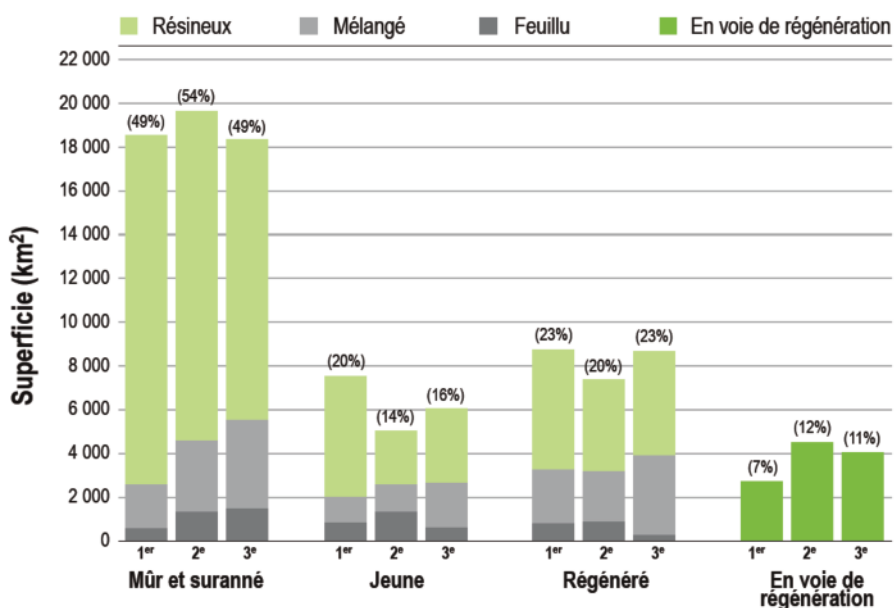
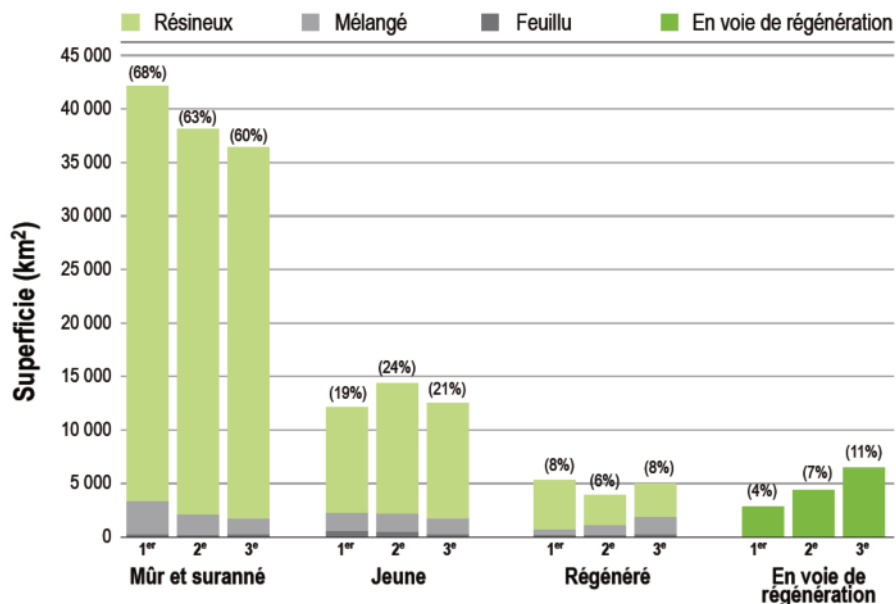


Figure 11. Répartition des superficies présentées par stades de développement subdivisés en types de couvert, de la pessière à mousses de l'Est (EEE). Comparatif entre les 3 premiers inventaires décennaux d'aménagement (décennie 1970 aux années 2000) (MRNF, 2009a)



L'information forestière disponible à partir des inventaires d'aménagement forestier est la meilleure que le Forestier en chef soit en mesure d'utiliser à ce jour, à laquelle s'ajoutent de nouvelles connaissances issues du milieu de la recherche. Dans ce contexte, pour discuter des vieilles forêts, les classes d'âge de la cartographie forestière représentent l'information la plus fiable disponible actuellement. Le Forestier en chef considère que les superficies des classes d'âge de 90 ans et plus (des peuplements d'arbres de plus de 80 ans) en forêt boréale, correspondant aux forêts mûres et surannées, constituent, à défaut d'une meilleure information, la meilleure représentation de la situation des « vieilles forêts boréales » (Pinna *et al.*, 2009; Comité d'experts sur les solutions, 2009; Table des partenaires, 2009).

Le Forestier en chef a cherché à connaître ce qu'il en est réellement de la situation des vieilles forêts en exploitant les informations disponibles. Des analyses ont été réalisées pour chacune des 10 régions administratives du MRNF, ainsi qu'au niveau provincial (tableau 3). De plus, l'exercice a été réalisé à l'échelle de 10 UAF situées en forêt boréale, dans les régions de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-Saint-Jean (tableau 4).

Portraits régionaux

Sur le plan de la composition forestière, les données du CPF 2008-2013 permettent de distinguer les types de couvert et les proportions de forêts résineuses qui sont associés aux classes d'âge déterminées lors de la cartographie du dernier inventaire décennal disponible, ce qui peut varier en fonction des régions et/ou des UAF. On constate que les proportions de forêts âgées de 90 ans et plus varient significativement selon les régions du Québec (tableau 3).

Tableau 3. Types de couvert et vieilles forêts selon les régions administratives du MRNF (Source : données du CPF 2008-2013)

Régions MRNF	Feuillus (%)	Mélangés (%)	Résineux (%)	Résineux 90 + (%)	Résineux 70 + (%)	Toutes essences 90 + (%)	Toutes essences 70 + (%)
01	15,4	32,2	52,4	5,9	21,0	11,6	45,3
02	8,0	18,1	73,9	33,0	42,5	37,7	55,3
03	8,7	41,8	49,5	8,9	18,0	20,4	47,3
04	21,7	40,0	38,3	8,1	20,5	24,7	60,1
06	32,5	43,3	24,1	6,2	12,4	40,7	70,6
07	38,8	36,5	24,7	10,6	15,2	51,6	77,4
08	13,4	24,9	61,7	19,2	31,9	35,4	58,5
09	0,5	8,7	90,8	55,2	61,2	57,3	65,6
10	0,6	8,7	90,7	39,6	50,5	42,1	54,8
11	6,4	17,6	76,0	12,7	31,2	39,6	50,5
Québec	11,9	22,4	65,7	27,3	37,1	38,9	59,3

Le tableau 3 montre que six régions sont composées de forêts à dominance de résineux, dans des proportions variant entre 52,4 et 90,8 %. La proportion de forêts résineuses âgées de plus de 90 ans qu'on y trouve se situe entre 5,9 et 55,2 % alors que celle de plus de 70 ans varie entre 21,0 et 61,2 %. Les régions du Bas-Saint-Laurent (01) et de la Côte-Nord (09) représentent les extrêmes observés. Les proportions minimales sont associées à la région du Bas-Saint-Laurent (01) dont les forêts résineuses ont été fortement affectées par l'importante épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) des années 1980 en raison de la forte proportion de sapin, ainsi qu'en raison de la réalisation d'importants travaux de récupération de bois qui s'en est suivie. Par opposition, les proportions maximales de vieilles forêts se retrouvent sur la Côte-Nord.

Paradoxalement, l'analyse permet aussi d'observer que les régions où les quantités de vieilles forêts résineuses (classes de 90 ans et plus, selon l'âge cartographique) sont les plus importantes sont le Saguenay–Lac-Saint-Jean (02), la Côte-Nord (09) et le Nord-du-Québec (10), soit trois grandes régions de la forêt boréale, laquelle est au cœur de l'actuel débat environnemental sur la raréfaction des vieilles forêts. Dans le cas de l'Abitibi-Témiscamingue (08), autre grande région de la forêt boréale, le pourcentage de vieilles forêts est beaucoup moins élevé, quoique également important, que dans les trois régions précédentes, probablement en raison de la fréquence et de l'importance des feux de forêt qu'on y rencontre.

Il est important de noter qu'en considérant les forêts résineuses des classes d'âge de 70 ans et plus (peuplements d'arbres de plus de 60 ans), les pourcentages de vieilles forêts s'en trouvent nettement plus élevés pour toutes les régions du Québec, laissant entrevoir du même coup que la présence des vieilles forêts pourrait s'en trouver plus significative dans le futur à moins que des perturbations d'importance viennent renverser les prévisions.

Au niveau provincial, c'est 27,3 % du territoire destiné à la production forestière lors du CPF 2008-2013 qui est composé de forêts résineuses de plus de 90 ans et 37,1 % de plus de 70 ans.

Selon les données disponibles, les régions de Québec–Chaudière-Appalaches (03), de la Mauricie (04) et de la Gaspésie (11), composées en partie de forêt boréale, présentent des proportions relativement plus faibles de vieilles forêts résineuses probablement en raison de l'impact marqué de la dernière grande épidémie de TBE (tableau 3).

Portrait de 10 UAF de la Côte-Nord et du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Le Forestier en chef a aussi examiné la situation de 10 UAF situées dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean (02) et de la Côte-Nord (09) où l'attention des ONG semble davantage concentrée. Le tableau 4 montre que les 10 UAF ciblées sont composées de forêts à dominance d'essences résineuses, dans des proportions variant entre 67,4 et 97,5 %. La proportion de forêts résineuses des classes d'âge de 90 ans et plus se situe entre 23,1 et 84,8 % et celles des classes de 70 ans et plus, entre 33,2 et 87,2 %. Les plus faibles pourcentages se trouvent dans l'UAF 023-52, dont près de 70 % de la superficie est localisée dans la sapinière à bouleau blanc²⁷ où l'âge moyen de révolution devrait plutôt être fixé autour de 70 ans (longévité plus faible du bouleau blanc par rapport à l'épinette), ce qui permet d'y confirmer également une importante proportion de vieilles forêts.

Tableau 4. Proportions des types de couvert et des vieilles forêts dans les UAF analysées
(Source : données du CPF 2008-2013)

UAF	Types de couvert			Vieilles forêts (classes d'âge cartographique)			
	Feuillus (%)	Mélangés (%)	Résineux (%)	Résineux 90 + (%)	Résineux 70 + (%)	Toutes essences 90 + (%)	Toutes essences 70 + (%)
023-52	9,6	23,0	67,4	23,1	33,2	29,4	50,3
024-51	5,5	14,2	80,4	48,8	59,1	52,3	71,4
024-52	3,2	12,9	83,9	46,7	56,4	49,4	65,4
025-51	5,3	17,7	77,0	31,1	38,5	35,3	46,1
027-51	5,5	15,9	78,6	33,3	44,2	37,8	54,2
093-51	0,0	8,8	91,2	46,5	53,4	48,1	56,8
093-52	0,0	4,5	95,5	66,3	68,7	69,6	72,8
094-51	0,0	5,2	94,8	70,0	78,0	70,7	80,1
094-52	0,0	2,5	97,5	84,8	87,2	86,4	89,4
097-51	2,1	18,6	79,3	27,3	35,6	30,8	45,2
Moyenne	3,1	12,3	84,6	47,8	55,4	51,0	63,2

Variation dans la composition du couvert forestier (1970-2005)

Puisque cette information sert de référence à l'application du concept d'aménagement écosystémique, il est opportun de se questionner sur l'évolution du couvert résineux dans le temps. Une analyse des données des trois programmes d'inventaire forestier (1970-1977, 1978-1988 et 1992-2005)²² en montre un aperçu. Pour les trois inventaires décennaux, le tableau 5 présente les pourcentages de couvert résineux par rapport à la superficie forestière des UAF. Rappelons toutefois que la récolte forestière s'est vraiment intensifiée à partir des années 80, à la suite de la dernière épidémie de TBE et conséquemment à un développement important de la mécanisation de la récolte en forêt ainsi qu'à l'expansion rapide de l'industrie du sciage.

Tableau 5. Proportion de couvert résineux par période dans les UAF analysées²²

UAF	1970-1977 (%)	1978-1988 (%)	1992-2005 (%)	Tendance 1970 – 2005 (%)	CPF 2008-2013 ²⁸
023-52	68,6	53,7	53,8	- 14,8	67,4
024-51	78,3	75,1	72,0	- 6,3	80,4
024-52	82,8	75,8	75,1	- 7,7	83,9
025-51	76,2	74,8	69,0	- 7,2	77,0
027-51	74,9	66,6	64,2	- 10,7	78,6
093-51	71,5	73,8	69,0	- 2,5	91,2
093-52	85,6	71,6	76,5	- 9,1	95,5
094-51	86,4	87,9	85,8	- 0,6	94,8
094-52	89,5	92,9	93,1	+ 3,6	97,5
097-51	72,8	60,5	56,9	- 15,9	79,3
Moyenne	78,7	73,3	71,5	- 7,2	84,6

Le tableau 5 illustre la diminution de la superficie du couvert résineux dans le temps, par rapport au premier inventaire décennal, à l'exception du cas de l'UAF 094-52. Cette diminution est vraisemblablement due en grande partie à la dernière épidémie de TBE qui a causé la mortalité d'importantes quantités de tiges résineuses, principalement chez le sapin baumier, fournissant ainsi une occasion aux tiges feuillues de prendre la place dans les peuplements (Duchesne et Ouimet, 2008a et 2008b). Cette substitution a probablement été accentuée par les opérations de récupération du bois mort ou déperissant qui ont suivi cette épidémie. La proportion de couvert résineux du territoire destiné à la production forestière considérée dans le CPF 2008-2013 apparaît à titre indicatif.

Variation de la proportion des vieilles forêts résineuses (1970-2005)

Le tableau 6 présente, pour chacune des UAF analysées, l'évolution des superficies de forêts résineuses des classes d'âge de 90 ans et plus, compilées à partir des trois inventaires d'aménagement forestier²². Précisons d'abord que l'inventaire de 1970-1977 décrit assez bien la proportion de telles forêts avant la période industrielle dans la partie nord de la province (Pinna *et al.*, 2009). À défaut d'une meilleure information, on peut comprendre que les données de cette période présentent la meilleure description disponible sur la forêt préaménagée dans le territoire étudié. De plus, elles présentent l'avantage de prendre en compte les conséquences historiques des épidémies de TBE. On y remarque une grande variation (de 35,1 à 76,7 %) de la proportion des vieilles forêts (classes d'âge de 90 ans et plus) entre les UAF. Encore une fois, l'UAF 023-52 présente le plus faible pourcentage puisqu'elle fait partie, à près de 70 %, de la

sapinière à bouleau blanc²⁷ où l'âge de révolution moyen devrait se situer vers 70 ans. La proportion de vieilles forêts résineuses du territoire destiné à la production forestière considérée dans le CPF 2008-2013 apparaît à titre indicatif.

Tableau 6. Variation par période de la proportion de couvert résineux de vieilles forêts (classes d'âge de 90 ans et plus)²²

UAF	1970-1977 (%)	1978-1988 (%)	1992-2005 (%)	Tendance 1970 – 2005 (%)	CPF 2008-2013 ²⁸
023-52	35,1	25,5	20,2	- 14,9	23,1
024-51	50,1	49,6	47,4	- 2,7	48,8
024-52	65,0	55,9	49,5	- 15,5	46,7
025-51	52,3	43,4	35,7	- 16,6	31,1
027-51	49,5	41,7	34,7	- 14,8	33,3
093-51	56,7	53,2	48,1	- 8,6	46,5
093-52	53,0	66,4	67,9	+ 14,9	66,3
094-51	63,2	61,5	64,3	+ 1,1	70,0
094-52	76,7	79,8	86,4	+ 9,7	84,8
097-51	45,2	37,4	25,2	- 20,0	27,3
Moyenne	54,7	51,4	47,9	- 6,8	47,8

Pour chacune des UAF, on note une variation de la proportion de vieilles forêts dans le temps. Cette dernière peut s'expliquer, d'une part, par les perturbations naturelles dont les feux de forêt et les épidémies de TBE. D'autre part, elle est aussi attribuée à la coupe forestière pratiquée après les années 1970, même si, de 1970 à 1977, le niveau de récolte se situait autour de 60 à 70 % de la possibilité forestière. Enfin, sans en apprécier pour le moment l'incidence, les écarts constatés entre le premier et le troisième inventaire décennal dans ces 10 UAF montrent que le pourcentage de vieilles forêts résineuses (classes de 90 ans et plus) a généralement diminué depuis 1970, sauf pour trois UAF de la Côte-Nord.

3.1.4 Enjeux de composition et de structure des peuplements

La structure et la composition d'un peuplement forestier sont des paramètres importants dans la caractérisation de l'écosystème. En 2003, le MRNF avait identifié dix enjeux de composition²⁹ et un enjeu relatif à la structure interne des peuplements³⁰ pouvant s'appliquer dans les différentes régions du Québec (MRNF, 2003; Grondin et Cimon, 2003). Les actions à prendre dans le CPF 2008-2013 et lors de la mise en œuvre de la stratégie d'aménagement visant à répondre aux enjeux retenus pour chaque UAF étaient aussi précisées dans un document de mise en œuvre (MRNF, 2005)³¹.

En 2004, la Commission Coulombe rapportait que l'aménagement forestier des dernières décennies a provoqué des changements importants dans la structure et la composition de la forêt (CEGFPQ, 2004), en admettant toutefois que les perturbations et la sénescence des peuplements aient pu aussi contribuer à ces changements. L'étude de Duchesne et Ouimet (2008a et 2008b) révèle plutôt que la coupe forestière n'est pas la principale cause des changements de composition observés dans les forêts. Les auteurs mentionnent que la dernière épidémie de TBE, entre 1972 et 1986, est la principale responsable des changements de composition remarqués au cours des dernières décennies et que l'« *enfeuilletement* » du territoire est principalement la résultante de la dynamique de succession suivant cette infestation.

Les principaux paramètres qui régissent la dynamique des forêts sont la croissance, la mortalité, le recrutement et la récolte (Duchesne et Ouimet, 2008a). Ces derniers affirment que la mortalité des arbres causée par la récolte est 2,6 fois moins importante que celle due à des causes naturelles. Dans l'ensemble de la forêt boréale nord-américaine, les feux de forêt et les coupes totales représentent les perturbations sévères les plus communes (Brassard et Chen, 2010). Cependant, les chablis et les infestations d'insectes sont aussi des perturbations majeures courantes entraînant le remplacement des peuplements mais ils ne génèrent pas les mêmes dynamiques que les feux de forêt. Toutefois, Brassard et Chen (2010) ont observé que les peuplements issus d'une coupe totale et ceux issus d'un feu de forêt finissent par avoir la même structure et la même composition en fin de succession. Ceci confirme que la coupe totale est une pratique compatible avec l'approche écosystémique.

En ce qui concerne la forêt boréale, certains enjeux de composition identifiés doivent être pris en compte lors de la détermination des stratégies d'aménagement. Cependant, leur interprétation doit être faite avec prudence et en invoquant les bonnes raisons. Ainsi, l'augmentation des feuillus de lumière, phénomène appelé plus couramment « *enfeuilletement* » est attribuable à deux perturbations distinctes. Dans un cas, l'apparition du peuplier faux-tremble est souvent associée aux opérations de récolte forestière qui perturbent le sol et ouvrent le couvert forestier, créant ainsi des conditions favorables à la prolifération de l'espèce. Une fois installé, le peuplier faux-tremble s'étend rapidement grâce au drageonnement. Les travaux de Fortin (2008) démontrent clairement que le tremble est une espèce dont la présence s'étend sur le territoire et qu'elle doit davantage être considérée comme une espèce en expansion plutôt qu'une espèce de transition.

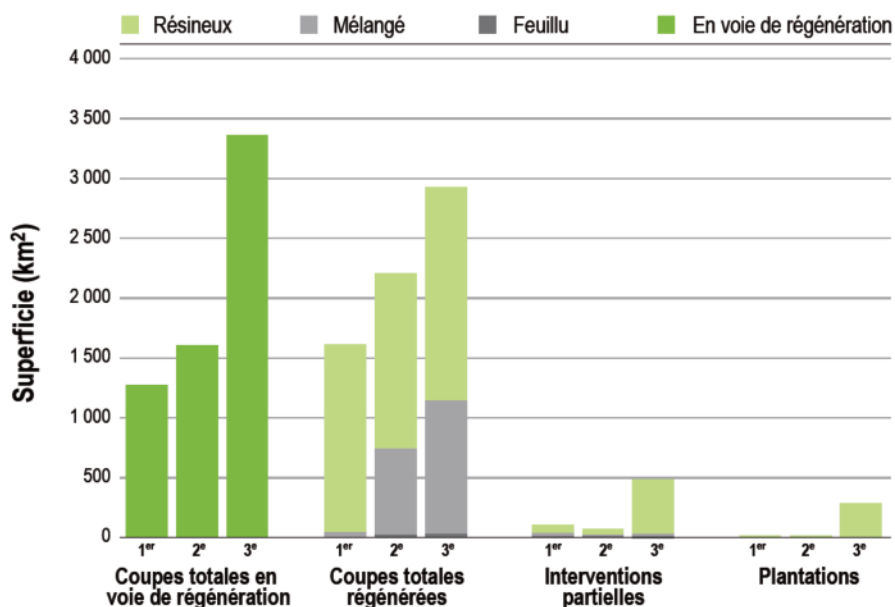
Par ailleurs, l'« *enfeuilletement* » a aussi été constaté suite à la dernière épidémie de TBE en forêt boréale où des essences feuillues de lumière ont remplacé les résineux (sapin baumier et épinette blanche) affectés par la défoliation (Duchesne et Ouimet, 2008a et 2008b); ce qui explique probablement aussi l'enjeu de composition associé à la raréfaction de l'épinette blanche dans les sapinières boréales. L'« *ensapinage* » ou l'augmentation du sapin en forêt boréale est aussi consécutive à l'épidémie de TBE. Suite à un stress, le sapin s'emploie à produire beaucoup de semences pour se reproduire et les graines trouvent plus facilement un lit de germination adéquat que l'épinette.

Les deux autres enjeux de composition qui nous apparaissent des plus pertinents en forêt boréale sont l'augmentation des éricacées et l'expansion des milieux ouverts à lichens dans le domaine de la pessière à mousses. Alors que le premier peut effectivement être lié aux interventions d'aménagement, il semble, selon la littérature scientifique, que les perturbations naturelles soient aussi en cause, ce qui est réellement le cas pour le second. Bien que reconnaissant que ces deux aspects puissent présenter des enjeux de diversité biologique, le Forestier en chef s'inquiète plutôt de leurs répercussions sur le 2^e critère d'AFD, le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers.

Modification dans la composition du couvert forestier dominant, suite à des perturbations

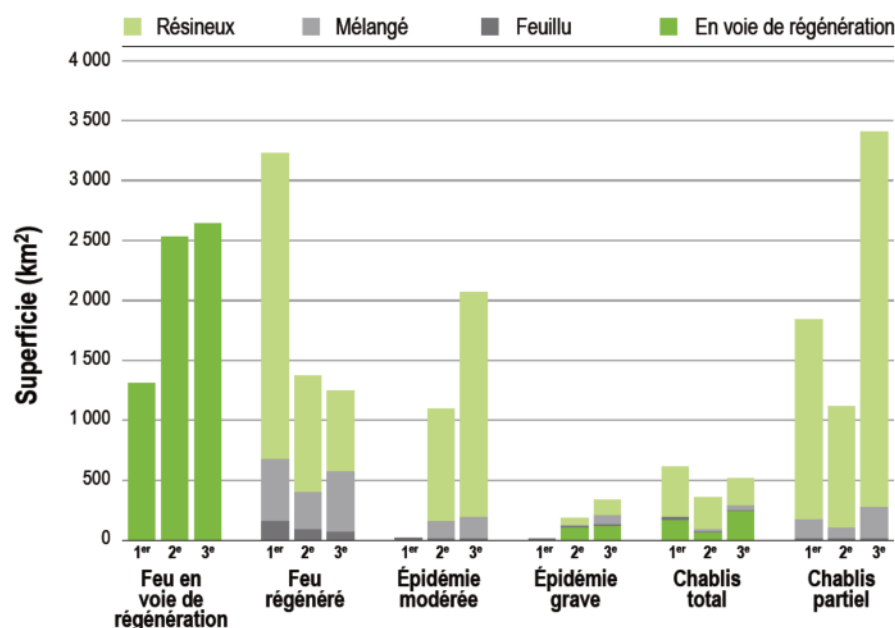
Dans le sous-domaine de la pessière à mousses de l'Est, l'importance des superficies de coupes totales en voie de régénération et des coupes totales régénérées ont beaucoup augmenté avec le temps, de même que celles des interventions partielles et des plantations (figure 12).

Figure 12. Superficies des activités d'aménagement présentées par types de couvert, de la pessière à mousses de l'Est (EEE) (MRNF, 2009a)



Les superficies en voie de régénération dont l'origine est le feu ont augmenté entre le 1^{er} et le 3^e inventaire d'aménagement. L'inverse s'est produit dans le cas des superficies régénérées après feu. Les superficies affectées par les épidémies modérées et graves, qui étaient très faibles au 1^{er} inventaire, ont pris de l'ampleur au 2^e, et encore plus au 3^e en raison de la défoliation répétée des arbres par la TBE. Les superficies affectées par le chablis total ont diminué entre le 1^{er} et le 2^e inventaire, pour augmenter entre le 2^e et le 3^e. Le même phénomène s'est produit dans le cas des superficies affectées par le chablis partiel, mais les superficies sont plus importantes (figure 13) (MRNF, 2009a).

Figure 13. Superficies des perturbations naturelles par types de couvert, de la pessière à mousses de l'Est (EEE) (MRNF, 2009a)



Les portraits de la forêt publique sous aménagement et de la sapinière à bouleau blanc de l'Est apparaissent dans les compléments d'information à la note 32.

3.2 LE MAINTIEN ET L'AMÉLIORATION DE L'ÉTAT ET DE LA PRODUCTIVITÉ DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS (CRITÈRE 2)

L'état d'un écosystème s'évalue en mesurant les effets et l'ampleur des perturbations naturelles et anthropiques qui l'affectent (feux, épidémies, maladies, précipitations acides, changements climatiques, coupes, construction de réseaux routiers, activités sylvicoles, etc.). La productivité d'un écosystème correspond à sa capacité de produire de la biomasse végétale et animale, la production de bois marchand ne constituant qu'une fraction de la productivité totale de l'écosystème³³.

Le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers dépendent de leur capacité à résister et à récupérer après des perturbations ponctuelles comme les feux, ou chroniques comme les précipitations acides. Parfois, les perturbations affectent les écosystèmes au-delà de leur capacité de récupération (résilience), ce qui modifie à long terme leurs composantes et leurs processus vitaux de renouvellement. L'aménagement durable des forêts doit donc tenir compte de tous les facteurs qui influencent leur variabilité naturelle³³. Le MRNF a identifié neuf indicateurs³⁴ pour évaluer l'état, la résilience et la productivité des écosystèmes forestiers, dont quatre sont actuellement mesurés, soit les procédés de récolte et la fertilité des sols, les superficies affectées par les feux de forêt, les insectes et les maladies ainsi que les précipitations acides et les écosystèmes forestiers. Quant à Grenon *et al.* (2010), ils ne mentionnent pas d'enjeux liés à ce critère.

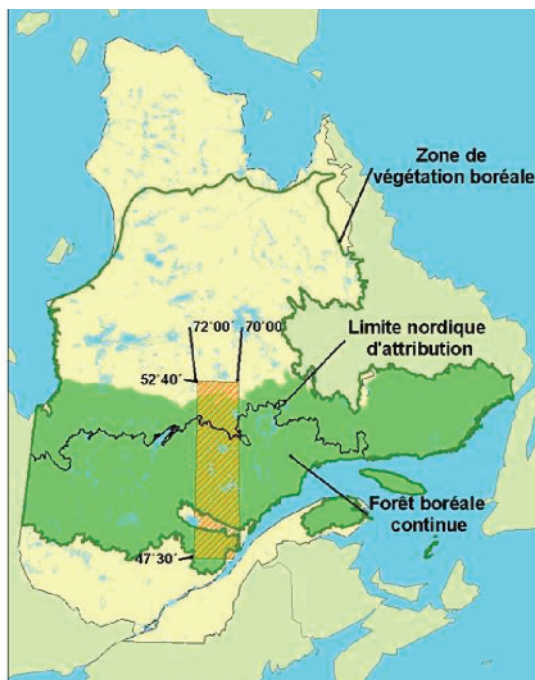
3.2.1 La dynamique naturelle de la pessière à mousses de l'Est

Les travaux de recherche réalisés par les équipes du Centre d'études nordiques (CEN) et de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) sont préoccupants en forêt boréale où la pessière à mousses représente un écosystème prépondérant, principalement dominé par l'épinette noire, espèce unique au continent nord-américain (Heinselman, 1965; Gagnon, 1988; Viereck et Johnston, 1990; Farrar, 1995) et absente de façon naturelle ailleurs (Gagnon et Morin, 2001). La pessière noire du Québec possède trois caractéristiques principales :

1. elle est composée de peuplements largement dominés par l'épinette noire;
2. ces formations continues couvrent de grandes superficies d'un seul tenant et,
3. ces peuplements naturels sont issus de perturbations, en l'occurrence principalement d'incendies forestiers (Gagnon et Morin, 2001).

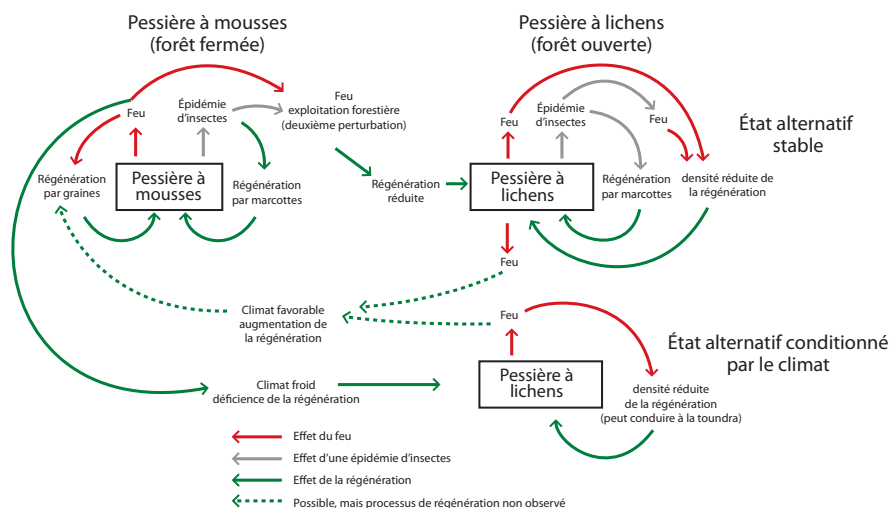
L'étude de Girard *et al.* (2008a) portant sur un territoire de 112 000 km² en zone boréale (figure 14) démontre que 9 % de la superficie occupée jadis par des forêts denses fermées d'épinette noire a cédé la place à des landes forestières. « *Depuis les 50 dernières années, la superficie occupée par des forêts denses fermées a subi une décroissance dramatique. [...] Le feu est de loin la principale perturbation, réduisant la capacité de la forêt fermée de se régénérer d'elle-même, peu importe la latitude. Étant donné le passage d'une forêt dense à ouverte, la partie nordique de la forêt dense fermée suit un processus de changement dramatique vers une dominance de landes boisées nordiques* » (Girard *et al.*, 2008a).

Figure 14. Territoire étudié par Girard *et al.* (2008a)



Dès l'an 2000, Payette *et al.* ont observé que « la transformation de la pessière à mousses, en pessière à lichens, semblait attribuable à l'incidence de deux perturbations en rafale, c'est-à-dire le passage d'un incendie dans une pessière à mousses affaiblie par une infestation d'insectes défoliateurs. Nos données soulignent la fragilité écosystémique de la pessière à mousses, au cœur même de la forêt boréale commerciale ». La figure 15 illustre la dynamique de la transformation de la pessière à mousses fermée, en pessière ouverte à lichens, dans la forêt boréale continue, telle que schématisée par Jasinsky et Payette (2005).

Figure 15. La dynamique naturelle des forêts d'épinette noire (traduite de Jasinsky et Payette, 2005)

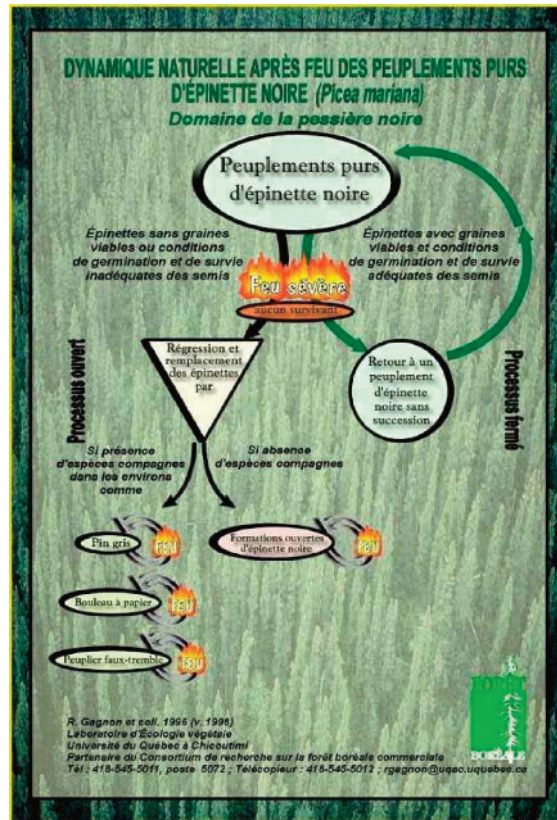


La fiche Recommandation du Forestier en chef intitulée *Remise en production des landes forestières dans le domaine de la pessière*³⁵ diffusée en décembre 2006, instaurait, dans le CPF 2008-2013, ce phénomène d'ouverture du milieu forestier (landes à éricacées et à lichens, brûlis non régénérés) dans le domaine bioclimatique de la pessière à mousses (figure 15). La présence de tels milieux, au cœur de la forêt boréale continue, résulte de séquences de perturbations provoquant la disparition du couvert forestier et l'absence ou la déficience de la régénération (Côté, 2003 et 2004; Gagnon et Morin, 2001; Payette *et al.*, 2000). Les connaissances acquises sur ces milieux ont permis de confirmer le potentiel de croissance (Côté, 2004), l'absence de contraintes hydriques (Hébert, 2004) et la disponibilité minérale (Girard, 2004), confirmant que ces superficies disposent de toutes les conditions pour supporter une forêt.

Depuis quelques années, les chercheurs de l'UQAC ont d'ailleurs alerté le MRNF à ce sujet (Gagnon *et al.*, 2002 et 2004). À l'instar de Girard *et al.* (2008a et 2008b) et de Payette et Delwaide (2003), ces auteurs ont confirmé que le couvert de la pessière à mousses fermée s'ouvre et qu'elle se transforme progressivement en forêt ouverte. Il est estimé qu'environ 30 % de la forêt boréale de la Côte-Nord présenterait actuellement ces caractéristiques. D'après les études de Lord et Boucher (2008), une forêt ouverte à lichens ou à éricacées ne se reconstitue pas et il n'y a aucune évidence à ce jour qu'elle puisse redevenir une forêt fermée, sans intervention humaine. Cette affirmation est illustrée à la figure 15 où il est clairement indiqué que le processus pourrait être réversible, mais qu'il n'a pas encore été observé (Jasinsky et Payette, 2005). Les phénomènes responsables de cette ouverture sont, pour l'est du Québec, dans une grande mesure attribués à la dynamique des épidémies d'insectes, surtout la TBE et, dans une moindre mesure, aux incendies; ces derniers y ayant une moindre occurrence que dans l'ouest de la province. En fait, selon Morin (1998) et Bouchard *et al.* (2008), plus le temps depuis le dernier feu augmente, plus les essences hôtes de la TBE sont présentes, particulièrement le sapin baumier. Payette et Delwaide (2003) évoquent une faible résilience de la forêt boréale suite à des perturbations rapprochées.

En forêt boréale, l'épinette noire dépend de sa banque aérienne de graines pour assurer sa régénération après feu (figure 16). La réduction de la quantité de cônes lors d'une épidémie de TBE ouvre une fenêtre de vulnérabilité pendant laquelle la régénération pourrait être compromise en cas de feu (Simard et Payette, 2005).

Figure 16. Dynamique naturelle des peuplements purs d'épinette noire après feu³⁶

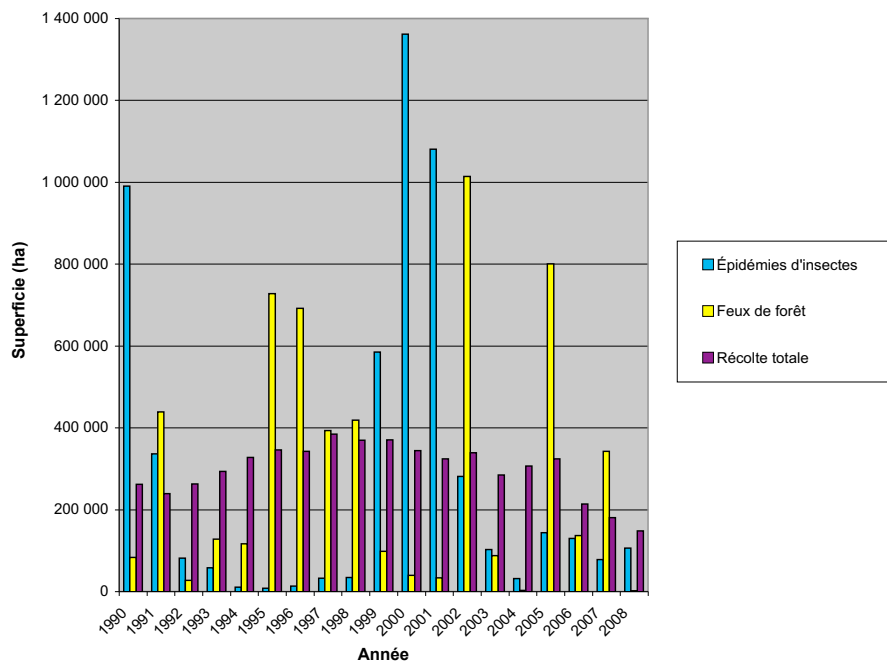


Cette ouverture du couvert, associée aux vieilles forêts où l'âge des arbres vétérans peut atteindre plus de 250 ans (Bouchard et Pothier, 2010), est particulièrement visée par l'Avis du CEF (2008) voulant qu'on protège notamment ce type de forêts à structure irrégulière. Il n'y a toutefois pas d'évidence pour autant que les forêts qui présentent plusieurs étages et classes d'âges aient été dans cet état auparavant, surtout en raison de la présence d'épidémies récurrentes de la TBE. Les recherches démontrent plutôt que ces forêts étaient fort probablement fermées à l'origine, il y a peut-être très longtemps, parce qu'elles résultaient d'incendies de forêt et qu'elles ont acquis cette structure inéquienne avec le temps, à la suite d'une série d'épidémies (Lord et Boucher, 2008; Morin *et al.*, 2008). Le cycle régulier de la TBE où l'on a connu trois épidémies successives au XX^e siècle, de même que l'augmentation de la gravité des dommages, possiblement à cause de l'accroissement de la présence du sapin baumier semblent être les principaux facteurs à l'origine de la pessière ouverte à lichens, combinés dans bien des cas aux incendies de forêt³⁷.

Ces faits démontrent qu'une partie de la baisse des possibilités forestières dans le temps peut probablement être attribuable à la décroissance d'une portion du volume ligneux sur pied pour des causes qu'on pourrait désigner comme étant de la déforestation naturelle (Sirois et Payette, 1991; Gagnon et Morin, 2001; Gagnon, 2008; Boucher *et al.*, 2009), c'est-à-dire attribuable à la conversion d'une forêt productive en une forêt beaucoup moins performante, voire presque improductive sur le plan de la matière ligneuse. Les travaux de Payette *et al.* (2000) démontrent que la forêt préincendiaire était une pessière à mousses et que la pessière à lichens constitue une régression postincendiaire de la pessière à mousses.

Dans le Québec méridional, l'estimation de la perte de volume par mortalité naturelle est d'ailleurs évaluée à 2,6 fois plus importante que la coupe forestière (Duchesne et Ouimet, 2008a et 2008b). Les statistiques de Ressources naturelles Canada³⁸ confirment que les feux de forêt et la mort des arbres causée par les insectes et les maladies engendrent deux fois plus de pertes que la coupe forestière (figure 17).

Figure 17. Superficies (ha) affectées par les perturbations entre 1990 et 2008 au Québec³⁸



3.2.2 Évaluation de l'ouverture du couvert forestier

Le tableau 7 indique les proportions du couvert résineux compilées par classes de densité³⁹. Aux fins de l'exercice, les classes A et B ont été regroupées. La coupe forestière a principalement touché ces dernières, priorisées par l'industrie forestière parce qu'étant plus économiques à récolter. La répartition des possibilités forestières sur les contraintes opérationnelles, instaurée en 2006 par le Forestier en chef comme condition à satisfaire par les industriels afin d'obtenir la totalité de la possibilité forestière attribuable, vise à corriger le fait que la récolte se faisait surtout dans les peuplements les mieux stockés. Ces mesures visent, entre autres, à obliger la récolte et la remise en production des superficies où la densité des peuplements est plus faible.

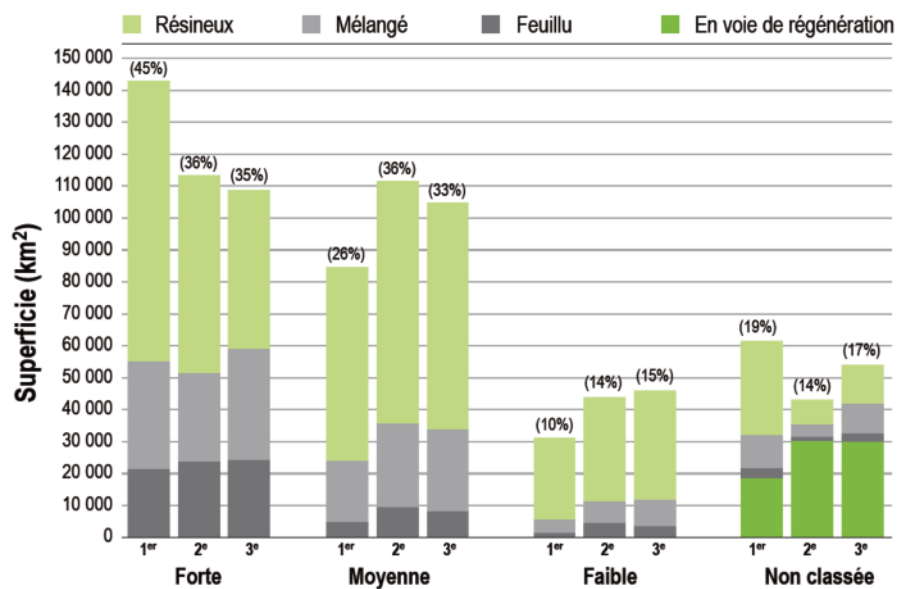
Tableau 7. Évolution des classes de densité du couvert résineux par période²²

UAF	1970-1977 (%)			1978-1988 (%)			1992-2005 (%)		
	AB	C	D	AB	C	D	AB	C	D
023-52	33,7	19,3	3,2	18,8	22,5	8,6	17,9	21,4	8,1
024-51	30,6	22,6	14,5	16,4	34,9	22,5	13,1	36,6	19,5
024-52	38,8	26,9	11,1	19,6	39,1	15,0	14,9	37,9	18,2
025-51	35,4	21,1	9,8	30,9	25,6	14,2	17,2	30,5	13,2
027-51	19,4	27,7	17,3	21,1	28,2	15,4	14,1	29,0	16,7
093-51	32,9	26,4	8,4	22,7	38,1	11,0	18,1	31,4	15,4
093-52	28,0	20,8	24,1	24,8	24,9	21,7	23,0	31,4	18,9
094-51	28,4	33,2	15,0	31,6	44,5	10,6	29,7	42,2	12,5
094-52	44,2	27,1	14,7	27,1	47,1	18,5	21,5	51,0	20,0
097-51	33,7	20,1	5,9	22,8	25,1	9,5	13,0	23,0	10,3
Moyenne	32,5	24,5	12,4	23,6	33,0	14,7	18,3	33,4	15,3

Dans l'ensemble, le tableau 7 traduit une augmentation de la proportion des densités C et D dans le temps. Ces résultats sont en concordance avec les résultats de recherche du CEN selon lesquels le couvert de la pessière à mousses s'ouvre à la suite d'une séquence de perturbations naturelles (feux de forêt et épidémies d'insectes) (Jasinsky et Payette, 2005; Girard *et al.*, 2008b). Ils sont aussi similaires à ceux des analyses du MRNF (2009a).

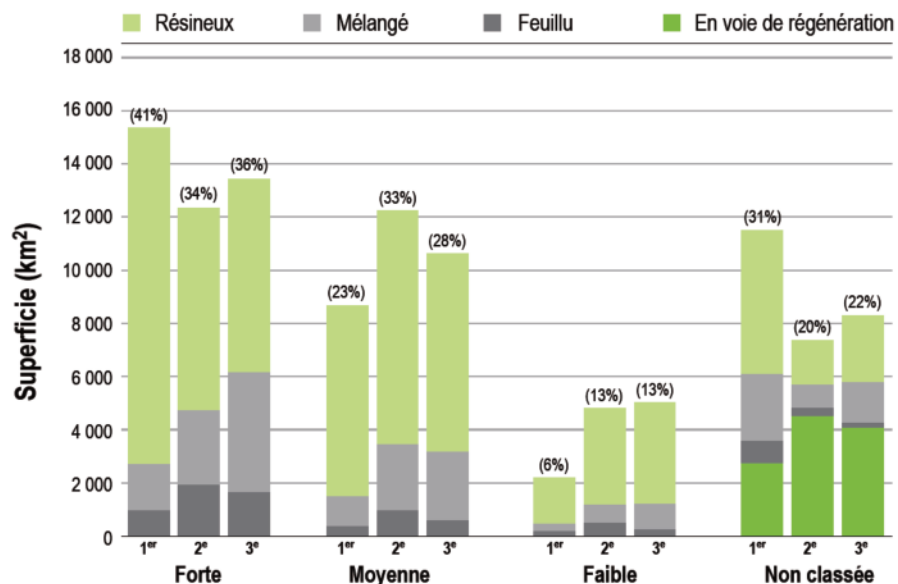
L'analyse de la densité des peuplements forestiers par types de couvert peut nous renseigner sur les tendances de l'ouverture du couvert forestier. La figure 18 montre que l'importance relative des superficies des peuplements de la classe de densité forte a diminué de 10 % entre le premier et le deuxième inventaire, puis est demeurée stable par la suite. Ce sont principalement les superficies résineuses de densité forte qui ont diminué. L'importance relative des superficies des classes de densité moyenne et faible a augmenté respectivement de 7 et de 5 % (MRNF, 2009a).

Figure 18. Répartition des superficies présentées par classes de densité, subdivisées en types de couvert, de la forêt publique sous aménagement (MRNF, 2009a)



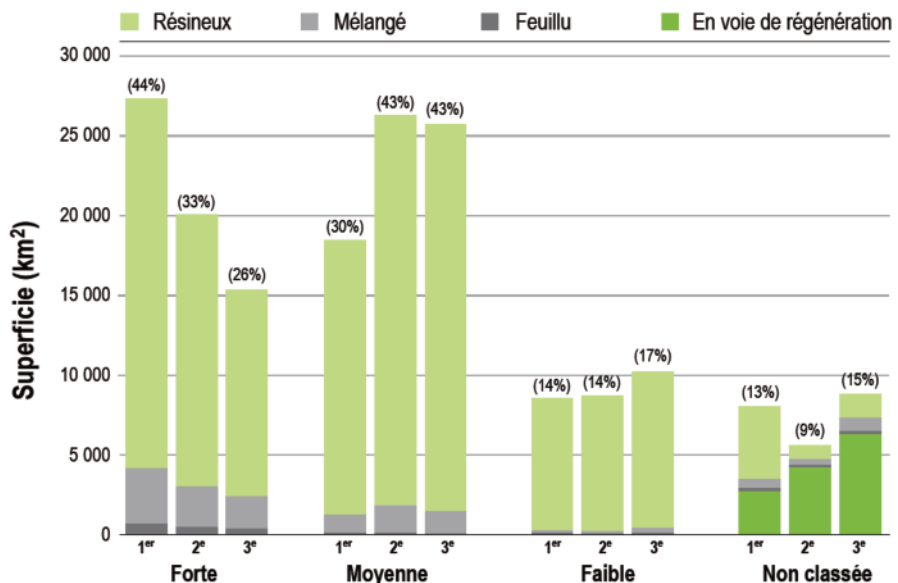
Dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Est, l'importance relative de la superficie des classes de densité forte et non classée a diminué respectivement de 5 et de 9 % entre le premier et le troisième inventaire tandis que celle des classes de densité moyenne et faible a augmenté respectivement de 5 et de 7 % au cours de cette période (figure 19) (MRNF, 2009a).

Figure 19. Répartition des superficies présentées par classes de densité, subdivisées en types de couvert, de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (SaBbE) (MRNF, 2009a)



Dans le sous-domaine de la pessière à mousses de l'Est, l'importance relative de la superficie des peuplements de la classe de densité forte a diminué de 18 % depuis le premier inventaire. Cette diminution s'est produite au profit de celle des trois autres classes de densité (figure 20) (MRNF, 2009a).

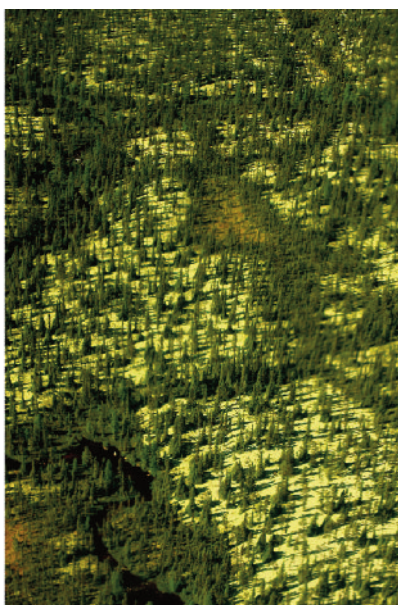
Figure 20. Répartition des superficies présentées par classes de densité, subdivisées en types de couvert, de la pessière à mousses de l'Est (EEE) (MRNF, 2009a)



3.2.3 Importance des landes forestières

D'après Côté (2008), une lande forestière correspond, en Europe, à une formation végétale principalement composée de plantes basses, dépassant rarement le stade d'arbustaie. Au Québec, on utilise le terme pour désigner des zones de forêt de faible densité dans les forêts résineuses, particulièrement dans le domaine écologique de la pessière à mousses (figure 21).

Figure 21. Une pessière à lichens près de la limite nordique, dans l'UAF 024-51 au Lac-Saint-Jean.
(Photo Jean Girard, Bureau du forestier en chef)



Le tableau 8 présente la nature des superficies jugées impropres à la production ligneuse et considérées comme étant des landes forestières³⁵ lors du CPF 2008-2013. Ces landes sont associées aux milieux mal régénérés comme des dénudés secs avec et sans lichens, des brûlis non régénérés, des strates produisant moins de 50 m³/ha de volume marchand à maturité et des pessières à cladonies.

Tableau 8. Superficies considérées comme non productives (ha), appelées landes forestières lors du CPF 2008-2013

UAF	Dénudés secs (ha)	Brûlis non régénérés (ha)	Strates 0-50 m ³ /ha* (ha)	Pessières à cladonies** (ha)	Total (ha)
023-52	5 290	403	2 228	737	8 658
024-51	79 846	2 563	21 797	16 092	120 298
024-52	57 199	1 229	5 810	17 913	82 151
025-51	80 552	23 983	30 308	15 968	150 811
027-51	53 278	6 348	11 866	32 521	104 013
093-51	79 288	83 543	0	8 458	171 289
093-52	113 854	120 600	2 705	21 487	258 646
094-51	200 749	2 245	2 365	7 658	213 017
094-52	76 468	3 128	0	3 505	83 101
097-51	33 126	70 500	1 995	684	106 305
Total	779 650	314 542	79 074	125 023	1 298 289

* Strates considérées non économiquement exploitables

** Mesures de protection du RNI⁴⁰

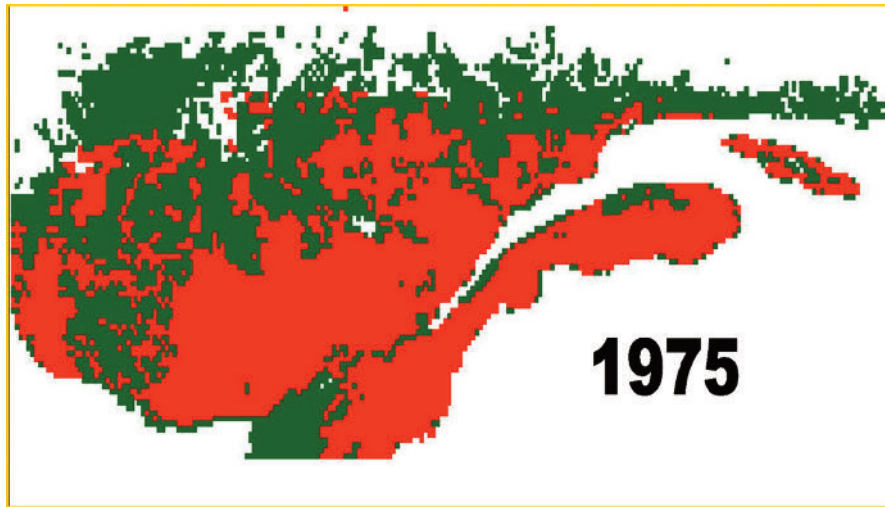
Pour les régions de la Côte-Nord et du Saguenay–Lac-Saint-Jean, la superficie forestière qui a été considérée comme non productive lors du CPF 2008-2013 est de l'ordre de 1 300 000 ha. Les bases de données des régions de l'Abitibi-Témiscamingue et du Nord-du-Québec indiquent, quant à elles, une superficie non productive de l'ordre de 500 000 ha. Ainsi, une superficie d'environ 1 800 000 ha est considérée non suffisamment régénérée à la suite de perturbations naturelles et pourrait être remise en production sous certaines conditions.

3.2.4 Impacts de la tordeuse des bourgeons de l'épinette

La tordeuse des bourgeons de l'épinette est l'insecte forestier le plus ravageur au Québec. En 1985, Vézina avait estimé la mortalité probable du sapin baumier et de l'épinette blanche à 238 000 000 m³. En comparant les volumes de sapin entre le premier et le deuxième programme d'inventaire du MRNF, Boulet (2001) estime plutôt les pertes à quelque 180 000 000 m³. Cependant, la perte consiste non seulement en la mortalité des arbres, mais également dans la diminution de la croissance des arbres défoliés ayant survécu. Dans son rapport, la Commission Coulombe a estimé à au moins 500 000 000 m³ les pertes de matière ligneuse associées à la dernière épidémie de TBE (CEGFPO, 2004). Morin (1998), quant à lui, estime que la dernière épidémie a détruit l'équivalent de dix années de coupe forestière intensive. En pratique, il s'avère impossible de connaître l'impact réel de la dernière grande épidémie de TBE d'autant plus que les inventaires aériens de dommages du MRNF ont cessé en 1986, alors que l'épidémie s'est poursuivie pendant quelques années de plus.

Rappelons que la défoliation cumulative, lors de la dernière épidémie de TBE a couvert 234 000 000 ha, de 1967 à 1992; la figure 22 en montre l'étendue en 1975. L'effort de lutte par épandage d'insecticides n'a permis de traiter que 10 % des peuplements défoliés.

Figure 22. En rouge, aire défoliée par la TBE en 1975 (35 300 000 ha)
(Source : MRNF)



L'Institut forestier du Canada (IFC) estime que les insectes forestiers et les maladies sont responsables d'une baisse d'environ 30 % de la croissance forestière annuelle. Pour les forêts nord-américaines, ces ravageurs causent des pertes économiques cinq fois plus importantes que celles engendrées par les incendies forestiers (IFC, 2000).

Le Québec a connu une importante baisse du volume de bois sur pied en essences résineuses entre les années 1970 et 2000 (MRNF, 2009a) (tableau 9). Cette baisse de volume s'explique par deux facteurs principaux : d'une part les perturbations naturelles comme le feu, les épidémies d'insectes et le chablis qui ont entraîné une plus grande mortalité des arbres, alors que d'autre part, la récolte de bois s'est effectuée sur des superficies plus importantes. Au début des années 2000, le sapin baumier et l'épinette noire représentaient plus de 75 % du volume de bois sur pied des essences résineuses sur le territoire québécois.

Tableau 9. Variation du volume marchand brut de bois sur pied en m³ entre 1970 et 2000 dans la forêt publique québécoise sous aménagement (MRNF, 2009a)

Essences	1970	2000	Différence
Épinette noire	1,17 milliard	1,05 milliard	- 10 %
Sapin baumier	585 millions	380 millions	- 35 %
Résineuses	2,14 milliards	1,87 milliard	- 13 %

3.2.5 Impacts des feux de forêt

Les feux de forêt doivent également être considérés comme une des principales sources de perturbations de la forêt boréale (Payette, 1992)⁴¹. Selon les statistiques canadiennes³⁸, de 1990 à 2007, la superficie moyenne annuelle des incendies pour l'ensemble du territoire québécois a été de l'ordre de 310 000 ha (variation de 27 000 ha en 1992 à 1 013 000 ha en 2002) à raison d'une moyenne de 863 incendies/année (variation de 319 incendies en 2004 à 1 374 en 2005). Selon la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU, 2008), bien qu'il y ait 2,5 fois plus d'incendies d'origine humaine par rapport à la foudre en zone de protection intensive, les feux de cause humaine sont responsables de moins de 15 % de la superficie brûlée. En moyenne, la foudre est responsable, à elle seule, de plus de 85 % des superficies affectées par le feu sur ce territoire (tableau 10). En 2010, 696 brasiers ont consumé 256 785 hectares de forêt. Près de 97 % de la superficie brûlée est une conséquence directe de la foudre⁴². À lui seul, le feu du Lac Smokey a ravagé 140 000 hectares de forêt entre mai et juillet 2010 s'étendant du nord-est de la Mauricie au sud-ouest du Lac-Saint-Jean. Il a coûté 11 des 74,4 millions \$ en frais d'extinction⁴³ de l'année 2010.

Tableau 10. Nombre d'incendies au Québec et superficie moyenne touchée de 1998 à 2007 dans la zone de protection intensive (SOPFEU, 2008)

Origine	Occurrence moyenne (Nb)	Superficie moyenne annuelle (ha)	Superficie moyenne par incendie (ha)
Foudre	250 (29 %)	83 758 (87 %)	335
Causes humaines	618 (71 %)	12 445 (13 %)	20

Les feux de forêt jouent un rôle important dans la dynamique de la forêt boréale. Leurs effets sont tantôt positifs, en permettant à l'épinette noire et au pin gris de libérer leurs graines emprisonnées dans les cônes ou en créant des conditions de vie pour de nouvelles espèces, par exemple (Nasi *et al.*, 2002). Par ailleurs, étant également une importante source d'émissions de carbone, ils modifient le volume de la biomasse et peuvent entraîner l'ouverture du couvert forestier lorsque la régénération est insuffisante. C'est surtout du point de vue économique ou sur le plan de la sécurité civile que les incendies de forêt sont les plus négatifs, car ils peuvent générer des pertes appréciables, tant en matière ligneuse qu'en infrastructures. De plus, les incendies sont souvent suivis par des infestations d'insectes, telles le longicorne, qui rendent rapidement le bois inutilisable (Nasi *et al.*, 2002).

Bien que le feu soit un élément de perturbation naturelle fréquent dans les forêts boréales, et que ces dernières se régénèrent en général facilement par la suite, des incendies répétés d'une intensité élevée peuvent rompre cet équilibre (Nasi *et al.*, 2002). Après les feux extrêmement graves qui ont éclaté en Fédération de Russie en 1998, plus de 2 millions d'hectares de forêt ont perdu leurs principales fonctions écologiques pendant une période de 50 à 100 ans (Shvidenko et Goldammer, 2001).

3.3 LA CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU (CRITÈRE 3)

Éléments clés des écosystèmes forestiers, les sols et l'eau sont à la base même de leur fonctionnement et de leur productivité. La préservation des sols et de l'eau assure le maintien des habitats aquatiques et terrestres essentiels à de nombreuses espèces animales et végétales. Pour que l'aménagement forestier soit durable, il doit garantir la conservation de ces deux éléments⁴⁴.

Les activités d'aménagement forestier occasionnent indéniablement certaines perturbations qui affectent les sols et l'eau. La construction des chemins, la circulation de la machinerie lourde dans les parterres de coupe et la manipulation de la matière ligneuse sont des pratiques susceptibles de causer diverses perturbations. Plusieurs ont un impact faible ou acceptable, compte tenu des risques de dégradation qui leur sont associés, alors que d'autres ont des effets plus importants⁴⁴.

Le MRNF a déterminé quatre indicateurs pour mesurer la quantité et la qualité des sols et trois pour mesurer la quantité et la qualité de l'eau⁴⁵. Dans les deux cas, deux indicateurs sont actuellement mesurés par le Ministère. Dans le cas des sols, l'orniérage dans les coupes de régénération et les pertes de superficie forestière productive associées au réseau routier sont mesurés. Pour ce qui est de l'eau, le MRNF s'assure de la conformité aux normes de protection du milieu aquatique et vérifie la présence de rigoles d'érosion.

Pour ce troisième critère d'AFD, en ce qui concerne la conservation des sols, les enjeux généralement reconnus au Québec sont : l'orniérage, la perte de superficie productive, la diminution de la productivité des écosystèmes (CERFO, 2009) ainsi que la compaction des sols. Dans le cas des deux premiers enjeux, le *Règlement sur les normes d'intervention en milieu forestier* (RNI) et les OPMV sont suffisamment explicites pour encadrer adéquatement leur prise en compte lors des interventions d'aménagement forestier.

La diminution de la productivité des écosystèmes est plus complexe et plus délicate à considérer. Les recherches de Thiffaut (2009) ont démontré que les feux de forêt sont plus efficaces que la coupe pour maintenir la fertilité des sols. Ainsi, le passage d'un feu permet plus facilement de maintenir la productivité de la forêt en réduisant l'épaisseur de la couche de matière organique, contrairement à la coupe de type « *protection de la régénération et des sols (CPRS)* » (Gauthier, 2009).

Dans le *Bilan d'aménagement forestier durable au Québec 2000-2008* (BFEC, 2010), il est mentionné que dans certaines circonstances, l'application systématique de la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) en forêt résineuse ne s'avère pas toujours judicieuse. La perturbation du sol par le feu ou la préparation de terrain a généralement des effets positifs sur la croissance forestière en stimulant la disponibilité des éléments nutritifs et de l'eau, en réchauffant le sol et en limitant la compétition (Gagné et Paquette, 2008; Simard *et al.*, 2008).

Pour ce qui est de la conservation de l'eau, sur le plan stratégique, le gouvernement du Québec a adopté, en juin 2009, le projet de loi 27 visant à affirmer le caractère collectif des ressources en eau et à renforcer leur protection, signifiant ainsi sa responsabilité et son engagement⁴. Le RNI et les OPMV présentent déjà d'importantes modalités pour la protection des lacs et des cours d'eau en milieu forestier. Le *Bilan d'aménagement forestier durable au Québec 2000-2008* (BFEC, 2010) précise que diverses mesures gouvernementales existent pour la protection des milieux aquatiques, humides et riverains, mais qu'elles doivent être bonifiées pour mieux les protéger. Pour ce faire, le gouvernement doit poursuivre l'acquisition de nouvelles connaissances, faire respecter les mesures existantes, compléter les programmes de surveillance et évaluer l'efficacité des mesures de protection. Rappelons que le Québec possède à lui seul, plus de 3 % des ressources mondiales d'eau douce et le Canada plus de 7 %.

4. LA FORÊT BORÉALE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

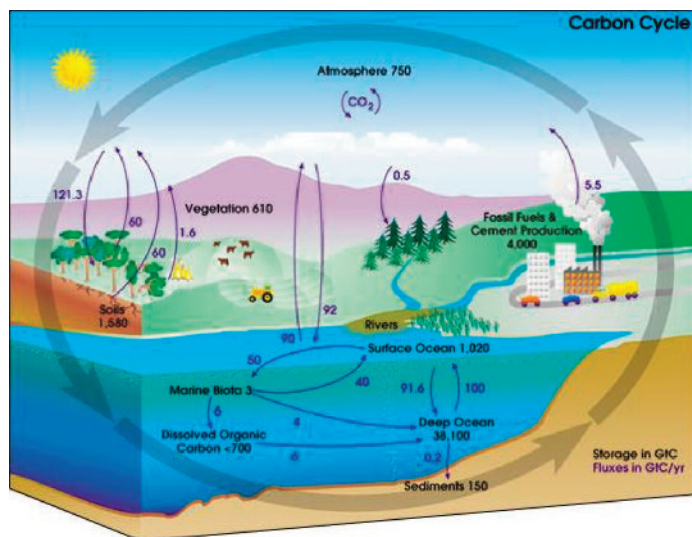
Au cours des dernières années, l'importance croissante accordée aux changements climatiques force à se questionner sur le véritable rôle de la forêt boréale et de son aménagement dans la séquestration du CO₂ atmosphérique. Par ailleurs, la forêt boréale comporte d'importants éléments de vulnérabilité en regard des changements climatiques. Ce chapitre traite également de la protection, de l'afforestation, des mesures de mitigation et de l'adaptation de la forêt aux changements climatiques.

4.1 LE MAINTIEN DE L'APPORT DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS AUX GRANDS CYCLES ÉCOLOGIQUES (CRITÈRE 4)

Cet aspect a été au départ plutôt nébuleux lorsque le Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF) a publié les six critères d'AFD en 1997. À cette époque, ce critère apparaissait comme le moins concret de tous parce qu'il faisait référence à des cycles planétaires complexes à comprendre et surtout à mesurer. De même, il était difficile d'entrevoir comment on pourrait avoir une influence quelconque sur ces derniers.

Les cycles écologiques planétaires sont des processus autorégulateurs qui recyclent les réserves limitées de la planète en eau, en carbone et en azote. Très complexes, ils contribuent à maintenir une certaine stabilité des conditions essentielles à la vie en raison de l'influence qu'ils exercent sur les systèmes climatiques du globe. Parmi les grands cycles planétaires, celui du carbone présente un intérêt particulier pour le secteur forestier puisqu'on en trouve en énorme quantité dans la végétation autant que dans le sol⁴⁶ (figure 23).

Figure 23. Le cycle du carbone⁴⁷



L'écosystème forestier est composé de la végétation vivante, de la végétation morte, des débris au sol, de la litière, de l'humus, des sols organiques, des sols minéraux et de tous les organismes vivants qui habitent ces divers milieux. Les multiples processus qui permettent le maintien et l'évolution des écosystèmes forestiers nécessitent des échanges de carbone avec l'atmosphère⁴⁶.

La photosynthèse est le processus d'échange le plus important de la planète. Il s'agit d'une réaction biochimique où, sous l'effet de l'énergie solaire, le feuillage des végétaux transforme le carbone (C) contenu dans le dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique et l'eau (H₂O) du sol consommés en glucides (sucres), lesquels sont essentiels à la vie sur terre. De fait, le carbone constitue environ 50 % de la biomasse végétale sèche, incluant le bois⁴⁶. En termes de biochimie, la photosynthèse constitue la principale voie de transformation du carbone minéral en carbone organique. Précisons qu'actuellement, les quatre indicateurs⁴⁸, associés au critère de maintien de l'apport des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques portent essentiellement sur le cycle du carbone et qu'aucun n'est mesuré par le MRNF pour l'instant.

Sans dénigrer l'importance de la conservation de la diversité biologique et de la disponibilité à la ressource eau, l'enjeu des changements climatiques est devenu depuis quelques années l'ENJEU prioritaire à l'échelle planétaire où la contribution des écosystèmes forestiers s'avère incontournable. D'ailleurs, Ressources naturelles Canada considère les changements climatiques comme étant un des deux problèmes les plus pressants à résoudre au cours de la prochaine décennie pour l'atteinte de la gestion durable des forêts (RNC, 2008a).

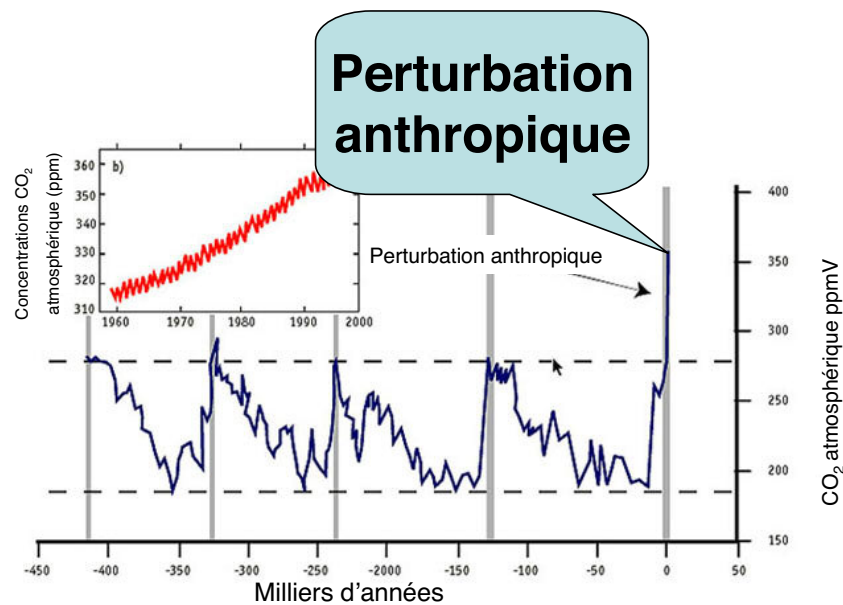
4.1.1 Ce que dit la science climatique

Les changements climatiques sont en premier lieu liés à des événements naturels. Le climat dépend d'abord des variations des paramètres de l'orbite de la Terre, qui influent sur le rayonnement solaire reçu par la surface terrestre. La planète a connu alternativement de longues périodes glaciaires (80 000 à 100 000 ans), ponctuées par de plus courtes périodes interglaciaires (moyenne de 10 000 ans environ). Le climat est toutefois influencé par les activités humaines, causant une part de l'effet de serre mis en évidence en 1827 par Joseph Fourier⁴⁹.

En 1896, Arrhenius⁵⁰ publiait un article intitulé *L'influence de l'acide carbonique dans l'air sur la température au sol*. Arrhenius prévoyait que l'augmentation du CO₂ dans l'air augmenterait les températures au sol, que l'influence serait plus forte près des pôles que près de l'équateur, que l'impact serait plus grand dans l'hémisphère Nord, de même que la différence des températures entre le jour et la nuit diminuerait. Il s'attendait par ailleurs à ce que le double du taux de CO₂ cause une augmentation de température d'environ 5 °C en 3000 ans, au rythme de son temps. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), cette augmentation serait observée en 100 ans, d'après le rythme actuel de progression (GIEC, 2007a)⁵¹.

Plusieurs consensus sont établis à l'échelle internationale à l'effet que la concentration des gaz à effet de serre⁵² (GES) (CO₂, CH₄⁵³, N₂O, etc.) augmente rapidement dans l'atmosphère (figure 24) et que d'importants effets des changements climatiques sont déjà visibles (extension de la période de végétation, fonte des glaces et du pergélisol, etc.). Parmi les récentes conclusions sur les changements climatiques, les plus marquantes sont les suivantes : une augmentation des émissions mondiales de GES; un réchauffement d'origine humaine; une accélération de la fonte des nappes de glace ainsi que des glaciers et des calottes glaciaires; des sous-estimations actuelles de l'élévation du niveau de la mer, etc.⁵⁴.

Figure 24. Niveaux historiques de la concentration du CO₂ atmosphérique (Kurz, 2010)



Selon le 4^e rapport d'évaluation du GIEC (2007a), l'activité humaine, depuis 1750, a résulté en un réchauffement climatique. En 2006, la température planétaire était de 0,46 °C plus élevée que la moyenne de 1860-2006 (figures 25 et 26). De plus, 11 des 12 dernières années (1995-2006) se situent parmi les 12 années les plus chaudes depuis que l'on a commencé à mesurer la température moyenne de la planète⁴⁹. Par ailleurs, l'année 2010 serait la douzième année exceptionnellement chaude d'affilée, par rapport aux températures mesurées depuis 1880⁵⁵. Le GIEC (2007a) prévoit que la température en 2100, devrait augmenter entre +1,4 °C à +5,8 °C.

Figure 25. Température globale mesurée depuis 1880⁵⁵

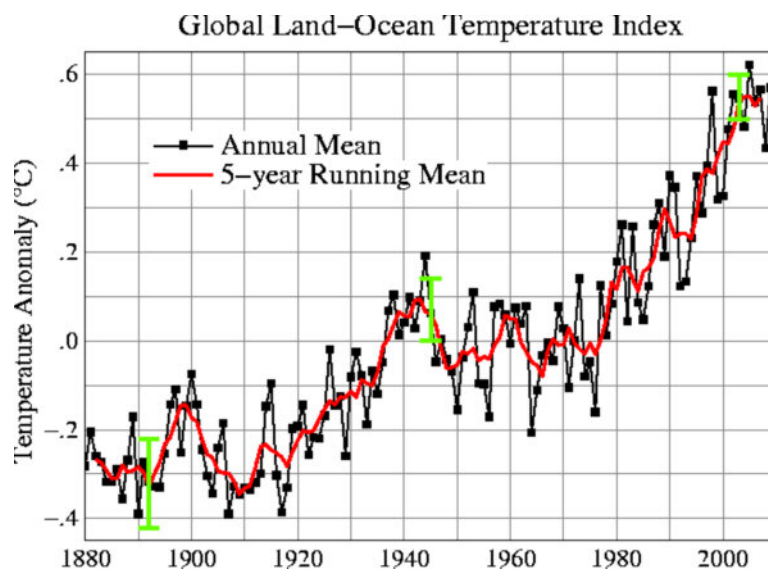
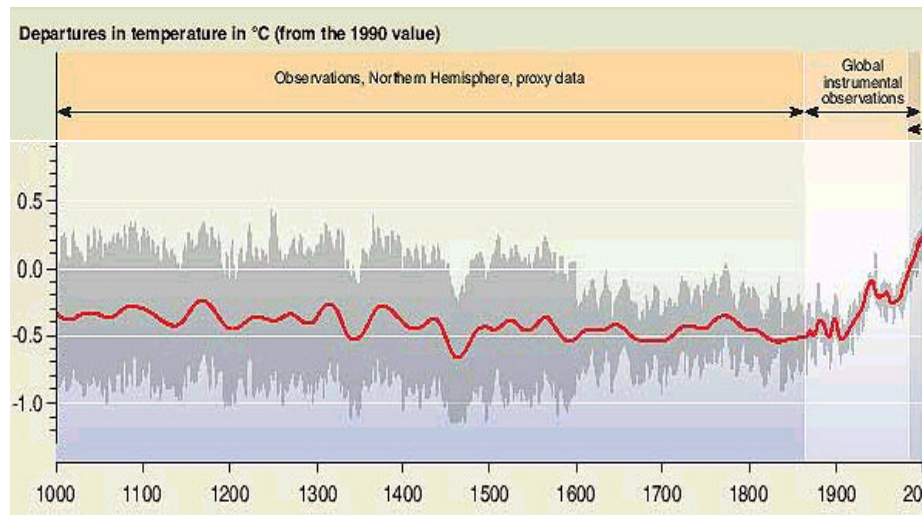
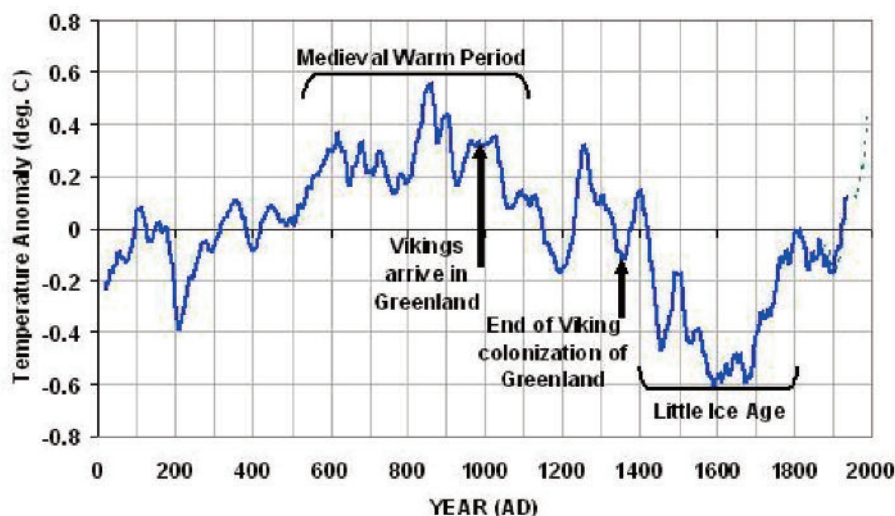


Figure 26. Variations estimées de la température dans l'hémisphère Nord depuis l'an 1000 (Kurz, 2010)



Par ailleurs, il est aussi intéressant de mettre en lumière que, au plus froid de la dernière glaciation, la température moyenne de la planète n'était inférieure que de 5 à 6 °C par rapport à aujourd'hui⁵⁶. Ceci nous fait réaliser que l'équilibre planétaire est fragile et qu'une variation minimale de la température peut faire toute la différence. Rappelons notamment que la température pendant le Moyen Âge était plus élevée qu'aujourd'hui et que cette période a été suivie par le Petit Âge Glaciaire entre 1550 et 1850⁵⁶ (figure 27).

Figure 27. Températures globales des derniers 2000 ans⁵⁷



4.1.2 Le Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto est un traité international visant la réduction des émissions de GES, dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Il a été signé le 11 décembre 1997 lors de la 3^e conférence annuelle de la Convention (COP 3) à Kyoto au Japon. Il est entré en vigueur le 16 février 2005 pour se terminer en 2012. Il a été ratifié par 183 pays, à l'exception notable des États-Unis et de l'Australie. Le Canada a signé le Protocole de Kyoto le 29 avril 1998 et l'a ratifié le 17 décembre 2002. Le Protocole de Kyoto vise une réduction globale de 5,5 % des émissions de GES des pays industrialisés, par rapport aux niveaux de 1990, pour la période allant de 2008 à 2012.

La contribution attendue des forêts et de la foresterie dans le cadre du Protocole de Kyoto (UNFCCC, 2007) est limitée à l'afforestation, à la reforestation et à la restriction de la déforestation⁵⁸ (Ruddell *et al.*, 2007). La figure 28 illustre les différences entre ces actions. Les programmes REDD⁵⁹ et LULUCF⁶⁰ des Nations-Unies ont expressément été créés pour encadrer le processus.

Il a été estimé que le changement d'affectation des terres et la contribution des forêts en tant que source d'émission sont à l'origine de 17,4 % de la totalité des émissions mondiales de GES, soit 2,3 Gt d'équivalent C (carbone) par an (8,4 Gt d'équivalent CO₂) (FAO, 2009a) (figure 29). Toutefois, ces évaluations ne tiennent pas compte de la capture de carbone par la photosynthèse dans les écosystèmes terrestres et ne reflètent donc pas le fait que le bilan carbone global de ces écosystèmes est positif (FAO, 2009a). Ainsi, le potentiel biophysique d'atténuation annuel moyen des forêts est estimé à 1,5 Gt d'équivalent C (5,4 Gt d'équivalent CO₂). Parallèlement, le potentiel technique d'atténuation de l'agriculture est estimé entre 5,5 et 6 Gt d'équivalent CO₂ par an. À moins qu'une part importante de ce potentiel d'atténuation se concrétise, les objectifs relatifs aux changements climatiques ne pourront se réaliser (GIEC, 2001).

Figure 28. Définitions de l'afforestation (A), de la reforestation (R) et de la déforestation (D) en termes de couverture des terres et/ou de l'affectation des terres. Chaque activité est représentée sur le schéma par un point (IPCC, 2001)

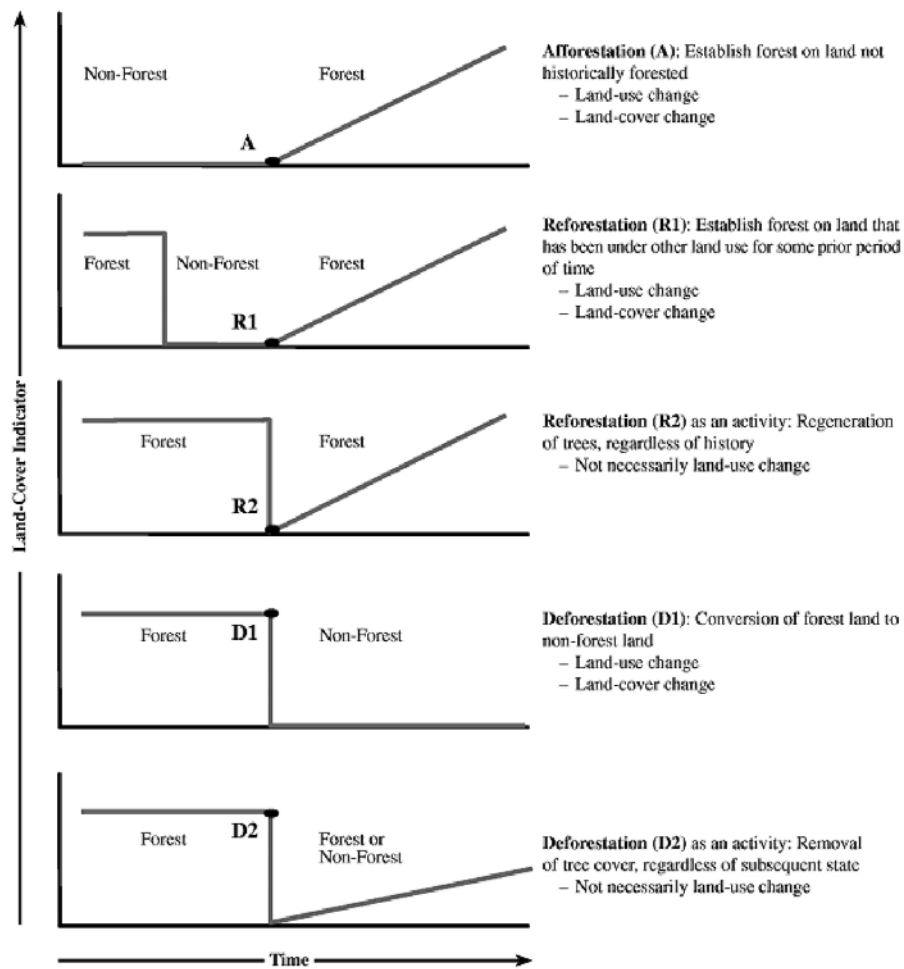
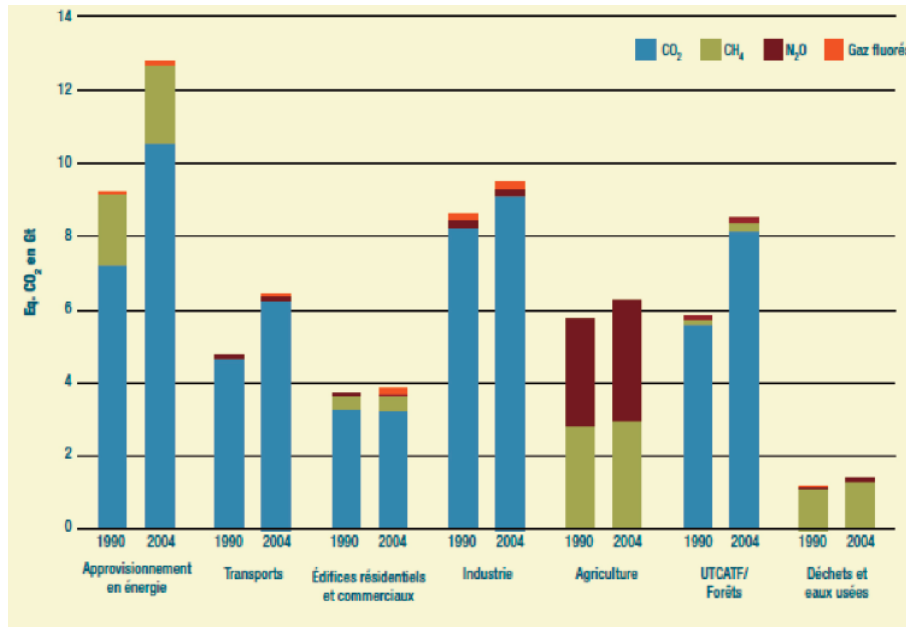


Figure 29. Contribution de l'agriculture, des changements d'affectation des terres et des forêts aux émissions de GES (FAO, 2009a)



En raison des perturbations naturelles importantes qui affectent les forêts du pays, le gouvernement canadien hésite alors à inclure la contribution des forêts dans son engagement envers le Protocole de Kyoto. Le risque élevé d'une augmentation des feux de forêt et des épidémies d'insectes dans plusieurs régions du Canada et dans le monde, dans le contexte des changements climatiques, n'encourage pas certains pays, dont le Canada, à s'engager dans cette voie (Lemprière *et al.*, 2008; RNC, 2008a; Malmshiemer *et al.*, 2008; Brundtland, 2009). De fait, ces perturbations sont susceptibles de compromettre le bilan net d'émission du milieu forestier. De plus, le Protocole de Kyoto limite le rôle de la foresterie parce qu'il ne reconnaît pas l'apport de l'aménagement forestier (Malmshiemer *et al.*, 2008).

4.1.3 Le Sommet de Copenhague

La Conférence de Copenhague tenue en décembre 2009 s'inscrit dans le cadre des négociations entourant la mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), adoptée au Sommet de la Terre de Rio en 1992. L'objectif de la conférence de Copenhague est l'adoption d'un instrument international qui déterminera les droits et les obligations des Parties en matière de lutte aux changements climatiques au cours de la deuxième période d'engagement (2013-2020) découlant du Protocole de Kyoto. Ce nouveau traité est appelé à succéder au Protocole de Kyoto⁶¹.

Le 21 octobre 2009, le Conseil de l'Union européenne a fait connaître son adhésion à la conclusion du *Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC* à l'effet que les stratégies d'aménagement durable des forêts, dont le but est de maintenir ou d'augmenter les stocks de carbone forestier, tout en produisant un rendement annuel soutenu de bois, de fibre ou d'énergie de la forêt, représentent l'option qui générera à long terme les plus grands bénéfices de mitigation (Nabuurs *et al.*, 2007).

En décembre 2009, lors du Sommet de Copenhague, et malgré que ce Sommet sera qualifié d'échec, des progrès notables ont été accomplis en matière de foresterie. L'engagement suivant a été pris par l'ensemble des pays participants: «*Nous reconnaissons le rôle crucial de la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts et la nécessité de renforcer l'absorption par les forêts des émissions de GES, et nous convenons de fournir des incitations positives à de telles mesures par la mise en place immédiate d'un mécanisme englobant la REDD-plus, en vue de permettre la mobilisation de ressources financières des pays développés*»⁶². La REDD-plus comprend la conservation, la gestion durable des forêts et l'accroissement du matériel forestier sur pied.

Enfin, le programme LULUCF a été révisé pour reconnaître les stocks de carbone dans les forêts existantes et pour récompenser l'intensification de l'aménagement forestier. Il est aussi prévu d'ajouter des crédits de carbone pour reconnaître la séquestration dans les produits du bois⁶².

4.1.4 Les différents rôles de la forêt et du bois

Le rôle de la forêt dans la séquestration du CO₂ par le phénomène de la photosynthèse prend maintenant une toute nouvelle importance. Dans la lutte contre les changements climatiques, plusieurs sont d'accord sur le fait que l'aménagement forestier est une action des plus efficaces (Ruddell *et al.*, 2007; Malmshheimer *et al.*, 2008; Bernier et Schoene, 2009). C'est ainsi notamment que l'Agence des forêts privées de Québec (2008) incite les propriétaires à récolter les arbres lorsqu'ils sont mûrs afin de participer activement à la lutte aux changements climatiques en assurant le renouvellement de la forêt et en la maintenant en meilleure santé. De même, en introduction au document *The Little REDD Book du Global Canopy Programme (GCP, 2008)*, on peut lire «*...the citizens of forest countries—especially those who depend on the forest for livelihoods—must be active participants in framing a solution. In the same way as there is no solution to climate change without forestry, there is no solution to deforestation without the support of forest populations*».

Sur le plan international, la FAO reconnaît l'AFD comme un moyen efficace de faire face aux changements climatiques par la séquestration du CO₂. En 2007, le GIEC a proposé des solutions à partir de l'aménagement forestier afin de stocker efficacement le CO₂ atmosphérique comme moyens de mitigation.

Celles-ci sont :

1. Maintenir ou augmenter les superficies forestières en diminuant la déforestation et la dégradation des écosystèmes forestiers et considérer l'afforestation et le reboisement.
2. Maintenir ou augmenter la densité de carbone sur pied en favorisant des aménagements forestiers plus intensifs (préparation de terrain, reboisement, fertilisation, sylviculture intensive, etc.).
3. Maintenir ou augmenter la densité de carbone sur pied à une plus grande échelle en favorisant des territoires sous conservation, en mettant de l'avant des stratégies efficaces de lutte aux feux de forêt, en luttant contre les épidémies d'insectes, etc.
4. Augmenter le stockage de carbone en favorisant l'utilisation de produits du bois dans le but de les substituer à des produits ayant des demandes énergétiques en combustibles fossiles importants et favoriser les biocombustibles.

Ces mesures représentent principalement des moyens de mitigation aux changements climatiques par la réduction de la quantité de CO₂ présente dans l'atmosphère. Il devient donc envisageable, voir même souhaitable, de faire travailler davantage la forêt boréale pour diminuer les impacts des changements climatiques. Cependant, il sera démontré que des synergies importantes et intéressantes sont possibles entre les moyens de réduction des émissions, les mesures de mitigation et les options d'adaptation des forêts pour en diminuer les vulnérabilités.

Malgré que les États-Unis n'aient pas adhéré au Protocole de Kyoto, les agences forestières américaines sont à revoir la compréhension et la vision du rôle de la forêt dans la séquestration du carbone. Bien que reconnaissant les rôles écologiques associés à la forêt, les forestiers américains réalisent que les concepts ne sont pas adéquats pour prendre en compte la juste place que doivent occuper les forêts aménagées de façon durable lors de l'établissement des bilans. Plusieurs mesures sont donc mises en œuvre pour faire la promotion de pratiques forestières qui vont aider à contrer les effets des changements climatiques⁶³ (Ruddell *et al.*, 2007).

Deux principaux objectifs sont mis de l'avant dans les politiques forestières américaines : **conserver la proportion de superficies forestières et séquestrer plus de carbone par un aménagement durable de la forêt** (Ruddell *et al.*, 2007). Alors que le premier objectif refuse la conversion de la forêt en un autre usage, il ouvre au cheminement inverse où une terre agricole peut être retournée à l'état de forêt, par exemple. Le deuxième objectif est fondé sur le postulat que la dynamique d'une forêt soumise à un régime de pratiques sylvicoles devrait séquestrer plus de carbone dans le temps qu'une forêt non aménagée. Une forêt aménagée arrêtera de séquestrer ce carbone « additionnel » lorsqu'elle atteindra sa maturité biologique, moment où le carbone séquestré sera en équilibre avec le carbone émis par la décomposition du bois (Ruddell *et al.*, 2007). Les pratiques d'AFD aidant la forêt à produire un gain net de carbone séquestré devraient donc être éventuellement comptabilisées dans les efforts produits pour lutter contre les changements climatiques, selon les nouvelles politiques américaines.

4.1.5 La forêt boréale : puits ou source de carbone ?

Les forêts couvrent près d'un tiers de la surface émergée de la planète et représentent près de la moitié du réservoir de carbone terrestre. Le carbone total des forêts a été estimé à 633 Gt en 2005, soit à 160 tonnes de carbone par hectare⁶⁴. Selon la FAO, les forêts jouent un rôle important dans l'atténuation des changements climatiques, par la séquestration, la substitution et la conservation du carbone⁶⁴.

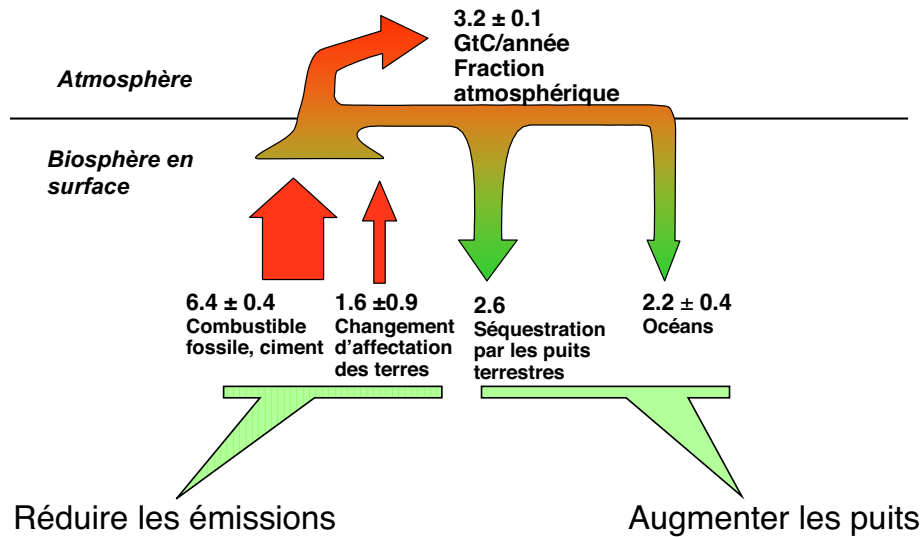
Les forêts jouent deux rôles importants dans le phénomène des changements climatiques : premièrement, elles captent le carbone de l'atmosphère et l'emmagasinent dans les arbres, la litière et le sol (tableau 11); deuxièmement, elles fournissent du bois, de la fibre et de l'énergie pour satisfaire les besoins des humains (Kurz, 2008b). D'après le GIEC, moins de la moitié des émissions humaines restent dans l'atmosphère (figure 30).

Les forêts absorbent à elles seules près de 25% de tout le CO₂ émis par l'humanité chaque année⁶⁵. Ainsi, le rôle de la forêt boréale dans la séquestration du CO₂ constitue donc désormais un enjeu majeur (Kurz, 2008b).

Tableau 11. Tonnes de CO₂ stocké dans l'écosystème à la Forêt Montmorency en 2008, d'après le modèle de bilan de carbone du Secteur forestier canadien (MBC-SFC3) (Côté *et al.*, 2009b)

	Tonnes de CO ₂	Pourcentage (%)
Bois marchand	581 848	10
Feuillage	110 409	2
Autres et racines	489 055	8
Total partiel arbres	1 181 311	20
Chicots	455 703	8
Sol	4 299 339	72
Total	5 936 354	100

Figure 30. Perturbations humaines du cycle mondial du carbone (Kurz, 2010)



Une récente étude rapporte que les différents écosystèmes de la planète captent chaque année un total de 123 milliards de tonnes de CO₂. De grands écarts sont cependant décelés quant à la contribution respective des différents habitats à la photosynthèse globale. Les forêts tropicales occupent le premier rang avec 34 % du total. Viennent ensuite les savanes (26 %), les terres cultivées (12 %), les forêts tempérées (8 %), les forêts boréales (7 %), les prairies naturelles (7 %), les déserts (5 %) et la toundra (1 %)⁶⁶.

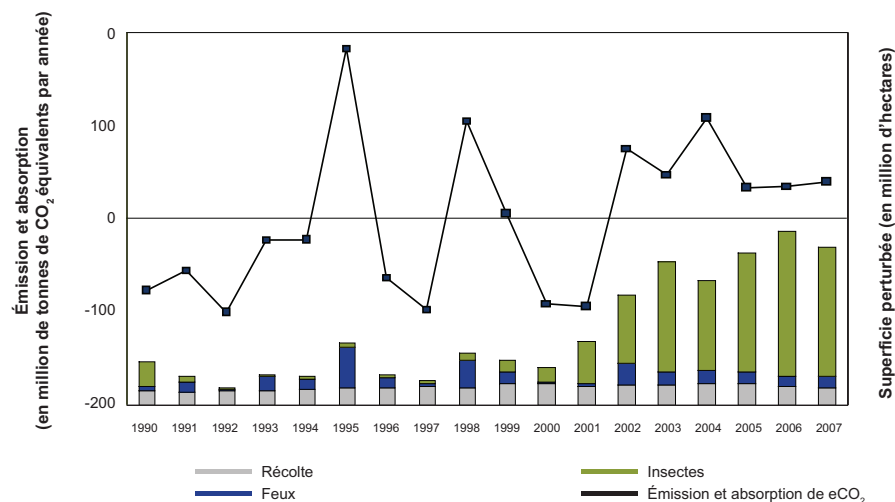
Le Service géologique américain a estimé le réservoir du territoire des États-Unis à 73 Mt de carbone dans les sols et à 17 Mt dans les forêts, soit l'équivalent, au taux actuel, de plus de 50 années d'émissions atmosphériques provenant de la combustion des carburants fossiles sur leur territoire⁶⁷.

De grandes quantités de carbone sont emmagasinées dans les arbres et une quantité encore plus grande – 80 % du carbone total de la forêt boréale – se trouve emprisonnée dans le sol, emmagasinée sous forme de matières organiques mortes qui résultent de la décomposition (RNC, 2007a). Lorsque les arbres sont abattus, de 40 à 60 % du carbone demeure dans la forêt et le reste suit les billes qui sont expédiées aux usines de transformation du bois (RNC, 2007b). Les racines, les branches et les feuilles demeurant en forêt après la récolte commencent à se décomposer au fil du temps; une partie rapidement et une partie sur de nombreuses années, en rejetant du CO₂ dans l'atmosphère (RNC, 2007b). De même, la perturbation du sol pendant la récolte peut provoquer un certain rejet de CO₂. Cependant, la surface exploitée recommence à emmagasiner de nouveau le carbone, à mesure que la forêt de remplacement s'installe et se développe, tout en soutirant des quantités croissantes de CO₂ de l'atmosphère (RNC, 2007b).

Dans les écosystèmes terrestres, le carbone est ainsi fixé tant par la végétation que par le sol. Toutefois, les stocks de carbone sont bien plus grands dans le sol que dans la végétation, en particulier dans les écosystèmes non forestiers aux latitudes moyennes et élevées. Ainsi, les stocks de carbone de la forêt tropicale sont de 212 Gt dans la végétation et de 216 Gt dans le sol alors qu'en forêt boréale, les stocks sont respectivement de 88 et de 471 Gt. Par comparaison, dans la toundra, ils sont de 6 et 121 Gt de carbone (GIEC, 2000).

Une forêt est considérée comme une **source de carbone** lorsqu'elle émet plus de CO₂ qu'elle en prélève de l'air durant une période de temps donnée. Elle est considérée comme un **puits de carbone** lorsqu'elle en retire plus qu'elle en émet (RNC, 2007a). Les émissions de CO₂ à partir de la forêt sont parfois lentes, telle la décomposition des arbres, ou encore très rapides et importantes comme dans le cas des feux de forêt (RNC, 2007a). Chaque année, la forêt devient globalement un puits ou une source de carbone, selon la superficie touchée par les feux et les épidémies d'insectes (figure 31). Une modification relativement faible du régime des perturbations a des conséquences importantes sur le bilan du carbone (Kurz et Apps, 1995).

Figure 31. Émission et absorption de carbone dans les forêts aménagées du Canada⁶⁸



Entre 1990 et 2007, de grands feux de forêt ont produit d'importantes émissions de CO₂ en 1995 et 1998. Depuis 2002, l'épidémie de dendroctone du pin en Colombie-Britannique est une source majeure d'émissions.

Il est important de mentionner que la récolte de matière ligneuse ne constitue pas en soi une contribution importante comme source de carbone (Gaboury *et al.*, 2009), d'autant plus qu'elle retire du carbone qui est ensuite stocké dans des produits forestiers, constituant ainsi un nouveau réservoir, ou alors ce carbone est utilisé pour la bioénergie (RNC, 2007b), se substituant ainsi à d'autres matières plus polluantes. Le matériau bois emprisonne de grandes quantités de carbone sur une très longue période. Les émissions lors de sa production, de sa récolte et de sa transformation sont négligeables par rapport aux avantages de la substitution et du stockage (Gaboury *et al.*, 2009; RNC, 2007b).

4.1.6 Les vulnérabilités de la forêt boréale

Il est prédit que la Terre se réchauffera en moyenne de 2 à 4 °C d'ici la fin du 21^e siècle, comparativement aux niveaux de 1980 à 1990, avec des maximums atteints en forêt boréale et dans d'autres écosystèmes de latitude élevée (GIEC, 2007a). Il est anticipé que les changements climatiques auront des effets dramatiques sur la structure et la composition de la forêt à l'échelle du paysage, plus particulièrement en altérant la distribution des espèces d'arbres et la fréquence des feux causant le remplacement des peuplements (Brassard et Chen, 2010). L'augmentation des perturbations signifie que les espèces pionnières seront favorisées, que les peuplements anciens deviendront moins nombreux, que l'âge moyen des forêts va s'abaisser et que les volumes marchands moyens vont décroître (Williamson *et al.*, 2009).

Le climat est le facteur prépondérant qui détermine le type de forêt qui se développe et persiste à un endroit donné (Malmshemer *et al.*, 2008; Kharuk *et al.*, 2010). Les impacts futurs des changements climatiques sur la santé, la croissance, la distribution et la composition de forêts spécifiques ne peuvent être prédits avec certitude car les facteurs biotiques et abiotiques peuvent interagir de manière imprévisible. Les risques identifiés sont associés à l'augmentation de la fragmentation des écosystèmes forestiers, à l'apparition de nouvelles communautés forestières et à des interactions interspécifiques difficiles à anticiper.

Il est prévisible que le réchauffement climatique appréhendé, qui sera beaucoup plus rapide que celui observé au cours du siècle dernier, accélère davantage la rupture de l'équilibre entre le climat et la forêt. Cela entraînerait des modifications dans la composition et la productivité des peuplements forestiers. La dynamique des perturbations naturelles (feux et insectes) et la fréquence des événements météorologiques extrêmes (sécheresses et verglas) sont également appelées à changer (OURANOS, 2010).

« Les changements climatiques affectent déjà les forêts du Canada. Les effets actuels les plus visibles prennent la forme d'une modification de la fréquence et de la gravité des perturbations (feux, sécheresses, tempêtes violentes, infestations d'insectes et de maladies). Mais d'autres changements moins évidents sont déjà présents, notamment dans la période de débourrement au printemps. L'une des conséquences des changements climatiques à venir se présentera comme une augmentation supplémentaire de la fréquence et de la gravité des dérèglements et des manifestations extrêmes des conditions météorologiques. On s'attend également à des changements dans la productivité et la composition forestière et dans la distribution des classes d'âge » (Williamson *et al.*, 2009).

Les changements climatiques peuvent intensifier les menaces à la santé des forêts. L'intensité et la fréquence des feux de forêt ont augmenté tant au Canada qu'aux États-Unis, exacerbées par une sécheresse prolongée (attribuée aux changements climatiques) et des programmes réussis de lutte contre les incendies qui ont accru de manière imprévue la quantité de matières combustibles (FAO, 2009b).

La croissance et la productivité

L'augmentation des températures peut se traduire par un allongement de la saison de croissance. Il a été estimé qu'entre 1981 et 2004, la longueur de la saison de croissance a augmenté en moyenne de 0,8 jour (Julien et Sobrino, 2009). Au cours du XXI^e siècle, le réchauffement du climat pourrait devancer de 9,2 jours en moyenne la date d'apparition des feuilles de nombreuses espèces présentes en Amérique du Nord (Morin *et al.*, 2009). Globalement, les augmentations de degrés-jours de croissance prévues sont quantitativement très élevées, de l'ordre de 35 à 45 % (tableau 12) (OURANOS, 2010).

Tableau 12. Variation des degrés-jours de croissance (OURANOS, 2010)

	Sud du Québec			Nord du Québec		
	Scénario optimiste	Scénario moyen	Scénario pessimiste	Scénario optimiste	Scénario moyen	Scénario pessimiste
Été (juin à août)	+1,5 0 %	+2 à +3 0 à +5 %	+4,5 à +5 0 à +10 %	+1 à +1,5 0 à +5 %	+2 à +3 +5 à +10 %	+4 à +4,5 +10 à +20 %
Hiver (déc. à févr.)	+2 +10 %	+3 à +4 +10 à +20 %	+6 à +7 +25 à +35 %	+2 à +3 +5 à +15 %	+4 à +5 +10 à +25 %	+7 à +9 +20 à +40 %

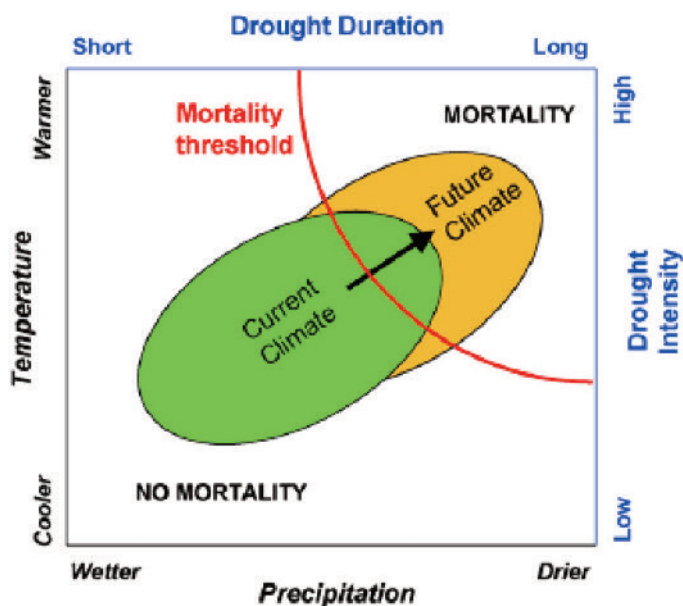
Le modèle régional de prédiction pour 2050 montre que la longueur de la saison de croissance, c'est-à-dire le nombre maximal de jours consécutifs sans gel, pourrait s'allonger de 25 à 30 jours. Pour les conifères de la forêt boréale, une telle hausse est quantitativement importante (OURANOS, 2010).

La saison de croissance devrait être plus longue et les impacts variables selon les peuplements, les conditions de sites (fertilité) et les régions. La croissance de la forêt peut être stimulée par des saisons plus chaudes ou pluvieuses et dépend des facteurs limitants et de la disponibilité des graines, des saisons plus longues et par l'effet fertilisant de l'augmentation du CO₂ atmosphérique, tant que l'humidité et les nutriments disponibles ne sont pas limités (Bernier et Schoene, 2009). Par ailleurs, il peut aussi y avoir des effets négatifs pouvant réduire la croissance des arbres, augmenter l'apport de polluants atmosphériques, accroître la fréquence et la gravité des événements climatiques extrêmes (foudre, feux, verglas, tornades, chablis, etc.), favoriser l'apparition de nouvelles espèces d'insectes ou de maladies, etc. (Bernier et Schoene, 2009).

Plusieurs études dénotent déjà des productivités accrues dans les forêts au cours des dernières décennies (Gielen et Ceulemans, 2001; Nemani *et al.*, 2003; Boisvenue et Running, 2006 dans OURANOS, 2010). Toutefois, à long terme, ces gains pourraient être annulés par l'acclimatation des arbres aux nouvelles concentrations de CO₂ (DeLucia *et al.*, 1999) ou limités par le manque d'éléments nutritifs dans le sol (Luxmoore *et al.*, 1993; Luo *et al.*, 2004 dans OURANOS, 2010). MacDonald *et al.* (1998) pensent que le réchauffement futur pourrait augmenter la croissance et la productivité des arbres à la limite forestière et que le recrutement de l'épinette blanche et de l'épinette noire sera favorisé.

La mortalité des arbres et le dépérissement des forêts sont relativement bien documentés et modélisés pour l'Amérique du Nord (figure 32) (Allen *et al.*, 2010). La sécheresse et la chaleur dans l'ouest de l'Amérique du Nord au cours de la dernière décennie ont entraîné des épidémies d'insectes et de la mortalité dans plusieurs types de forêts, affectant environ 20 millions d'hectares et plusieurs espèces depuis 1997, de l'Alaska jusqu'au Mexique (Raffa *et al.*, 2008; Bentz *et al.*, 2009). Dans l'Est, ce sont surtout les feuillus qui ont été affectés, comme lors du dépérissement des érablières au Québec (Hendershot et Jones, 1989; Roy *et al.*, 2004).

Figure 32. Diagramme conceptuel montrant la variabilité des précipitations et de la température du climat actuel, ou alternativement pour la durée et l'intensité de la sécheresse. Seulement une petite partie de l'espace climat dépasse actuellement un seuil spécifique de mortalité des arbres. Le climat futur montre des événements de sécheresse et de température extrêmes liés au changement climatique global projeté, indiquant des risques intensifiés de mortalité des arbres induite par la sécheresse (Allen *et al.*, 2010)



La migration des écosystèmes

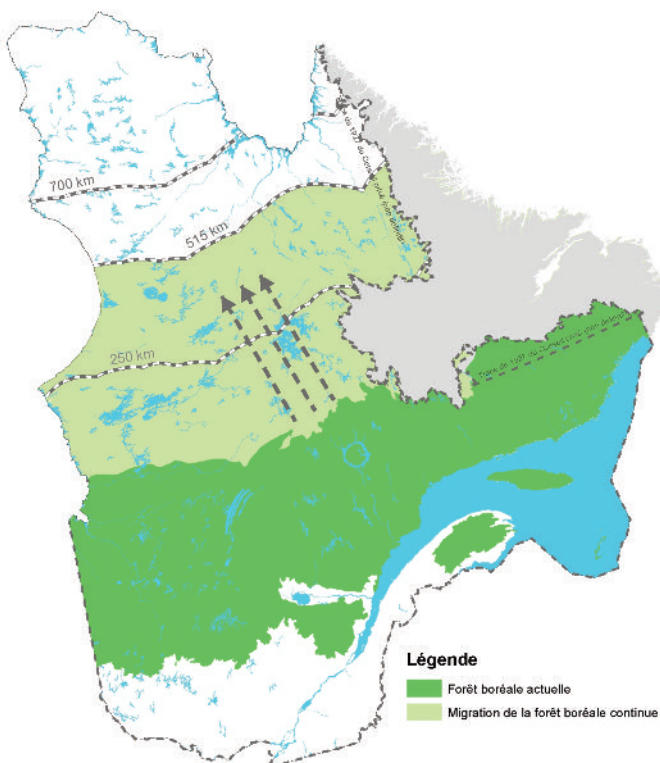
Les changements climatiques risquent de causer un déplacement vers le nord de régions forestières complètes. Par exemple, il a été suggéré que la forêt boréale pourrait se déplacer vers la zone de répartition actuelle de la toundra et que les forêts de feuillus situées les plus au nord se déplaceraient vers la zone de répartition actuelle de la forêt boréale (Brassard et Chen, 2010). Les changements climatiques prévus laissent présager que la zone boréale sera davantage sujette au réchauffement que les zones tempérées et équatoriales (Houghton *et al.*, 1996; Seppälä *et al.*, 2009).

On prévoit que le réchauffement entraînera un déplacement vers le nord de la limite entre la forêt boréale et la taïga, mais pas de façon égale et continue (Payette *et al.*, 2001; Juday *et al.*, 2005; Danby et Hik, 2007 dans Williamson *et al.*, 2009). Payette *et al.* (2001) montrent que la limite forestière n'est pas une ligne bien tracée. Il s'agit plutôt d'une vaste zone ininterrompue qui s'étend de la limite du couvert forestier continu des conifères jusqu'à la limite de la toundra arctique. Ces derniers notent que l'écotone de la toundra forestière septentrionale réagira vraisemblablement aux changements climatiques en passant de la toundra à la forêt, transformation qui prendra la forme d'une colonisation par les arbres des sites actuellement considérés comme toundra et, inversement, de la substitution de forêts par la toundra à la suite de perturbations causées par le feu. Ainsi, la réponse des forêts nordiques aux changements climatiques sera complexe et non linéaire (Williamson *et al.*, 2009). Par contre, la fréquence des feux de forêt et l'activité humaine peuvent favoriser certaines formations végétales à l'échelle locale, en accélérant le processus d'ouverture du territoire forestier (Gagnon, 1998; Payette, 1999; Côté et Gagnon, 2002; Jasinski et Payette, 2005 dans Bourque et Simonet, 2008).

« Les projections d'augmentation de la température annuelle moyenne pour le centre du Québec sont de 3,2°C d'ici l'an 2050, ce qui se traduirait par un mouvement des zones climatiques de 515 km vers le nord, c'est-à-dire une vitesse de migration approximative de 10 km par année » (Williamson *et al.*, 2009). La figure 33 montre l'envergure appréhendée de la migration des conditions de croissance de l'écosystème boréal telles qu'envisagées par Williamson *et al.* (2009), Johnston *et al.* (2009) et Parker (2009). Même si le phénomène n'est pas aussi linéaire, la migration des isothermes annuels n'affecte pas nécessairement la saison de croissance ni les précipitations, d'après OURANOS (2010). En théorie, la saison de croissance devrait être plus longue au sud qu'au nord. En fait, c'est la lumière qui synchronise la croissance, pas la température (Gagnon, 2008).

On s'attend à un déplacement des écosystèmes actuels vers le nord (figure 33), tel que la zone de l'érablière devrait s'étendre jusqu'à Baie-Comeau (OURANOS, 2010). Cependant, la vitesse de propagation des espèces est inférieure à la vitesse du réchauffement. En effet, pour que les communautés forestières soient capables de suivre la vitesse des changements climatiques, il faudrait une vitesse de migration de 10 km/an alors que dans les faits, la vitesse de migration des arbres varie de 10 à 50 km/siècle (Davis, 1981; Huntley et Birks, 1983 dans OURANOS, 2010; McKenney *et al.*, 2007). La migration des écosystèmes, qui prendra plusieurs siècles à s'effectuer, sera nettement inférieure au rythme de modification des habitats induit par les changements climatiques (Weber et Flannigan, 1997; Parker *et al.*, 2000; Price *et al.*, 2001; Malcolm *et al.*, 2002; Neilson *et al.*, 2005 et Aitken *et al.*, 2008 dans OURANOS, 2010).

Figure 33. Scénarios de migration des isothermes de la forêt boréale continue (515 km vers le nord en 2050 d'après Williamson *et al.* (2009) - entre 250 et 600 km d'ici 2100 selon Johnston *et al.* (2009) - jusqu'à 700 km d'ici 2100 d'après Parker (2009))



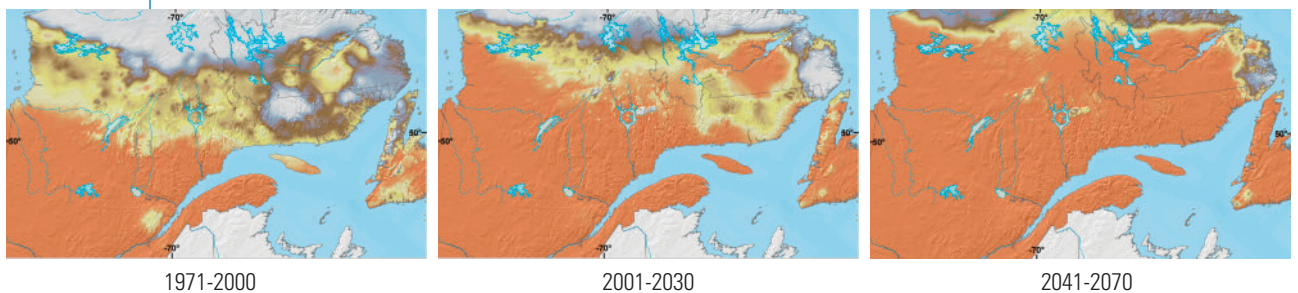
Dans le récent rapport de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE, 2010) intitulé *Degrés de réchauffement*, il est mentionné que les modèles prévoient une expansion vers le nord du couvert de la forêt boréale dans la toundra (Jones *et al.*, 2009) et prévoient des risques de pertes importantes de forêt boréale, surtout à son extrémité méridionale actuelle.

Les insectes

Mais, les insectes migrent plus vite que les arbres ! « Il existe de nombreuses possibilités d'impact des changements climatiques sur les infestations d'insectes dans les forêts du Québec. L'étendue des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette pourrait augmenter de façon significative [en outre, selon Gray (2008), les infestations pourraient être plus longues et plus sévères sur le plan de la défoliation], l'aire de la spongieuse pourrait s'étendre (Gray, 2004), le dendroctone du pin ponderosa pourrait venir de l'Ouest en gagnant la forêt boréale (Carroll *et al.*, 2004) et le longicorne asiatique pourrait étendre son domaine aux régions qui sont actuellement occupées par des érables, des ormes et des peupliers (Cavey *et al.*, 1998)», mentionnent Williamson *et al.* (2009).

L'adaptation des insectes pourrait être rapide à cause de leur grande mobilité et de leur taux de reproduction élevé (Ayres et Lombardero, 2000). Les infestations seront plus fréquentes, plus intenses et plus longues, rendant les forêts particulièrement vulnérables (Logan *et al.*, 2003). Dans le cas de la TBE, les infestations seront plus longues et il y aura une augmentation de la défoliation (Gray, 2008) (figure 34). On peut s'attendre à une augmentation de l'intensité des épidémies de certains insectes et à une plus grande diversité d'insectes, incluant des insectes exotiques.

Figure 34. Scénario de dispersion de la TBE (Régnière *et al.*, 2008)

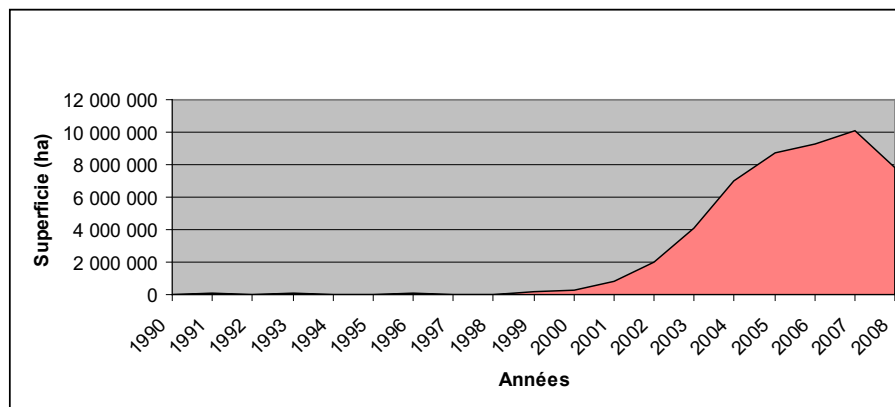


Un hiver plus doux permet une meilleure survie des insectes. De même, des températures plus élevées, jumelées à une faible intensité d'aménagement forestier risquent aussi de rendre plus vulnérables les grands écosystèmes homogènes à des épidémies d'insectes, aux maladies et autres perturbations (Bernier et Schoene, 2009).

Lorsque les conditions sont propices, par exemple lorsque des pins surannés couvrent de vastes superficies et que des hivers doux se succèdent pendant plusieurs années, les infestations font du dendroctone du pin ponderosa l'insecte le plus destructeur des pinèdes mûres⁶⁹. Les projections sont à l'effet que 68 % des pinèdes matures auront été détruites d'ici 2024. L'impact cumulatif de l'infestation dans la région affectée entre 2000 et 2020 sera de 270 Mt de carbone en Colombie-Britannique. Walton (2009) a estimé qu'environ 70 % du volume de bois de pin commercialisable pourrait être perdu d'ici 2015 en Colombie-Britannique seulement. L'infestation est qualifiée de première crise majeure associée aux changements climatiques⁷⁰.

Depuis la fin des années 1990, le dendroctone du pin ponderosa a attaqué plus de 14 millions d'hectares (Westfall et Ebata, 2009) et plus de 530 millions m³ ont été perdus en 2007, en Colombie-Britannique (FAO, 2009b). Si la tendance se maintient, 80 % des pinèdes mûres y seront détruites d'ici 2013 (figure 35) (RNC, 2008a). Selon Brundtland (2009), ce désastre naturel produit des émissions de GES de l'ordre de 270 Mt de carbone, soit l'équivalent de l'ensemble des engagements internationaux du Protocole de Kyoto.

Figure 35. Superficie affectée par le dendroctone du pin ponderosa³⁸ au Canada



Les États de l'Ouest américain sont également touchés par le dendroctone du pin qui a dévasté deux millions d'acres⁷¹ (800 000 ha) de forêts de pin au Colorado seulement⁷². Alors que les forestiers s'attendaient à une régénération potentielle transitoire en peupliers, un nouveau désastre frappe cette essence qui présente un déclin et un taux de mortalité rapides, les insectes prenant aussitôt d'assaut les arbres affaiblis. Les scientifiques associent la situation aux hivers plus chauds des dernières années. Certains prédisent même la disparition du peuplier dans la région des Montagnes Rocheuses vers 2090⁷³.

Les feux de forêt

Les changements climatiques sont susceptibles de causer un déplacement vers le nord de certaines espèces d'arbres et de modifier la fréquence des feux ainsi que la structure d'âge globale de la forêt dans le paysage (Brassard et Chen, 2010). La saison des feux de forêt devrait être prolongée et il devrait y avoir une augmentation des orages violents dans l'hémisphère Nord. La superficie brûlée annuellement pourrait doubler (Flannigan *et al.*, 2005). Des hivers plus doux et plus courts occasionneront des cycles gel - dégel plus fréquents (verglas, etc.).

Même si la majorité des modèles climatiques prédisent une hausse de la fréquence des feux dans l'hémisphère Nord, largement due à une saison de croissance plus longue et à une augmentation de la foudre (Wotton et Flannigan, 1993), la situation est différente au Québec. La fréquence des feux de forêt devrait y augmenter dans les régions de l'ouest et du nord, diminuer dans la région de l'est et demeurer constante dans la région du centre (Bergeron *et al.*, 2004).

D'après Malmshemer *et al.* (2008), Bonnicksen (2008) et Kurz (2008a), un hectare de forêt brûlée dégage 46 tonnes de GES durant la combustion, alors que la décomposition subséquente, sur plusieurs années, porte les émissions à 138 tonnes par hectare. En 2008, Bonnicksen a évalué qu'un incendie de forêt (combustion et décomposition) sur un hectare de forêt mûre dégage, en GES, l'équivalent des émissions de 84 automobiles/année. Selon les statistiques de Ressources naturelles Canada³⁸, la superficie moyenne

annuelle des incendies de forêt de 1990 à 2007 est d'environ 310 000 ha/année au Québec, ce qui équivaut, sur cette base, à des émissions de GES de l'ordre de 26 000 000 automobiles/année. L'émission la plus massive se produit au moment du feu alors que la décomposition se produit lentement. Par la suite, le territoire brûlé recommence à séquestrer le CO₂ à mesure que la végétation s'installe.

Les émissions produites par les feux de forêt dans les forêts aménagées du Canada ont représenté jusqu'à 45 % des émissions totales de GES (RNC, 2007b). En 2008, le Service forestier américain a dépensé environ 2,4 milliards de dollars pour la protection contre les feux de forêt, le double de la moyenne des dix années précédentes. En Californie, les émissions dues aux feux de forêt équivalent à celles de 7 millions d'autos par année de 2001 à 2007⁷⁴.

4.2 LE QUÉBEC ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En juin 2006, le gouvernement du Québec dévoilait son Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC) (Gouvernement du Québec, 2006a). Ce plan vise à mettre en œuvre 20 mesures de réduction d'émissions de GES et 6 mesures d'adaptation aux changements climatiques. Le PACC ne comporte pas spécifiquement d'actions favorisant un captage accru du CO₂ par la forêt. Cependant, dans le *Discours du budget* de mars 2010, le gouvernement du Québec a annoncé son intention d'accroître le couvert forestier dans le Nord québécois, par la plantation de 100 millions d'arbres d'ici 2015, afin de séquestrer davantage de CO₂ (Gouvernement du Québec, 2010b).

Le PACC est financé à partir de la redevance sur les carburants et les combustibles fossiles dont la Régie de l'énergie du MRNF est responsable, créant ainsi le Fonds vert administré conjointement par le MDDEP et le MDEIE. Le Québec a été le premier gouvernement en Amérique du Nord à mettre en place une redevance sur les hydrocarbures. Cette politique a confirmé la position de leadership du gouvernement québécois ainsi que sa volonté de permettre éventuellement l'essor d'une bourse du carbone à Montréal.

La mesure 24 du PACC relève du MRNF et vise à déterminer la vulnérabilité des forêts québécoises et du secteur forestier à l'égard des changements climatiques et à intégrer les effets anticipés de ces changements dans la gestion forestière. Cette mesure chapeaute plusieurs projets de recherche, tels que l'atlas des scénarios climatiques pour la forêt québécoise, les effets des changements climatiques sur l'adaptabilité de la forêt feuillue, l'influence des changements climatiques sur le rendement de la forêt boréale mixte, l'impact combiné des changements climatiques, des apports azotés atmosphériques et d'une augmentation de la température du sol sur la productivité de la forêt boréale, les incidences du climat et des perturbations sur la structure et la dynamique de recrutement des peupleraies, l'établissement de modèles de transfert de semences pour les épinettes noire et blanche et le pin gris afin de reboiser aujourd'hui en pensant au climat de demain; ces connaissances se voulant des outils prévisionnels et décisionnels pour améliorer la protection des forêts, etc.

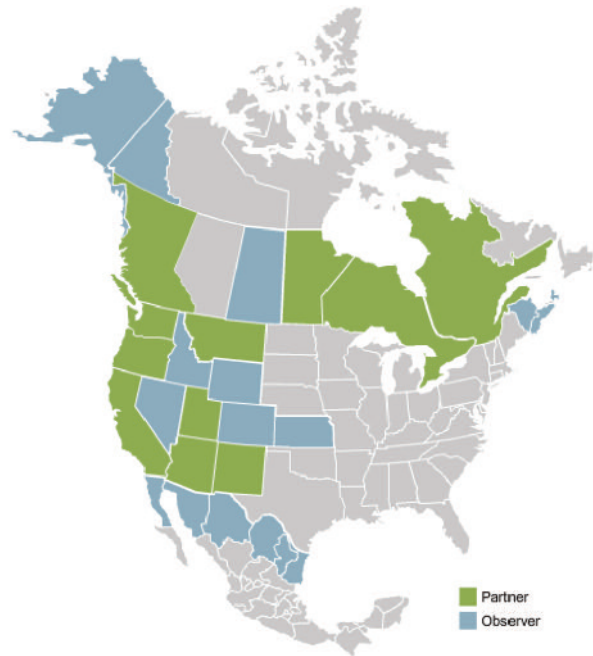
La mesure 26 du PACC apporte le soutien financier à la programmation du Consortium OURANOS qui a été créé en 2000, par le gouvernement du Québec, pour coordonner la recherche interdisciplinaire sur les enjeux relatifs aux changements climatiques : sécurité des populations et infrastructures, approvisionnement énergétique, ressources en eau, santé, activités forestières, agricoles, minières, touristiques et de transport et protection de l'environnement naturel.

OURANOS œuvre sur deux axes, soit la science du climat et les impacts et les stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur l'environnement nordique, l'environnement maritime, les ressources énergétiques, les ressources forestières, les ressources en eau, les impacts sociaux et environnementaux, les écosystèmes et la biodiversité ainsi que sur la santé, les infrastructures et la sécurité, le transport, l'agriculture, l'économie et la société, etc.

Le gouvernement du Québec a adopté en mai 2009 le projet de loi 42^s portant sur le développement du marché nord-américain du carbone. Cette Loi lui donne les pouvoirs législatifs nécessaires à sa participation au plus important système de plafonnement et d'échanges de droits d'émission de GES en Amérique du Nord. Il permet aussi d'établir des cibles de réduction, des plafonds d'émission, etc. Il devient également un instrument important de la stratégie québécoise de lutte contre les changements climatiques.

Par ailleurs, le Québec s'est joint à la *Western Climate Initiative*¹³ (WCI) en avril 2008 et en assume la co-présidence depuis mai 2010. La WCI a été créée en février 2007 par l'Association des gouverneurs de l'Ouest des États-Unis. Le cœur de la stratégie de la WCI est l'établissement d'un marché régional de crédits de carbone, dont la première phase d'implantation est prévue pour le 1^{er} janvier 2012. La figure 36 montre les États fédérés partenaires et observateurs. L'activité principale de la WCI vise à élaborer des lignes directrices pour le futur système de plafonnement et d'échanges de droits d'émission. L'objectif de la WCI consiste en une réduction, d'ici la fin de 2010, de 15 % sous le seuil de 2007 des émissions de GES causant les changements climatiques.

Figure 36. États fédérés membres et observateurs de la WCI¹³



Le Plan stratégique 2009-2014 du MDDEP prévoit le développement d'une stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques. Les travaux interministériels ont débuté à la fin de mars 2010, dans le but de déposer une stratégie en 2011. Cette stratégie devrait permettre d'envisager des solutions visant à atténuer substantiellement les impacts négatifs des changements climatiques. Pour l'instant, cette démarche ne vise malheureusement pas à cibler des moyens pour aider le gouvernement du Québec à accentuer son efficacité dans la lutte contre les changements climatiques, tels que la séquestration du CO₂ par l'aménagement forestier.

4.3 UTILISER LA FORÊT ET LE BOIS POUR LUTTER CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En raison de l'importance des incidences des perturbations naturelles, les objectifs du Canada en regard au Protocole de Kyoto ne peuvent être atteints selon les modèles prévisionnels d'échange de CO₂ entre les forêts et l'atmosphère (RNC, 2007a). S'il était possible d'inclure l'aménagement forestier, la transformation des produits du bois et l'effet de substitution dans l'établissement du bilan de carbone, la position canadienne en serait améliorée. Pour ce faire, il est nécessaire de stimuler l'aménagement intensif pour augmenter la quantité de carbone séquestré (Perez-Garcia *et al.*, 2005).

4.3.1 La réduction des émissions de GES

Les émissions mondiales de carbone fossile sont d'environ 7 Gt/an, ce qui représente l'équivalent d'environ la moitié de la biomasse des forêts du Canada soit un cube de bois solide de 28 km³ (Kurz, 2008a).

En 1990, les émissions de GES du Québec étaient de 83,4 Mt éq CO₂, alors qu'elles étaient de l'ordre de 84,7 Mt éq CO₂ en 2006. En novembre 2009, quelques jours avant le Sommet de Copenhague, le gouvernement du Québec a annoncé une cible de réduction de ses émissions de 20 % sous les niveaux de 1990, d'ici 2020⁷⁵, soit une cible de réduction de 16,7 Mt éq CO₂ pour 2020. Au même moment, l'objectif des États-Unis était une cible de réduction de 17 % d'ici à 2020 par rapport à 2005 et de 80 % d'ici à 2050⁷⁶.

Dans la première année d'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto, en 2005, l'Europe des 27 avait réduit de 11 % ses émissions de GES par rapport au niveau de 1990, soit une réduction de 3 % supérieure à ses engagements légaux. Au même moment au Canada, les émissions globales dépassaient de 24 % le seuil de 1990. Selon le Protocole de Kyoto, les émissions canadiennes auraient dû alors se situer plutôt à 6 % sous le seuil de l'année de référence internationale. Les émissions des États-Unis dépassaient également ce seuil, à hauteur de 17 %⁷⁷.

Aux États-Unis, le *USDA Forest Service* a récemment estimé la quantité de carbone total séquestré par les forêts du pays. Il apparaît que 41,4 Gt de carbone sont actuellement stockées dans ces forêts. À cause de l'augmentation de la superficie du territoire forestier et de l'augmentation de la quantité de carbone séquestré, il est estimé que 192 Mt additionnelles de carbone sont séquestrées chaque année. Ce carbone additionnel séquestré annuellement équivaut à environ 11 % des émissions de GES des industries américaines, soit l'équivalent de 135 millions de véhicules⁷⁸.

Les perturbations naturelles, telles que les incendies de forêt, jouent un rôle important dans le transfert de CO₂ vers l'atmosphère. Parallèlement, les épidémies d'insectes augmentent la quantité de bois mort en décomposition et, par conséquent, le transfert de CO₂ de la forêt vers l'atmosphère (RLQ, 2008). De plus, il y a des interactions importantes entre les infestations d'insectes et les feux dans la forêt boréale puisque ces attaques d'insectes induisent souvent une quantité élevée de matière combustible pendant une certaine période (Fleming *et al.*, 2002; Volney et Hirsh, 2005 dans Williamson *et al.*, 2009).

Plus de 17 % des émissions globales de carbone proviennent de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les pays en voie de développement (Meka, 2009). C'est plus que toutes les émissions mondiales du secteur des transports (Stern, 2006) et c'est comparable aux émissions annuelles totales des États-Unis ou de la Chine (Brundtland, 2009). Cependant, en freinant le déboisement et en augmentant la superficie des forêts en croissance, nous pouvons contribuer à infléchir les changements climatiques.

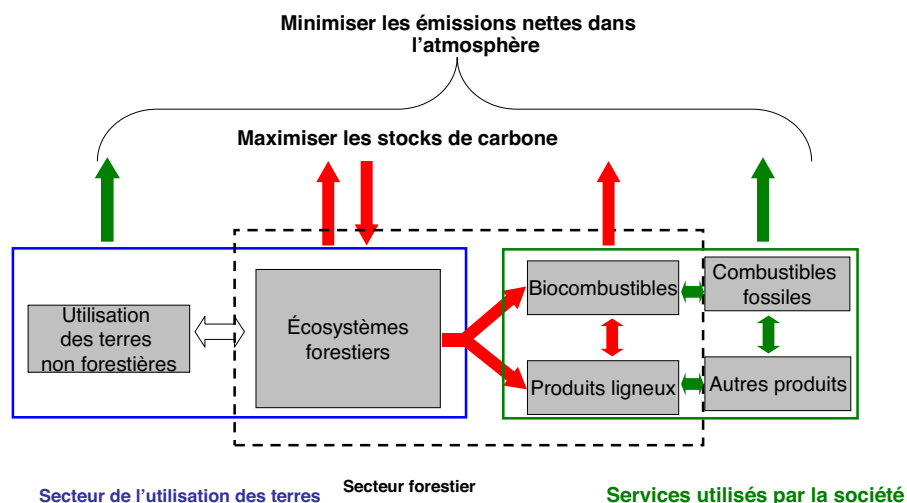
La potentiel de réduction des émissions par la déforestation et la dégradation est estimé à plus de 65 % du potentiel global de mitigation envisagé pour 2030 à l'échelle mondiale (Nabuurs *et al.*, 2007). Cependant, les phénomènes de déforestation et de dégradation sont jugés peu importants au Canada où le changement de vocation des terres est estimé à quelques 55 000 ha annuellement. Par contre, il est possible d'augmenter l'afforestation qui présente un potentiel très intéressant. Globalement, les changements dans la superficie forestière sont peu importants au Canada. Même selon les estimations les plus pessimistes, il faudrait 40 ans pour que le Canada perde 1 % de sa superficie forestière (CCMF, 2006).

La déforestation est le phénomène de régression des surfaces couvertes de forêt. Elle résulte des actions de déboisement, liées à l'extension des terres agricoles, à l'exploitation des ressources minières, à l'urbanisation ou à la construction de chemins et de routes. La récolte de matière ligneuse n'est pas de la déforestation, laquelle découle plutôt d'un changement d'affectation des terres. Il a été évalué que la déforestation a affecté moins de 0,02 % des forêts canadiennes en 2005 (RNC, 2008b).

4.3.2 Les mesures de mitigation

La forêt et le secteur forestier ne peuvent à eux seuls résoudre le problème des émissions de carbone fossile, mais ils peuvent être une partie de la solution (figure 37) (Kurz, 2008b). L'aménagement forestier, l'afforestation⁵⁸ et le reboisement sont au cœur des stratégies potentielles de mitigation des changements climatiques (RLQ, 2009; Malmshemer *et al.*, 2008).

Figure 37. Rôle des forêts et des produits du bois (Kurz, 2010)



















Selon Boucher *et al.* (2009), le reboisement d'un hectare de dénudé sec ou de lande forestière en zone boréale (au nord du 50^e) pourrait séquestrer en 70 ans une moyenne de 77 tonnes de carbone, soit 285 tonnes de CO₂. À ce sujet, il est à noter que les opérations de remise en production représentent moins de 1 % des émissions de carbone de la superficie reboisée au cours de son cycle de vie. Selon les recherches de l'UQAC⁷⁹, un hectare reboisé avec 2000 plants d'épinette noire compense, sa vie durant, l'émission de quatre tonnes de CO₂, soit l'équivalent des émissions d'une voiture qui parcourt 16 000 km dans une année (Villeneuve, 2009).

Les forêts en pleine croissance qui présentent la meilleure productivité sont aussi celles qui permettent une meilleure capture du carbone (Bernier, 2008; Malmshheimer *et al.*, 2008; Ruddell *et al.*, 2007; Mader, 2007). Parallèlement, Bernier (2008) a constaté que les forêts récemment perturbées présentaient la plus faible productivité, tandis que la meilleure performance revenait aux forêts de conifères d'âges intermédiaires (35-60 ans). Dès 1994, une résolution de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe mentionnait ce qui suit : *« il est avantageux, du point de vue de l'écologie, qu'une proportion relativement élevée des forêts nordiques soit exploitée. Cela limite les changements climatiques grâce à la fixation du carbone de l'atmosphère par les produits forestiers. Les forêts entretenues absorbent efficacement le gaz carbonique. Les forêts naturelles anciennes ne contribuent pas à l'absorption nette du gaz carbonique, mais sont importantes pour assurer la biodiversité des écosystèmes forestiers »*.







Les forêts aménagées de façon durable sont plus efficaces pour séquestrer le carbone que les forêts laissées à elles-mêmes. Les jeunes arbres en pleine croissance absorbent plus de CO₂ que les arbres matures qui vont éventuellement mourir et se décomposer, retournant ainsi le carbone emmagasiné à l'atmosphère. Les arbres récoltés au bon moment, dans une forêt aménagée durablement, maximisent la séquestration potentielle de carbone. De plus, le bois converti en produits emmagasine le carbone pendant toute la durée de leur vie utile (GIEC, 2007b; Nabuurs *et al.*, 2007)⁸⁰.

Selon le GIEC, les stratégies d'aménagement forestier qui permettent de maintenir ou d'accroître les puits de carbone tout en assurant à la société un approvisionnement durable en bois, en fibre et en énergie sont celles qui sont les plus susceptibles d'atténuer les changements climatiques (figure 38) (GIEC, 2007b).

Figure 38. Moyens d'atténuation envisageables (stock de carbone) dans le secteur forestier dans un horizon de temps donné et pour des coûts donnés (Nabuurs *et al.*, 2007)

	Mitigation Activities	Type of Impact	Timing of Impact	Timing of Cost
1A	Increase forest area <i>(e.g. new forests)</i>	↑		
1B	Maintain forest area <i>(e.g. prevent deforestation, LUC)</i>	↓		
2A	Increase site-level C density <i>(e.g. intensive management, fertilize)</i>	↑		
2B	Maintain site-level C density <i>(e.g. avoid degradation)</i>	↓		
3A	Increase landscape-scale C stocks <i>(e.g. SFM, agriculture, etc.)</i>	↑		
3B	Maintain landscape-scale C stocks <i>(e.g. suppress disturbances)</i>	↓		
4A	Increase off-site C in products <i>(but must also meet 1B, 2B and 3B)</i>	↑		
4B	Increase bioenergy and substitution <i>(but must also meet 1B, 2B and 3B)</i>	↓		

Legend

Type of Impact	Timing (change in Carbon over time)	Timing of cost (dollars (\$) over time)
Enhance sink ↑	Delayed 	Delayed 
Reduce source ↓	Immediate 	Up-front 
	Sustained or repeatable 	On-going 

Il apparaît donc que l'aménagement forestier ne fait pas partie du problème. Il représente plutôt une partie significative de la solution au problème des changements climatiques (Kurz, 2008b). Tout comme Meka (2009), Mme Lise Caron⁸¹ s'exprimait ainsi en mai 2008 : « La forêt est la solution et non le problème dans le phénomène des changements climatiques. L'aménagement forestier peut jouer un rôle non négligeable pour pallier les changements climatiques, surtout en forêt boréale. Il est connu qu'une jeune forêt est plus efficace à capter et à stocker le carbone qu'une forêt avancée en âge. De même, un aménagement forestier durable prend en compte les incendies possibles, sources de dégagement non négligeable de carbone, et s'assure d'une bonne régénération ».

En décembre 2009, lors du Sommet de Copenhague, la contribution de la gestion durable des forêts a été reconnue dans les négociations sur les changements climatiques, et des mécanismes adéquats de financements additionnels devraient être mis en place pour en réaliser tout le potentiel, tel que préconisé par Meka (2009), le GIEC (2007b) et Nabuurs *et al.* (2007).

Depuis longtemps, les États membres de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe ont été invités « à considérer les forêts gérées de façon durable comme des capteurs de gaz carbonique revêtant une importance cruciale dans la lutte contre les changements climatiques et aussi à veiller à ce que des superficies boisées suffisamment vastes soient protégées dans chaque pays et chaque région, pour assurer la biodiversité des écosystèmes forestiers » (Conseil de l'Europe, 1994). Sachant bien que la demande pour les produits du bois devrait se maintenir et même augmenter, ne serait-ce que par les besoins créés par la substitution de produits, il devient justifié de s'engager dans un aménagement de la forêt qui soit plus intensif.

La FAO⁸² fournit des données étonnantes à propos des plantations dans 61 pays. En 2005, les forêts couvraient 30 % de la surface émergée de la planète. Les forêts plantées ne représentaient pas plus de 7 % des superficies boisées mondiales, soit 270 millions d'hectares. Ces dernières absorbent jusqu'à 1,5 Gt de carbone par année, c'est-à-dire la même quantité que les émissions actuelles causées par la déforestation. Il est remarquable de constater que la production potentielle annuelle ou totale de bois provenant de ces plantations en 2005 représentait 1,2 milliard m³, soit 66 % de la production ligneuse mondiale (Meka, 2009).

4.3.3 La substitution des produits

Le GIEC (2007b) propose d'augmenter le stockage de carbone en favorisant l'utilisation de produits du bois dans le but de les substituer à des produits ayant des demandes en combustibles fossiles importants. Le tableau 13 présente les avantages de l'utilisation du bois comme matériau de construction ou comme source d'énergie en termes d'émissions de CO₂.

Tableau 13. Émissions comparatives de CO₂ (en tonnes) pour différents matériaux et sources d'énergie (Villeneuve, 2007)

Émissions de CO ₂ par tonne de matériau produite		Émissions de CO ₂ par tonne de combustible utilisée	
Matériau	Tonnes de CO ₂	Source d'énergie	Tonnes de CO ₂
Aluminium	2,7	Gaz naturel	2,75
Acier	1,83 à 2,5	Pétrole	3,08
Béton	0,8	Charbon	3,15
Bois	-1,1	Bois	0,1

Les nouvelles utilisations de la matière ligneuse ont beaucoup de potentiel et présentent un avantage environnemental incontestable par leur utilisation en remplacement de produits dérivés du pétrole ou d'autres matières comme l'acier et le béton qui sont plus polluantes. Il est intéressant de rappeler ici les données de Villeneuve (2007), lesquelles démontrent à quel point l'utilisation du bois comme matériau de construction ou comme source d'énergie est avantageuse dans la lutte contre les GES (tableau 13).

Le gouvernement du Québec a entrepris, depuis 2008, un virage important en ce sens par l'adoption de mesures visant à :

- Utiliser une plus grande quantité de bois dans la construction⁸. La Stratégie d'utilisation du bois dans les constructions non résidentielles et familiales au Québec a été mise en œuvre en mai 2008. La Coalition BOIS Québec⁸³ fait un travail remarquable en ce sens, dont la campagne de sensibilisation « *Je touche du bois* ».
- Favoriser la mise en valeur de la biomasse forestière. Le plan d'action *Vers la valorisation de la biomasse forestière* a été dévoilé en février 2009 afin de valoriser les branches, les cimes et les bois sans preneur. Ce plan vise la réduction annuelle de 1,1 million de tonnes de GES d'ici 2016⁷.
- Favoriser les biocombustibles. Le ministre du MDEIE, M. Clément Gignac, annonçait le 28 juin 2010, 110 millions de dollars pour le développement de produits de bioraffinage forestier et la mise au point de systèmes informatiques pouvant réduire la consommation d'énergie⁸⁴.

Aux États-Unis, le président Obama a fait adopter une politique qui vise à produire 25 % de l'énergie américaine à partir de ressources renouvelables d'ici 2025 (Goergen Jr, 2009). Ce programme est appelé « 25 x 25 »⁶³. Afin d'atteindre cet objectif ambitieux, les américains vont recourir, entre autres, à la biomasse forestière. Les forestiers américains estiment que la valeur commerciale des sous-produits récoltés, tels que les petites tiges coupées lors des opérations d'éclaircie, peut rentabiliser davantage ce traitement, tout en étant profitable pour la protection des forêts contre les incendies et contributif, éventuellement, dans la lutte contre les GES (Goergen Jr, 2009). Ce dernier rappelle que l'importance des incendies de forêt aux États-Unis tend à s'accroître, notamment à cause d'une surabondance de forêts âgées non aménagées, surtout dans les forêts fédérales, où il y a d'importantes quantités de combustible sec. Ces incendies, qui pourraient être mieux contrôlés par l'aménagement forestier, polluent l'air et l'eau, ont des répercussions sur les communautés environnantes et dégagent par ailleurs d'imposantes quantités de GES.

Au Québec, l'enjeu de la biomasse forestière est d'actualité et présente un potentiel qui mériterait d'être mieux précisé. Le plan d'action *Vers la valorisation de la biomasse forestière*⁷ vise à remplacer des énergies polluantes par une énergie plus propre et renouvelable qui permet de réduire les émissions de GES. Le remplacement de l'énergie fossile par des produits dérivés du bois est incontestablement plus sain pour l'environnement (tableau 13). Depuis 2009, le gouvernement du Québec a mis en place un programme d'attribution de la biomasse forestière dans les forêts du domaine de l'État, permettant aux promoteurs qui ont des projets de valorisation d'avoir accès à cette ressource naturelle à ce jour peu exploitée⁸⁵. Il est cependant nécessaire d'établir des règles qui vont permettre de l'exploiter de façon durable tout en préservant la qualité de l'environnement.

L'utilisation de la biomasse forestière est en train de devenir une solution de remplacement aux industries basées sur le pétrole et le charbon dans plusieurs pays industrialisés. Le bois est considéré comme une voie importante de la réduction de la dépendance aux énergies fossiles. Selon le Conseil économique de l'Europe, la biomasse et le bois contribuent plus à la production de l'énergie en Europe que l'énergie éolienne, solaire ou hydroélectrique⁸⁶.

Il existe un potentiel majeur de produits pouvant être dérivés de la forêt. Ils ne font probablement que commencer à émerger des projets de recherche. Déjà, on voit des constructions en bois qui auraient passé pour très audacieuses il n'y a pas si longtemps, tel que le nouveau stade de soccer Chauveau à Québec⁸⁷. Les nouveaux procédés de construction avec des structures de bois lamellés laissent entrevoir de grandes avancées dans ce domaine. Les designs architecturaux peuvent être plus élaborés qu'auparavant et comporter plus de composantes en bois parce que les produits d'apparence sont plus performants, comme le bois torréfié, par exemple. Le *Code de construction du Québec* a même été modifié pour accepter ces nouveaux produits.

À des fins de comparaison, une poutre conçue pour porter une charge permanente de 75 kg/m et une charge d'exploitation de 300 kg/m sur une portée de 7,5 mètres requiert pour sa fabrication l'émission de 101 kg de CO₂ si elle est faite en acier, de 76 kg si elle est en béton et de 6 kg si elle est en bois. De plus, cette même poutre en bois constitue un stock de carbone de 101 kg de CO₂ pour la durée de vie du bâtiment (Beauregard, 2009). De même, en substituant 1 BTU généré par le pétrole par l'équivalent en éthanol cellulosique, les GES sont réduits de 90,9 % (Malmshemer *et al.*, 2008).

Quant au secteur des pâtes et papiers, des bioproduits sont ou seront bientôt mis en circulation. Un raffinage supplémentaire de la pâte de bois permet maintenant de produire des nanocristallines cellulosiques qui entreront dans la confection des vernis et des peintures, en remplacement des produits dérivés du pétrole. De leur côté, les papiers bioréactifs permettent, par exemple, de détecter une contamination virale, de désactiver un agent pathogène ou de détecter la qualité et la fraîcheur d'un aliment⁸⁸.

Quelle sera la valeur de ces nouveaux produits et leur rôle à l'avenir? Et qui va les fabriquer? Personne ne peut le prédire actuellement. Cependant, les possibilités sont prometteuses, tant du point de vue de l'économie que sur les plans écologique et environnemental.

Les bienfaits tirés du milieu forestier sont amplifiés lorsqu'il y a substitution des produits du bois à ceux des industries du béton, de l'acier et du pétrole, grandement plus polluantes, car elles dégagent d'importantes quantités de GES⁸⁹ sans fixation, ni séquestration (Meka, 2009; RNC, 2007a; Malmshemer *et al.*, 2008). Lors d'une conférence internationale sur la séquestration du carbone dans les produits du bois⁸⁹, les participants ont unanimement reconnu que ces derniers agissent comme réservoirs de carbone lesquels doivent être reconnus dans les futurs accords internationaux sur les changements climatiques.

Le bois est une ressource renouvelable qui, lorsque retiré de forêts gérées durablement, constitue un réservoir efficace de stockage de carbone. Bien que la récolte du bois réduise temporairement la quantité de carbone dans la forêt, une grande partie du carbone récolté est emmagasinée dans les produits forestiers durant de nombreuses décennies. Lorsque le bois est utilisé dans la fabrication de produits ayant une longue durée de vie utile, comme les habitations et le mobilier, la réduction des émissions de GES est importante par rapport à d'autres matériaux plus énergivores et plus polluants, tels le béton, l'acier, l'aluminium et le plastique (FAO, 2008).

Le GIEC (2007b) reconnaît que l'utilisation du bois, comme substitut au béton dans la construction, est une contribution tangible à la réduction des GES. Il reconnaît également que l'utilisation de résidus de coupe de bois et de résidus de la transformation du bois ou du bois postconsommation constitue un substitut carbone-neutre aux combustibles fossiles qui sont la première source d'émission de GES (Beauregard, 2009). Villeneuve⁹⁰ mentionne que « *Si l'on est capable d'utiliser de plus en plus le bois comme matériau ou de faire croître de plus en plus de forêts, on captera de plus en plus de gaz à effet de serre, ce qui nous permettra de réduire la vitesse du changement climatique* ».

Il est maintenant reconnu que les bois récoltés au moment de la maturité biologique d'une forêt contribuent davantage à la lutte aux changements climatiques parce que les produits transformés stockent le carbone pour une longue période de temps. On parle alors des produits du bois en tant que réservoirs de carbone. Autrement, les arbres meurent sur pied, se décomposent et libèrent à moyen terme le carbone qu'ils avaient séquestré. Si, par surcroît, le matériau bois est utilisé pour remplacer le béton ou l'acier dans la construction, ou encore si la biomasse forestière est utilisée comme source d'énergie de substitution pour remplacer les combustibles fossiles, alors, dans chacun des deux cas, l'usage du bois récolté dans une forêt aménagée de façon durable contribue à éviter l'émission de GES, améliorant du même coup le bilan environnemental du carbone lié au bois et à la forêt.



L'Europe établit présentement un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (*cap and trade*). Dans ce cadre, on reconnaît et on paie des crédits de carbone pour l'utilisation du bois servant à produire de l'énergie et à substituer des combustibles fossiles, de même qu'en regard à l'utilisation du bois dans la construction, en substitution du béton et de l'acier.

Ainsi, cet important réservoir que constitue la forêt doit faire partie de la comptabilité du carbone lors de l'évaluation des divers scénarios d'aménagement forestier. Cette comptabilité devrait également englober les émissions évitées grâce à l'utilisation du bois ou de la biomasse forestière, en substitution à certains matériaux de construction, tels le béton et l'acier, ou à des sources d'énergie à base de combustibles fossiles. Ce qui a d'ailleurs été reconnu lors du Sommet de Copenhague en 2009.

4.3.4 L'adaptation des forêts aux changements climatiques

Les changements climatiques ont déjà induit des impacts sur l'état actuel des forêts. Il faut dorénavant aider les forêts à s'adapter (Blate *et al.*, 2009, Williamson *et al.*, 2009).

L'adaptation des forêts aux changements du climat s'inscrit dans un processus impliquant la réalisation d'une diversité d'actions : évaluer la vulnérabilité, renforcer la capacité d'adaptation, intégrer automatiquement la question des changements du climat aux décisions, considérer les changements climatiques dans les visions et les plans à long terme, partager les connaissances ainsi que mettre en œuvre et suivre des essais opérationnels (RNC, 2008a).

S'il est admis que les conditions futures des écosystèmes seront différentes de celles du passé et du présent, il existe une grande incertitude à propos de ces changements. Des approches flexibles seront nécessaires pour adapter notre capacité à modifier les trajectoires d'évolution à mesure que les connaissances seront disponibles. Il n'y aura pas de solution unique pour faire face à ces changements, et la meilleure stratégie est de faire appel à un ensemble d'approches pour différentes situations (Millar *et al.*, 2007). Ces derniers suggèrent des stratégies d'adaptation et de mitigation.

Même si les mesures d'adaptation envisageables sont mises en œuvre complètement, certains aspects des changements climatiques risquent au cours de ce siècle, de dépasser la capacité d'adaptation de nombreuses forêts (Seppälä *et al.*, 2009). Les mécanismes d'adaptation présentent différents aspects. On peut, entre autres, évoquer l'adaptation aux effets anticipés d'un point de vue opérationnel ou encore dans la planification stratégique⁹¹. Étant donné la grande superficie couverte par la forêt boréale au Québec, des mesures d'adaptation à grande échelle sont difficilement applicables. De plus, les incertitudes entourant les impacts potentiels limitent la mise en œuvre de mesures très précises à court terme⁹¹.

D'après OURANOS (2010), les stratégies d'adaptation et d'acclimatation devront comprendre des efforts de sensibilisation, de surveillance et d'aménagement de la forêt. La prise en compte des effets des changements climatiques dans la planification stratégique pourrait permettre de minimiser la propagation du feu ainsi que la prolifération d'insectes et de maladies. La détermination du potentiel forestier devra également tenir compte de l'impact des changements climatiques sur la productivité des différentes espèces exploitées. Une autre option d'adaptation serait de faciliter la migration des forêts par la plantation d'espèces et de génotypes mieux adaptés aux nouvelles conditions climatiques ainsi que de limiter la fragmentation des habitats (Spittlehouse et Stewart, 2004). Williamson *et al.* (2009) conseillent d'enchâsser les principes de gestion du risque et de gestion adaptative dans l'aménagement forestier.

Il est nécessaire d'adapter la gestion forestière afin de réduire la vulnérabilité de la forêt et de maintenir la viabilité des activités forestières. Selon Williamson *et al.* (2009), les mécanismes d'adaptation permettront entre autres de :

1. tirer profit des nouvelles possibilités;
2. réduire les impacts potentiellement négatifs des changements climatiques;
3. réduire les risques associés à ces changements.

Plusieurs auteurs (Millar *et al.*, 2007; Blate *et al.*, 2009; Klenk *et al.*, 2009; Bernier et Schoene, 2009) insistent sur la nécessité de disposer d'une variété d'approches ou de scénarios (boîte à outils) pour aider à affronter les conditions qui vont se présenter dans l'avenir et qui risquent de varier en fonction des échelles spatiales et temporelles, et d'être influencées selon le niveau de la prise de décisions et l'échelle d'application (stratégique, tactique, opérationnelle, provinciale, régionale, locale). Les études tendent à démontrer que la planification à l'échelle régionale implique des niveaux d'incertitude et de risque plus acceptables et plus appropriés qu'à l'échelle locale (Millar *et al.*, 2007).

Les stratégies d'adaptation visant à aider les écosystèmes à s'adapter aux changements climatiques incluent des options de résistance (pour prévenir les effets et protéger les ressources de grande valeur), de résilience (pour améliorer la capacité des écosystèmes à retourner à des conditions désirées après une perturbation) et de réaction (pour faciliter la transition d'un écosystème à partir des conditions actuelles vers de nouvelles conditions) (Millar *et al.*, 2007). Une approche réactive peut être justifiée si l'incertitude et les coûts sont considérés trop élevés par rapport aux impacts attendus et aux risques encourus (Blate *et al.*, 2009).

Dans le même ordre d'idées, Bernier et Schoene (2009) distinguent aussi trois approches possibles pour adapter les forêts aux changements climatiques : pas d'intervention en vue de ces changements, une adaptation réactive et une adaptation planifiée des interventions. Malheureusement, la plupart des aménagements se limitent actuellement à la première, ou au mieux, à la seconde catégorie. Pas d'intervention signifie « *faire comme d'habitude* », la forêt s'adaptera plus ou moins, comme elle l'a fait dans le passé. L'adaptation réactive est l'action prise après les faits, « *traverser la rivière quand on sera rendu au pont* ». L'adaptation planifiée implique la redéfinition des objectifs stratégiques et des pratiques forestières en prévision des risques et des incertitudes liés aux changements climatiques.

L'ampleur et la vitesse des changements et le temps de réaction aux aménagements, combinés avec les ressources limitées et les budgets disponibles, impliquent que des priorités doivent être établies (Millar *et al.*, 2007). Ces derniers proposent une approche empruntée au domaine médical : le triage ou la caractérisation des risques. L'application du triage offre une approche systématisée pour départager les situations d'aménagement en catégories, en fonction de l'urgence, de la sensibilité et de la capacité des ressources disponibles pour atteindre l'objectif fixé au niveau stratégique. Les évaluations et les changements de priorité doivent être révisés fréquemment, spécialement lorsque les conditions changent rapidement (Millar *et al.*, 2007; Williamson *et al.*, 2009).

L'adaptation planifiée prend comme base des évaluations périodiques des conditions de la forêt et s'harmonise aux connaissances acquises, pour être en mesure d'évaluer la vulnérabilité ou les risques en développant des stratégies (Bernier et Schoene, 2009). La surveillance intensive de la forêt fournit des signaux d'alerte sur son état, aidant ainsi à réduire l'incertitude, à minimiser les pertes et à réajuster les objectifs à court terme. Après une perturbation importante, une évaluation rapide sera utile pour planifier la récupération des bois et prévoir notamment les conséquences sur la disponibilité de la matière ligneuse.

5. LES ENJEUX SOCIOÉCONOMIQUES EN FORÊT BORÉALE

Le présent chapitre porte sur les dimensions économiques et sociales du développement durable, en rapport aux deux critères d'AFD du CCMF (1997) qui ne sont pas de nature environnementale. À cet égard, le critère 5 réfère au « Maintien des avantages socio-économiques multiples que les forêts procurent à la société », alors que le critère 6 réfère à « La prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées ».

En termes de développement durable, précisons en premier lieu que les considérations économiques et sociales semblent moins bien documentées sur le plan des connaissances et des techniques d'analyse que la dimension environnementale. Force est d'admettre que les modèles traditionnels d'analyse économique ne sont pas vraiment adaptés pour considérer les valeurs autres que financières. Il apparaît donc primordial à cet effet de mettre à profit les outils d'aide à la décision, tels que les méthodes multicritères et les techniques de gestion du risque et de l'incertitude, d'autant plus que les populations régionales concernées sont appelées à prendre une place importante dans la définition des orientations de gestion du milieu forestier par l'entremise des Commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT). Dans ce contexte, il est important d'outiller les « décideurs » de tous les milieux afin qu'ils puissent prendre des décisions éclairées et équilibrées face aux nombreux besoins et préoccupations à considérer en matière de développement régional.

En regard du développement durable, nous ne saurions trop insister sur l'importance de la recherche d'un juste équilibre entre les dimensions économique, sociale et environnementale. De cette façon, alors que les enjeux socioéconomiques ne peuvent être isolés des enjeux environnementaux, la réciproque demeure tout aussi vraie. Ces éléments doivent se compléter de manière à présenter une vision globale, équilibrée et éclairée par les multiples perspectives du développement du territoire et de ses ressources, au bénéfice des présentes communautés et des générations à venir.

5.1 LE MAINTIEN DES AVANTAGES SOCIOÉCONOMIQUES MULTIPLES QUE LES FORÊTS PROCURENT À LA SOCIÉTÉ (CRITÈRE 5)

Les forêts du Québec procurent une gamme diversifiée de bénéfices économiques et sociaux à la population. Historiquement, la forêt s'avère une importante source de création d'emplois et de richesse, principalement associée aux activités industrielles du secteur forestier. Outre les produits du bois, la forêt génère des produits forestiers non ligneux, des contributions environnementales notamment en rapport à la qualité

de l'air et de l'eau, des paysages et des habitats fauniques, de même qu'elle supporte diverses activités récréotouristiques, en matière de chasse et pêche, de randonnées, de loisirs et autres. De nouveaux produits, dérivés du bois, semblent poindre par ailleurs du côté des nouvelles technologies⁹².

L'accès au territoire et aux ressources du milieu forestier par les communautés concernées, de même que le partage des bénéfices et la durabilité des ressources correspondent à des valeurs fondamentales de la société québécoise. Ces valeurs constituent des éléments clés d'équité et d'acceptabilité sociale. L'aménagement durable des forêts, pris globalement, devrait permettre à tous les Québécois de bénéficier à long terme des avantages que leur procure le milieu forestier⁹².

En rapport à ce critère d'AFD, le MRNF a défini quatorze indicateurs, dont cinq font actuellement l'objet de mesures, permettant d'apprécier l'évolution de la situation quant au maintien des avantages socioéconomiques multiples que les forêts procurent. Ces indicateurs sont traités sous trois aspects : les avantages économiques, la répartition de ces avantages et leur durabilité⁹². Pour le premier aspect, soit les avantages économiques, deux des cinq indicateurs sont mesurés : la contribution des produits ligneux au produit intérieur brut ainsi que la valeur des produits ligneux de seconde transformation. Pour ce qui est de la durabilité des avantages économiques, les trois indicateurs suivants font l'objet de mesures : l'utilisation durable de la ressource bois, les emplois liés aux ressources forestières et la certification forestière⁹².

5.1.1 Le secteur forestier au Québec

Les activités forestières sont reconnues comme un secteur industriel clé dans l'économie régionale du Québec. De fait, les données du dernier recensement de la population indiquent que 209 municipalités du Québec retirent des avantages économiques de l'industrie des produits forestiers, alors que 140 d'entre elles dépendent presque exclusivement des retombées économiques de ce secteur d'activités (MRNF, 2008a). Cette section aborde brièvement l'importance du secteur forestier au Québec ainsi que quelques aspects relativement à la crise que traverse actuellement l'industrie forestière.

Importance du secteur forestier au Québec

L'évolution de la contribution totale des industries de produits forestiers ligneux à l'économie nationale (PIB du Québec), renseigne sur la santé économique du secteur forestier. En terme absolu, cette contribution a diminué de 2,1 % (2,6 milliards de dollars de baisse du PIB forestier) de 2001 à 2006 (MRNF, 2008b). Parmi les cinq industries du secteur forestier qui se partagent le marché (figures 39 et 40), les industries du papier et des produits en bois occupent 60 % de l'activité économique. L'industrie du papier, fortement touchée par la crise, est responsable à elle seule de 52 % de la diminution enregistrée. Durant la même période, les exportations québécoises de pâtes et papiers ont connu une baisse significative, passant de 8 milliards de dollars à 7,5 milliards de dollars.

Figure 39. Parts de marché des industries du secteur forestier en 2006 (MRNF, 2009b)

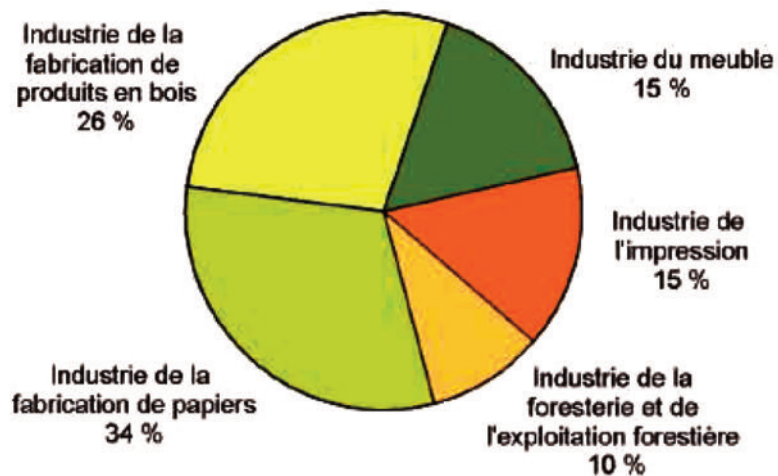
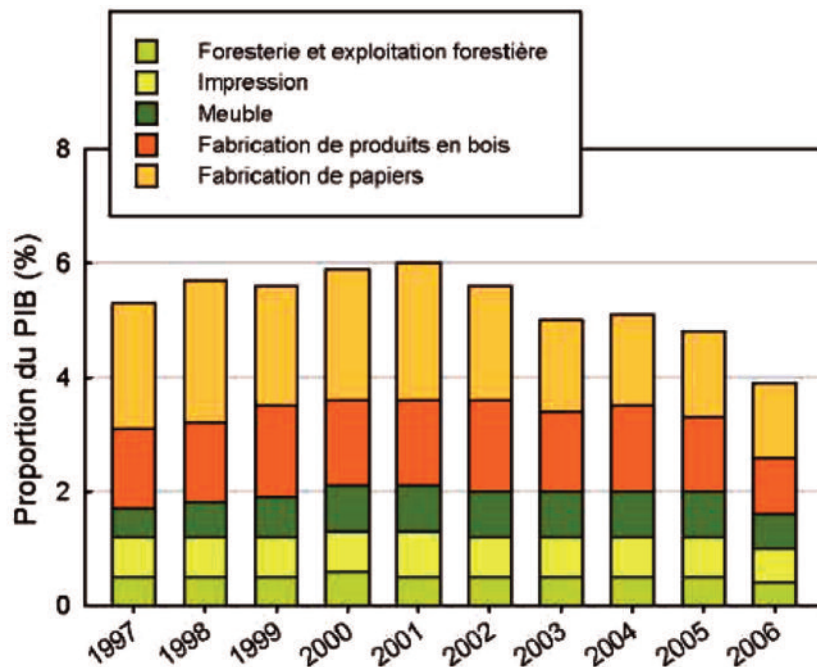
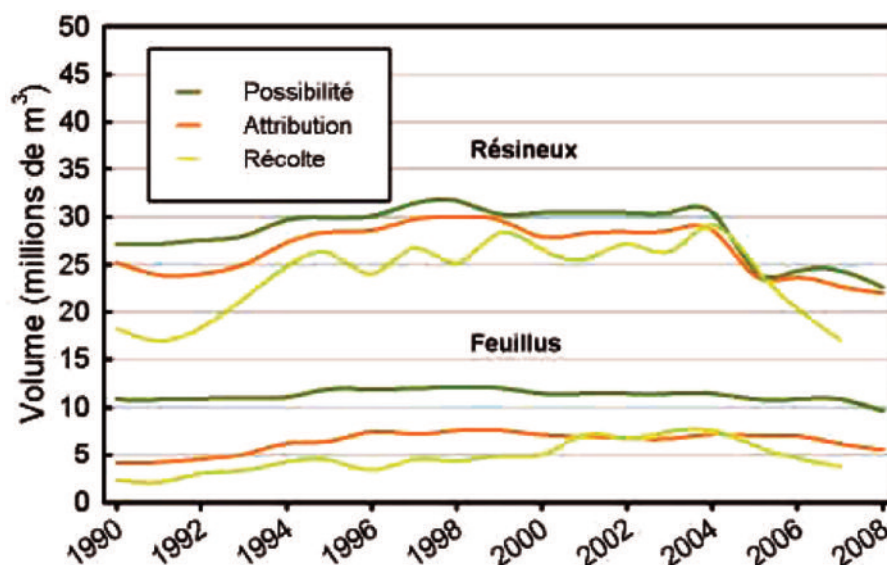


Figure 40. Contributions des industries de produits forestiers ligneux au PIB du Québec, de 1997 à 2006 (MRNF, 2009b)



Les niveaux des possibilités forestières, des attributions et de la récolte indiquent la tendance de l'activité forestière. Ils atteignaient leurs plus hauts taux de 1995 à 2005 (figure 41). À la suite des recommandations de la Commission Coulombe (CEGFPO, 2004), le MRNF a réduit la possibilité forestière de 20 % en 2005 pour les essences du groupe SEPM et de 5 % dans le cas des autres essences. Pour ces mêmes essences, la réduction atteignait toutefois 25 % sur le territoire de l'Entente concernant une nouvelle relation entre le gouvernement du Québec et les Cris du Québec (Paix des Braves). Ces baisses de possibilité forestière s'appliquaient à la période 2005-2008 (BFEC, 2010), ce qui a induit sur les attributions et la récolte forestière.

Figure 41. Possibilités forestières, attributions et récolte sur les terres publiques de 1990 à 2008 (BFEC, 2006 et 2008)



La crise forestière : un défi de taille

Au Québec, le secteur forestier s'est imposé depuis des décennies comme l'un des principaux piliers de l'activité économique et du développement régional. Il n'y a pas si longtemps encore, nul n'aurait mis en doute la vigueur et la stabilité de ce secteur industriel à long terme. À l'heure de la mondialisation, les années 2000 auront toutefois marqué un tournant majeur alors que l'industrie forestière traverse la plus importante crise de son existence, entraînant la perte de milliers d'emplois et compromettant sérieusement la vitalité de l'économie locale en région. Un portrait de situation s'impose pour comprendre l'ampleur de cette crise forestière, dont le début origine plus formellement de l'année 2004. Précisons que celle-ci découle principalement de la hausse de la concurrence internationale, de la montée du dollar canadien et de la baisse de prix résultant de la diminution de la demande nord-américaine pour le papier journal.

Compte tenu de la chute de la demande et des prix sur les marchés au cours des dernières années, tant pour les produits du bois que pour les pâtes et papiers, le nombre d'emplois en forêt a reculé de 6 409 entre juillet 2004 et juillet 2010. Au cours de cette période, le volume annuel moyen de bois transformé en provenance des forêts publiques (toutes essences) est passé de 31,9 millions de m³ en 2004-2005 à 16,3 millions de m³ en 2009-2010, ce qui représente une baisse substantielle de 49 %.

La crise forestière que traverse actuellement l'industrie a malheureusement entraîné de nombreuses fermetures ou ralentissements d'usines. Le secteur forestier emploie généralement plus de 116 000 travailleurs. De 2000 à 2008, plus de 32 000 travailleurs ont perdu leur emploi, dont 94 % de 2003 à 2008. Du 1^{er} avril 2005 au 15 octobre 2008, 211 usines de produits du bois, des pâtes et papiers et du meuble en bois ont été touchées par des fermetures ou des réductions de personnel (MRNF, 2008a). Ces mesures sont définitives pour 100 usines et temporaires pour 111. Les industries de produits du bois, des pâtes et papiers et du meuble en bois comptaient 104 400 emplois en avril 2005. En octobre 2008, 14 % des travailleurs étaient touchés par des suppressions d'emplois (7 % de façon temporaire et 7 % de façon définitive) (MRNF, 2008a). La résultante de cette crise forestière entraîne nécessairement une décroissance de l'activité économique en région ainsi qu'un appauvrissement significatif des populations habitant dans les municipalités très dépendantes des activités forestières.

Il convient de préciser que la recherche du maintien ou de la consolidation des emplois et de la richesse collective ne se traduit pas nécessairement par une augmentation de la récolte de bois. Plusieurs facteurs entrent en jeu, dont le type de produit généré, la valeur ajoutée qui y est rattachée ou encore la vigueur du dollar canadien. Et encore faut-il que la demande du marché soit au rendez-vous. La présente crise forestière confronte les décideurs à questionner les façons de faire par rapport au milieu forestier, dans une logique de cohabitation, et à diversifier l'économie des régions ressources, précisément en misant davantage sur les produits du bois à valeur ajoutée et sur l'éventail des autres produits et contributions de la forêt. Dans une perspective de développement durable, c'est l'ensemble de ces variables économiques qui doit être pris en compte lors des décisions et des interventions, pour tout ce qui concerne l'occupation, l'utilisation et l'aménagement durable du territoire.

On peut conclure que cette crise aura eu de lourdes conséquences sur le plan social et économique. À l'heure de la mondialisation, dans le domaine forestier, rien ne sera vraiment plus comme avant. Nous sommes collectivement dans une époque qui aura largement marqué l'histoire des régions forestières du Québec.

5.1.2 Les produits forestiers non ligneux

Le secteur des produits forestiers non ligneux (PFNL) offre un potentiel commercial qui est intéressant de considérer selon les régions. Au Canada, la production annuelle de produits forestiers non ligneux est évaluée à 241 millions de dollars⁹³. Plus de 500 produits forestiers non ligneux sont actuellement commercialisés au Canada (tableau 14). Par exemple, le bleuet sauvage a compté pour plus de 45 millions de dollars dans l'économie du Québec en 2007⁹⁴. De même, certains autres produits forestiers, dont la popularité est en expansion, sont en train d'émerger et de prendre une place non négligeable dans l'activité économique régionale. Le tableau 15 présente les prix de quelques produits forestiers non ligneux au Canada.

Tableau 14. Catégories et exemples de produits forestiers non ligneux (Adapté de CCMF, 2005)

Catégorie	Exemple
Produits alimentaires	Champignons, petits fruits, miel, sirop d'érable, viandes sauvages, etc.
Matériaux et produits de fabrication	Produits chimiques, huiles essentielles, bioplastique, etc.
Produits de santé et d'hygiène personnelle	Produits pharmaceutiques, nutraceutiques, cosméceutiques, plantes médicinales, etc.
Articles de décoration et d'ornement	Produits floraux et verdure, artisanat, arbres de Noël, etc.
Produits écologiques	Biocarburants, biomasse, biopesticides, etc.
Produits d'aménagement paysager et de jardinage	Arbres, arbustes, fleurs, herbacées, paillis, etc.

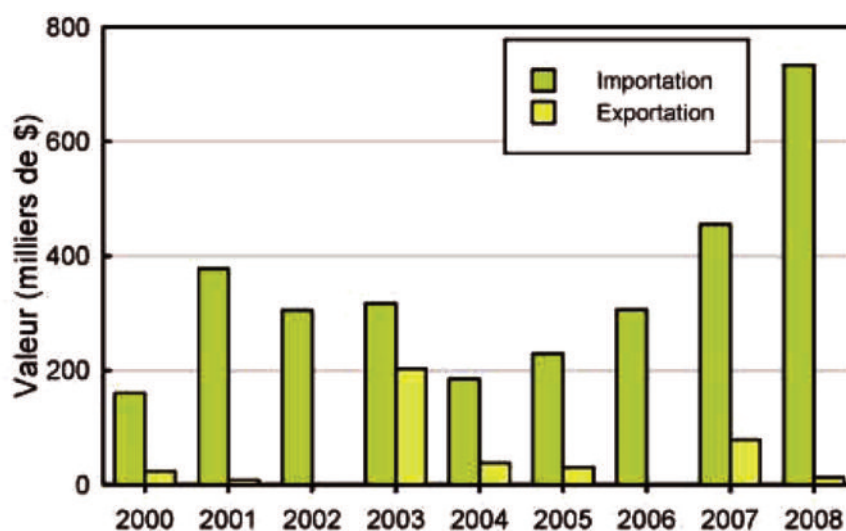
Tableau 15. Prix de quelques produits forestiers non ligneux au Canada (Lamérand *et al.*, 2008 et plus spécifiquement Léveillé, 2008 pour les branches de sapin baumier)

Produits forestiers non ligneux (année)		Prix au Canada
Petits fruits		
Amélanchier (2007)	Frais	4,5 \$/kg
	Congelé	5 \$/kg
	Transformé	8 à 10 \$/litre
Bleuet sauvage (2007)	Frais	2,5 \$/kg
	Congelé	3 \$/kg
	Séché	40 à 50 \$/kg
	Transformé	10 à 12 \$/litre
Canneberge sauvage (2007)	Frais	7 à 11 \$/kg
Camarine (2007)	Frais	11 à 13,2 \$/kg
	Congelé	8 \$/kg
	Acheteurs	2,75 à 3,63 \$/kg
Sureau du Canada (2007)	Transformé	2,5 à 9 \$/litre
Viorne trilobée (2007)	Frais	2,75 à 4,95 \$/kg
	Transformé	9,95 \$ pour 200 g
Champignons		
Chanterelle commune (2007)	Frais	6,5 à 11 \$/kg
	À la ferme	15 \$/kg
	Marché de détail	25 \$/kg
	Séchée	75 à 100 \$/kg
Matsutaké (2007)	Séché	147 \$/kg
Morille (2005)	Frais	6 à 22 \$/kg
Autres		
Ginseng à cinq folioles (2005)	Cultivé ou cueilli en forêt	230 à 630 \$/kg
	Cultivé en champ	22 à 31 \$/kg
Hydraste du Canada (2000)	Séché	66 à 88 \$/kg
If du Canada (2005)	Séché	11 \$/kg
Sapin baumier (2007)	Branche	0,40 à 1 \$/kg
	Couronne (12 po)	10 à 20 \$
	Gomme de sapin	35,5 à 44,4 \$/kg
Tête de violon (2005)	Frais	4 à 5 \$/kg
	Acheteurs	1,2 à 1,5 \$/kg

Dans la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean (FMLSJ), un inventaire a permis de constater un potentiel pour la récolte d'une dizaine d'espèces de champignons à haute valeur gastronomique⁹⁵. Il convient de préciser que le marché mondial des champignons forestiers vaut son pesant d'or. Ainsi, en 2004, il s'est récolté pour 250 millions de dollars de bolets, 1,25 milliard de dollars de chanterelles, 500 millions de dollars de matsutake et 100 millions de dollars de morilles. En Colombie-Britannique, ce marché représente plus de 60 millions de dollars annuellement. Au Québec, 5 tonnes de champignons forestiers ont été récoltées en 2006 et 15 tonnes en 2007⁹⁵.

D'autres produits du même type présentent également un potentiel intéressant en ce qui a trait aux retombées économiques en région. Ainsi, l'if du Canada, de même que les huiles essentielles extraites des branches de sapin sont deux produits de plus en plus convoités par l'industrie pharmaceutique (figure 42).

Figure 42. Importations et exportations d'huiles essentielles de résineux au Québec de 2000 à 2008 (MRNF, 2008b et 2009b)



De même, quoique la récolte de thé du Labrador reste encore marginale en raison entre autres d'un marché peu structuré, sa valeur commerciale n'en demeure pas moins fort intéressante. Aux dires de l'UPA, les feuilles de thé du Labrador se vendent de 30 à 50 dollars le kilogramme sur le marché québécois.

5.1.3 Les activités récréotouristiques liées à la faune et au plein air

Faune Québec⁹⁶ fournit une grande quantité d'informations sur l'apport des activités liées à la faune dans l'économie québécoise. D'après les statistiques de 2007, il est estimé que 3,4 millions de Québécois pratiquent au moins une activité récréative liée à la faune et à la nature. Ces loisirs représentent 290 millions de jours, 3 milliards de dollars de dépenses, 32 100 emplois en équivalent temps plein et 818 millions de dollars en salaires versés. La valeur ajoutée générée par la pratique de ces activités est de l'ordre de 1,5 milliard de dollars annuellement, rapportant des revenus de 454,1 millions de dollars au gouvernement québécois et 358,1 millions de dollars au gouvernement fédéral. Le tableau 16 donne quelques statistiques en regard des activités liées à la faune et au plein air.

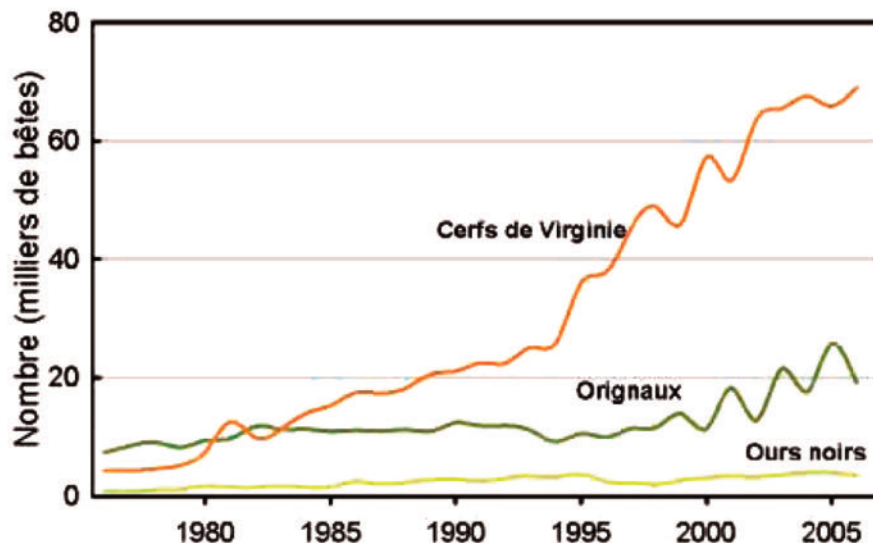
Tableau 16. Retombées québécoises associées aux activités liées à la faune et au plein air (BFEC, 2010)

Type ou secteur d'activités	Valeur des retombées annuelles (X 1 000 000 \$)
Loisirs liés à la faune ou à la nature	3 000
Baux de villégiature	5,5
Pourvoiries (2006)	124
Réerves fauniques (2000)	19,5
Zones d'exploitation contrôlée	14
Permis de chasse, de pêche et de piégeage (2008)	27,5

Plus spécifiquement, précisons que la chasse à l'orignal contribue à l'essor économique des régions. Au-delà de la conservation de l'espèce, le plan de gestion vise la mise en valeur de la ressource (Lamontagne et Lefort, 2004). La valeur économique d'un orignal se mesure par la dépense moyenne des chasseurs par orignal récolté. En 2005, leurs dépenses ont totalisé près de 178,8 millions de dollars pour 25 778 bêtes récoltées, pour une valeur moyenne de 6 938 dollars par orignal. En 2005, le cheptel d'originaux, constitué de 115 753 bêtes, représentait une valeur théorique de 803,1 millions de dollars. Ainsi, les dépenses des chasseurs résidents ont permis la création ou le maintien de 1 891 emplois et ont généré des revenus fiscaux et parafiscaux de 25,7 millions de dollars pour le gouvernement québécois (BFEC, 2010)⁹⁷.

D'autre part, la récolte du cerf de Virginie connaît un essor depuis le début des années 1980, en raison d'une croissance soutenue de sa population (figure 43). Quant à l'ours noir, la récolte est limitée pour éviter la surexploitation de l'espèce (BFEC, 2010). Précisons finalement que les activités de piégeage ont généré des ventes totales de fourrures d'animaux sauvages estimées à près de 6 millions de dollars en 2006-2007.

Figure 43. Récolte d'orignaux, de cerfs de Virginie et d'ours noirs au Québec de 1976 à 2006 (Gignac, 2007)



5.1.4 La valeur environnementale de la forêt

En plus de l'apport économique de la forêt en produits et biens tangibles, il est tout aussi essentiel de considérer l'incidence de ses nombreuses contributions environnementales. En réalité, la forêt contribue de multiples façons au bien-être de la société, que ce soit sur le plan de la protection des sols et de l'eau, du maintien de la biodiversité, également comme milieu de récréation et de villégiature, en tant qu'habitats fauniques ou encore par ses contributions écologiques telles que son rôle dans la séquestration du carbone atmosphérique (CO₂) par la photosynthèse; processus contribuant à lutter contre les changements climatiques.

Ainsi, les écosystèmes forestiers et les ressources naturelles possèdent une valeur environnementale qu'il est nécessaire d'évaluer pour être en mesure de prendre de bonnes décisions de gestion. Présentement, les décideurs disposent de peu de moyens pour quantifier la valeur environnementale provenant des écosystèmes forestiers. Quelques méthodes semblent se développer afin de combler cette lacune. C'est notamment le cas d'une méthode qui se base sur l'estimation de ce que la société perd lorsque les écosystèmes se dégradent. Elle est utilisée, à l'échelle canadienne, par des experts qui aident les décideurs à évaluer les options et les effets de politiques envisagées. La valeur environnementale s'assure de tenir compte des liens entre la santé de l'environnement et celle de l'économie⁹⁸.

5.1.5 Des apports économiques méconnus

Il existe une grande variété de produits de la forêt, du bois et de ses dérivés, dont certains sont plus abstraits que d'autres. Alors que le bois est largement connu comme matériau de construction, de fabrication d'ameublements, comme combustible et comme matière première à la base de la fabrication du papier et du carton, une foule d'autres produits provenant de la forêt font partie de notre quotidien, sans que nous en ayons véritablement conscience.

Ainsi, nous portons des vêtements en rayonne, fabriquée à partir de la cellulose. Nous consommons de la crème glacée, de la gomme à mâcher, du chocolat chaud, de la pâte dentifrice, des produits cosmétiques, lesquels ont tous en commun un additif alimentaire à base de bois, qui assure la texture à ces produits. Par ailleurs, le vinaigre qui sert à la fabrication des marinades et du ketchup, est issu de la fermentation des sucres du bois. Le bois est également utilisé dans la fabrication de la matière isolante des fils électriques. Dans les voitures, le détonateur des coussins gonflables est composé de nitrocellulose, un dérivé du bois fabriqué au Québec. Un autre dérivé du bois, l'acétate de cellulose, donne une meilleure définition à l'image de nos écrans d'ordinateurs et de télévisions à cristaux liquides. Même les trombones sont recouverts d'un vernis à base de bois qui les empêche de rouiller⁹⁹.

Il est probablement impossible d'évaluer la valeur de l'ensemble de ces composantes et de leur contribution à l'économie. Néanmoins, le bois fait partie intégrante de notre vie quotidienne, que nous en soyons conscients ou non.

À ces produits, s'ajoutent de nouveaux constituants provenant de la fibre, tels les nanocristallines, la production d'éthanol et les papiers bioréactifs¹⁰⁰. Ces produits sont encore, pour la plupart, en phase de recherche et d'expérimentation. Une usine pilote est en construction à Windsor afin de produire les nanocristallines sur une base industrielle. Quel sera l'effet de ces nouveaux produits sur l'emploi et l'économie? Il existe peu de données socioéconomiques sur ces nouveautés, mais on peut supposer que les bénéfiques seront importants pour l'économie du Québec à plus long terme.

5.2 LA PRISE EN COMPTE, DANS LES CHOIX DE DÉVELOPPEMENT, DES VALEURS ET DES BESOINS EXPRIMÉS PAR LES POPULATIONS CONCERNÉES (CRITÈRE 6)

Ce critère réfère essentiellement à la participation de la population concernée directement par les enjeux régionaux en cause. Cette participation constitue un outil essentiel pour définir de nouveaux équilibres entre les intérêts multiples de la société, en vue d'orienter les choix régionaux. Puisque chaque région est différente par ses aspirations, par la diversité de ses ressources, par son historique d'utilisation et de cohabitation avec le milieu forestier et pour toutes autres considérations, il n'y a pas de recette unique de développement. Il appartient à la population régionale de s'engager consciemment et de

faire des choix éclairés dans la protection et la mise en valeur de son territoire et de ses ressources. Il est toutefois essentiel de clarifier préalablement les rôles et les modalités de fonctionnement. Ainsi, les instances régionales appelées à représenter leur milieu doivent être définies préalablement. Les modalités de consultation et de participation doivent, quant à elles, être définies par l'environnement législatif et réglementaire.

L'aménagement durable des forêts va au-delà des considérations biologiques, environnementales et économiques. Ce concept fait une place importante aux citoyens, aux valeurs sociales, à la qualité de vie des individus et à celle des collectivités. L'aménagement durable des forêts doit également tenir compte de la façon dont la société s'organise pour perpétuer ses rapports avec les ressources forestières, dans l'intérêt des générations actuelles et futures¹⁰¹.

Ce critère porte sur l'efficacité de nos institutions à gérer les ressources, en répondant aux aspirations de la société et à leurs changements. Il aborde également la capacité des institutions à s'adapter à leur clientèle, à répondre aux besoins particuliers de certaines collectivités (Autochtones) et à répartir équitablement les ressources forestières¹⁰¹.

Pour évaluer l'état de la forêt québécoise, le Ministère a défini un certain nombre d'indicateurs associés au critère traitant de la prise en considération des valeurs et des besoins exprimés par les populations. Ces indicateurs portent sur les droits ancestraux et les droits issus de traités; l'utilisation traditionnelle du territoire par les Autochtones; le bien-être et la résilience des collectivités vivant en milieu forestier; la prise de décisions équitables et efficaces et, la prise de décisions éclairées¹⁰¹. Des quatorze indicateurs identifiés par le MRNF pour évaluer la performance de ce critère, aucun n'est mesuré à ce jour¹⁰¹.

En pratique, les instances régionales seront appelées à effectuer des choix permettant d'orienter la mise en œuvre des actions d'AFD sur la base des enjeux régionaux, des ressources et du territoire. Notamment, les Plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT) témoigneront de ces enjeux et de ces choix régionaux. Rappelons que les CRRNT ont reçu le mandat du gouvernement du Québec de préparer ces plans de développement en appliquant la politique de décentralisation des pouvoirs et des responsabilités (Gouvernement du Québec, 2006b). Une CRRNT devra se prononcer sur l'importance à accorder aux divers éléments, selon les valeurs et les enjeux régionaux, à l'intérieur de cibles, de balises et de seuils fixés par le gouvernement en considération des six critères de l'AFD.

C'est au gouvernement que revient la responsabilité d'établir les grands principes et les orientations touchant la gestion du territoire et des ressources, lesquels sont influencés par les processus démocratiques tels que la participation de la Table nationale des partenaires, les commissions parlementaires, les consultations provinciales sur les projets de lois, de règlements ou de politiques. Ce sont ces processus qui permettent véritablement aux ONG de se faire entendre et d'influencer les orientations gouvernementales.

Comprenons que les décisions régionales doivent être issues d'un dialogue entre les diverses instances et découler de consensus entre des acteurs considérés comme égaux, même s'ils ont des intérêts divergents. Le dialogue est indispensable en AFD. La capacité à écouter les autres et à s'expliquer devient aussi importante au niveau décisionnel qu'un avis scientifique (Huybens, 2007). Il semble important, d'un point de vue démocratique, que les valeurs et l'éthique qui sont à la base des politiques d'aménagement forestier soient déterminées par un dialogue social et un débat, plutôt qu'uniquement fondées sur les vues particulières des scientifiques forestiers (Klenk, 2008). Le rôle des scientifiques est d'expliquer les fondements à la base des choix ainsi que leurs possibles conséquences et non de les influencer, ce qui serait de la science biaisée (Klenk, 2008).

« Si plusieurs acteurs sont concernés, il faut agir de manière à ce que chacun ait des chances égales d'être entendu, que les règles soient claires et les mêmes pour tous et que le processus lui-même soit transparent et vérifiable par tous » (Beauchamp, 2006).

Au Québec, les processus de participation des acteurs concernés par la gestion des forêts sont très présents. D'abord encadrée par la Loi sur les forêts, l'intégration des divers acteurs aux processus décisionnels est une obligation occupant de plus en plus de place dans la gestion forestière et ce, depuis plusieurs années. La participation apparaît comme partie intégrante de l'AFD et la certification forestière comme un moyen de sanctionner la qualité de cet aménagement (RGDF, 2008b).



6. CONSTATS DU FORESTIER EN CHEF

Les éléments soulevés précédemment en regard des six critères d'aménagement forestier durable du CCMF ont permis de documenter, à partir d'une importante revue de littérature scientifique, divers sujets de préoccupations que l'on peut généralement associer à l'approche de gestion durable de la forêt boréale. De là, il devient plus facile de dégager une vision globale permettant de tracer une voie vers la recherche d'un juste équilibre entre les valeurs environnementales, économiques et sociales, conformément au concept de développement durable; où dorénavant nous devons prendre également en considération les implications engendrées par les changements climatiques. Le présent chapitre vise donc à aborder succinctement les principaux thèmes qui nous apparaissent importants de considérer et d'approfondir dans le cadre de la réflexion visant l'implantation de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier et la mise en œuvre de la Stratégie d'aménagement durable des forêts.

6.1 LES VIEILLES FORÊTS PRIMAIRES NE SONT PAS EN PERDITION EN FORÊT BORÉALE

En forêt boréale, la proportion de couvert forestier dominé par les essences résineuses a légèrement diminué avec le temps, passant de 78,7 % à 71,5 % entre le premier (1970-1977) et le troisième inventaire décennal d'aménagement (1992-2005). Il semble que cette diminution du couvert résineux soit majoritairement attribuable à la dernière épidémie de TBE, laquelle a provoqué l'introduction d'éléments de transition dans la composition du couvert forestier. Évidemment, il s'est ajouté l'impact des feux de forêt, de même que celui des opérations de récolte et de récupération des bois.

Dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord, les UAF étudiées affichent toutes un pourcentage élevé de forêts résineuses de plus de 90 ans. À cet égard, tel que mentionné précédemment, le Forestier en chef a examiné plus précisément la réalité de 10 unités d'aménagement forestier (UAF) localisées dans la grande forêt boréale de ces régions; ce territoire étant au cœur de l'actuel débat environnemental sur la raréfaction des vieilles forêts. En considérant les superficies incluses au calcul des possibilités forestières 2008-2013 (CPF 2008-2013), on constate que ces UAF comportent un pourcentage de forêts résineuses de plus de 90 ans variant entre 23,1 et 84,8 % (moyenne globale de 47,8 %).

En outre, d'importantes superficies forestières ont été exclues du CPF 2008-2013 à des fins de protection et de conservation du territoire. À l'exception des surfaces d'eau¹⁰², le tableau 17 illustre à cet effet, pour les 10 UAF étudiées, la ventilation des superficies d'exclusion aux activités d'aménagement forestier : autres juridictions¹⁰³, pentes abruptes¹⁰⁴, contraintes biophysiques¹⁰⁵ dont les dénudés secs (landes), contraintes d'affectation¹⁰⁶, aires protégées¹⁰⁷ et refuges biologiques¹⁰⁸. Ces superficies sont importantes et couvrent autant que 14 à 49 % de la superficie des UAF concernées. On peut raisonnablement assumer qu'elles contiennent fort possiblement une bonne proportion de forêts matures n'ayant jamais subi de perturbation anthropique. Le CPF 2013-2018 apportera une plus grande précision à cet égard, car les nouveaux outils de calcul permettront de traiter la spatialisation de l'ensemble de l'information forestière et de produire des analyses plus détaillées.

Tableau 17. Superficies protégées à l'intérieur des UAF
(% de la superficie totale) (Données du CPF 2008-2013)

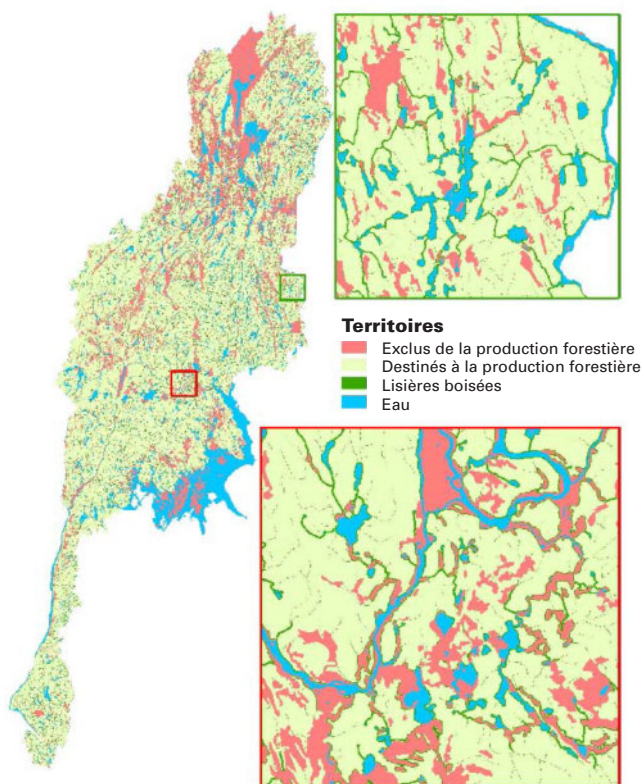
UAF	Eau ¹⁰² (%)	Autres juridictions ¹⁰³ (%)	Pentes abruptes ¹⁰⁴ (%)	Autres contraintes biophysiques ¹⁰⁵ (%)	Contraintes d'affectation ¹⁰⁶ (%)	Aires protégées ¹⁰⁷ (%)	Refuges biologiques ¹⁰⁸ (%)	Exclusions totales (sans l'eau) (%)	Exclusions partielles (%)	Sans exclusion (%)
023-52	9	1	3	4	2	2	2	14	15	62
024-51	13	1	1	16	5	1	1	25	7	56
024-52	12	1	1	10	3		2	17	8	63
025-51	8	1		13	2	1	2	19	11	63
027-51	10			18	1		1	20	11	59
093-51	6	5	11	13	2	2	1	34	8	52
093-52	19	1	2	25	5	4	1	38	6	37
094-51	5		9	36	2	1	1	49	7	39
094-52	5		5	17	1	4	1	28	6	62
097-51	11	1	7	6	2	5	1	22	7	60

Ainsi, les superficies des UAF non destinées à la production forestière comprennent une quantité appréciable de forêts de plus de 90 ans qui doivent également être considérées lors de l'estimation de la quantité de vieilles forêts présentes sur le territoire. Pour la période 2013-2018, toutes les superficies seront évaluées et considérées pour mesurer les objectifs de biodiversité.

De plus, un certain pourcentage de superficies forestières, variable d'une UAF à l'autre, est réduit systématiquement des superficies productives pour considérer les territoires associés de plus près à la protection des cours d'eau et des écotones riverains. Ces milieux peuvent ainsi présenter un habitat, un milieu de transition et de déplacement pour de nombreuses espèces animales. Puisqu'ils sont parfois récoltés partiellement, ils contribuent aussi de façon notable aux enjeux de biodiversité liés à la raréfaction du bois mort et à la structure des peuplements.

À titre d'exemple, la figure 44 illustre l'importance des composantes du territoire de l'UAF 024-52 qui sont exclues de la production de la matière ligneuse. Ces exclusions définissent, à la base même du CPF, une mosaïque territoriale des superficies protégées et des superficies potentiellement aménagées sur un horizon de 150 ans. Dans cette UAF, 12 % de la superficie est constituée d'eau (en bleu). Les superficies en rose (17 %) sont totalement exclues des activités d'aménagement forestier, les seules perturbations y seront naturelles. Les zones en vert foncé (8 %) représentent des lisières boisées où seules des coupes partielles sont autorisées sans le passage de la machinerie forestière. Les superficies illustrées en vert pâle (63 %) seront aménagées, à un moment donné, sur un horizon de 150 ans. Ces dernières, ainsi que les exclusions partielles, sont à la base du calcul des possibilités forestières.

Figure 44. Illustration de la mosaïque territoriale affectée à la production forestière dans l'UAF 024-52



Le Forestier en chef a également évalué que le pourcentage de forêts résineuses de plus de 90 ans était en moyenne de 27,3 % pour l'ensemble du territoire public québécois sous aménagement et respectivement de 32 % et de 55 % dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord. Ces proportions sont sans compter les vieilles forêts comprises dans les territoires exclus de la forêt sous aménagement et de ceux au nord de la limite nordique d'attribution des bois. Tel que vu au tableau 4, il est prévisible, en raison du fort pourcentage de forêts de plus de 70 ans, que la proportion de vieilles forêts dans le territoire destiné à la production forestière s'accroisse dans les prochaines années, même en considérant les activités d'aménagement à réaliser selon la stratégie prévue au CPF 2008-2013.

L'ensemble de ces informations amène à conclure que la situation ne peut être qualifiée de problématique en ce qui a trait à la représentation des vieilles forêts primaires en forêt boréale, plus particulièrement dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord. On y trouve dans l'ensemble une quantité appréciable de forêts résineuses âgées de 90 ans et plus, situation que le Forestier en chef considère tout à fait adéquate et gérable sur le plan du développement durable. Il est rassurant par ailleurs d'y constater également une forte représentation des forêts résineuses âgées de 70 ans et plus.

Constats

1. La forêt boréale du Québec n'est pas en perdition et les vieilles forêts primaires y sont bien représentées.
2. Cibler uniquement la préservation des vieilles forêts primaires entraîne une perspective étroite de la réalité de la forêt boréale.

6.2 UNE IMPORTANTE DÉFORESTATION NATURELLE EST OBSERVÉE

Par définition, la déforestation se traduit par la diminution des surfaces couvertes par la forêt. Elle résulte du déboisement puis du défrichement, liés à l'extension des terres agricoles, à l'exploitation des ressources minières du sous-sol, à l'urbanisation, voire à l'exploitation excessive ou anarchique de certaines essences forestières. Au Québec, nous pouvons affirmer que la seule déforestation d'origine anthropique pouvant être évoquée résulte de changements apportés dans l'affectation du territoire, par exemple, une superficie forestière convertie en chemin ou la mise en place d'infrastructures.

On constate toutefois que d'importantes superficies forestières ne se régénèrent pas à long terme sur certains territoires de la forêt boréale. Appelées « landes forestières », ces immenses superficies productives sont de l'ordre de 1 800 000 ha (18 000 km²), selon les données du CPF 2008-2013. Une forte proportion d'entre elles pourrait avantageusement être remise en production, sous certaines conditions. Précisons que

les landes forestières ont pour origine l'ouverture graduelle de la forêt boréale, c'est-à-dire la transformation de la pessière à mousses fermée (forêt dense), en pessière à lichens (arbres clairsemés), suite à d'importantes déficiences de régénération causées par des perturbations naturelles répétées.

Il a été mentionné précédemment que l'expansion progressive constatée des pessières à lichens laisse craindre que la pessière à mousses fermée, écosystème unique et élément important de la biodiversité québécoise, soit en danger (Girard *et al.*, 2008b; Lord et Boucher, 2008; Payette et Delwaide, 2003).

Constat

L'envahissement progressif de la pessière à lichens, sous l'effet de perturbations naturelles répétées, est préoccupant. Le maintien de l'état et de la productivité de l'écosystème boréal n'est pas assuré si on laisse entièrement la nature à elle-même.

6.3 LA RÉALITÉ DE LA FORÊT BORÉALE LUE À TRAVERS UNE PROBLÉMATIQUE DE PERCEPTION

Certains affirment qu'il faut impérativement sauvegarder la forêt boréale intacte pour éviter de compromettre la pérennité d'éléments de biodiversité (Critère 1 de l'AFD : Conservation de la diversité biologique). D'autres soutiennent que c'est la pessière à mousses fermée qui représente un écosystème en danger parce qu'elle est remplacée par la pessière ouverte à lichens ou à éricacées à la suite des perturbations naturelles. Dans ces conditions, l'intégrité de l'écosystème n'est pas maintenue, encore moins améliorée, et il s'en suit nécessairement une perte de productivité sur le plan de la matière ligneuse (Critère 2 de l'AFD : Le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers).

Ces deux points de vue, en apparence opposés, constituent une dualité de paradigmes mise en évidence par Huybens (2008) qui conclut qu'ici « *les lunettes des chercheurs sont différentes* ». Ainsi, les deux approches scientifiques traduisent d'une part la théorie de la « *succession forestière*¹⁰⁹ » mise de l'avant par l'avis du CEF (2008) (Critère 1) et, d'autre part, la théorie de la « *dynamique dissipative*¹¹⁰ » du CEN et de l'UQAC (Critère 2). Ces deux théories doivent se compléter et non s'affronter, selon la perspective de Huybens (2009). Les deux approches sont basées sur des faits analysés scientifiquement, mais en partant d'échelles temporelles et spatiales différentes.

L'approche de la conservation de la diversité biologique part des espèces pour énoncer des théories s'appliquant à l'écosystème. L'autre approche part plutôt de l'analyse de phénomènes écologiques à l'échelle du paysage pour ensuite vérifier des hypothèses à l'aide d'éléments plus précis. On peut dire de la première approche qu'elle va du plus petit vers le plus grand. Elle s'est imposée plus fortement auprès de la population, notamment dans le cadre de campagnes médiatiques importantes conduites par des groupes environnementaux¹¹¹. Les propos sont souvent accompagnés d'images de destruction, associant un sentiment de perte, de dévastation et de crime (figure 45). Le terme utilisé par les anglophones pour qualifier cette attitude est « *greenwashing* », en français, l'expression utilisée est « *écoterrorisme* ».

Figure 45. Caribous forestiers menacés par un camion¹¹²



Lors d'une entrevue télévisée en novembre 2008¹¹³, le biologiste Claude Villeneuve de l'Université du Québec à Chicoutimi dénonçait la limite des images médiatiques fortes, si bien exploitées par le mouvement environnementaliste, qui produisent une impression négative auprès de la population sans qu'elles soient nécessairement vraies ou représentatives. Aux dires de Villeneuve, ces images sont difficiles à contredire parce qu'il faudrait beaucoup de temps à un spécialiste scientifique pour expliquer toute la complexité de la réalité. Ce temps « *médiatique* » n'existe pas. Selon Villeneuve, à l'heure actuelle, les médias requièrent des messages courts, des capsules qui frappent l'imaginaire et qui restent comme des vérités dans la mémoire des citoyens¹¹⁴.

Constat

Le débat actuel sur la réalité de la forêt boréale repose en bonne partie sur des perspectives différentes qui ne traitent pas de la même réalité – Une compréhension globale est nécessaire.

6.4 UNE NOUVELLE ÉPIDÉMIE DE TBE EN DÉVELOPPEMENT...

En 2005, l'industrie forestière signale la présence d'un début d'infestation sur l'île d'Anticosti. En 2006, le MRNF rapporte la présence de la TBE dans le secteur de Baie-Comeau (figure 46), dans le cadre de ses relevés aériens annuels de détection. Les indices d'une défoliation importante y remonte par ailleurs à 2004. En 2009, les relevés aériens provinciaux du MRNF attestent que la superficie affectée (défoliation de la pousse annuelle des arbres) est 2,5 fois plus importante que celle observée en 2008. De 133 600 ha défoliés en 2008, on passe à 321 150 ha en 2009 et à 765 710 ha en 2010 (figure 47)¹¹⁵, ce qui semble confirmer une progression significative de l'épidémie à plus long terme.

En 2010, la défoliation est observée dans plusieurs régions du Québec, de la Gaspésie jusqu'en Abitibi. Les principaux foyers se trouvent cependant au Saguenay–Lac-Saint-Jean et sur la Côte-Nord, jusqu'au réservoir hydroélectrique Manic 3, là où les spécialistes affirmaient qu'il serait impossible qu'elle puisse se rendre (figure 48). On peut s'attendre à ce que plus de 2 000 000 ha soient affectés en 2011.

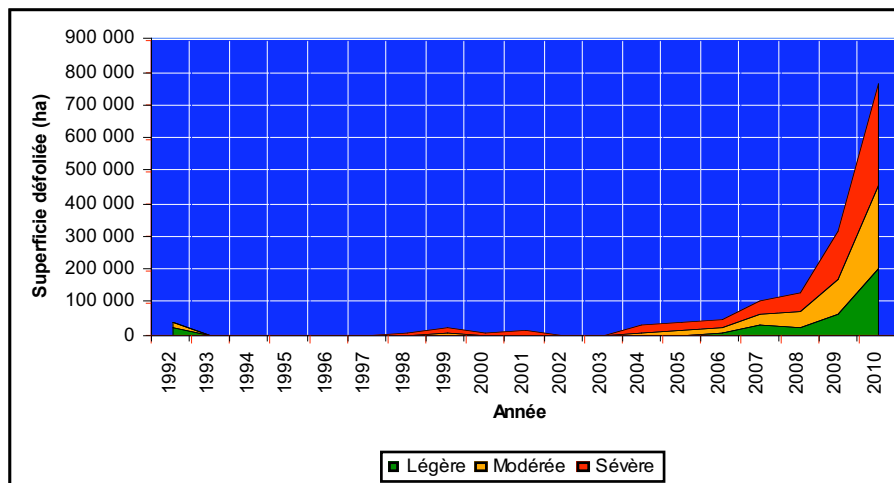
Figure 46. Défoliation par la TBE dans l'UAF 093-51 sur la Côte-Nord, à l'été 2008 (Photo Alain Bélanger, SOPFIM)



En mai 2009, le ministre Claude Béchard annonçait un programme de lutte (arrosage biologique) contre la TBE d'une période de 10 ans¹¹⁶, devant commencer l'été même; le but des programmes de pulvérisation visant essentiellement à protéger contre la mortalité les volumes de bois attribués à l'industrie forestière (Fournier *et al.*, 2009; CEGFPO, 2004). Ainsi, en 2009, 38 470 ha ont été traités par la SOPFIM. En 2010, les opérations d'épandage d'insecticide biologique sur la Côte-Nord et au Lac-Saint-Jean ont couvert 55 730 ha, soit moins de 18 % de la superficie ayant subi une défoliation grave ou moins de 7,3 % de la superficie totale déclarée affectée.

Dans une étude produite pour le MRNF sur les justifications économiques des arrosages contre la TBE, Côté et Asselin (2008) ont démontré qu'une séquence d'arrosage visant à sauvegarder environ 50 % du feuillage annuel en période épidémique était rentable pour la société parce qu'elle permet aux arbres de continuer à vivre jusqu'au moment de leur récolte. Bauce¹¹⁷ a estimé quant à lui la rentabilité des pulvérisations à 608 \$/ha lorsque la récolte est faite 10 ans après l'épidémie et à 413 \$/ha lorsqu'elle se fait 20 ans après l'épidémie.

Figure 47. Défoliation annuelle par la TBE, observée entre 1992 et 2010 au Québec¹¹⁵



La superficie illustrée à la figure 47 montre ce qui a été observé lors des relevés aériens du MRNF¹¹⁵ ciblés en fonction des zones de risque, de la susceptibilité de la forêt à la TBE, de même que contraints par les ressources financières disponibles. On peut aisément supposer que la superficie réelle infestée soit plus étendue.

Figure 48. Ramassage de papillons de TBE à la Centrale Jean Lesage (Manic 2) en août 2010 dans l'UAF 093-51 (Photos : Hydro Québec)



La TBE provoque une perturbation majeure en forêt boréale. Lors d'une épidémie d'importance, son influence s'exerce sur une superficie extrêmement étendue à l'échelle de la province et sur un horizon de très long terme. Avec l'avènement des changements climatiques, il est prévu par ailleurs que la fréquence et la gravité des infestations seront encore plus importantes.

Constat

Il y a lieu de s'inquiéter de la progression de la présente épidémie et de prendre davantage en compte l'incidence de la tordeuse des bourgeons de l'épinette pour guider l'aménagement forestier à court terme.

6.5 LA FORÊT BORÉALE EST TRÈS VULNÉRABLE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le MRNF (2010) reconnaît que le rythme et l'ampleur des changements climatiques risquent fort de dépasser la capacité d'adaptation des forêts. En raison de l'importance des enjeux, les responsables de la gestion et de l'aménagement forestier doivent dorénavant en considérer l'incidence et, lorsque c'est possible, mettre en œuvre les mesures d'adaptation requises.

Les changements climatiques représentent un enjeu planétaire dont il faut prendre en compte dès maintenant et dont l'importance vient considérablement bouleverser les paradigmes en rapport à la forêt boréale. Au Québec, il faut avantageusement considérer la possibilité d'augmenter le potentiel de séquestration du CO₂ atmosphérique par un aménagement plus intensif de la forêt boréale, notamment par l'afforestation de

territoires non productifs, tels que les landes forestières. Aux dires du MRNF (2010), la gestion du carbone forestier est actuellement une nouvelle préoccupation dont le principal objectif vise à séquestrer le plus de carbone possible dans les forêts, tout en fournissant un maximum de produits forestiers à la société.

Tel qu'il a été démontré lors de l'analyse de scénarios d'aménagement de l'UAF 024-52 (annexe 1), la conservation des vieilles forêts présente non seulement des avantages, mais comporte également son lot d'inconvénients. Il en est ainsi de la diminution du potentiel de séquestration de CO₂ des vieilles forêts par rapport aux plus jeunes et de l'augmentation des superficies de landes forestières non contributrices à cette séquestration, sous l'effet de perturbations naturelles répétées. Le Forestier en chef suggère donc de convenir d'une position équilibrée, tout en se rappelant que les perturbations naturelles dominent la dynamique du carbone en forêt boréale (Kurz, 2008b).

D'après les statistiques de Ressources naturelles Canada³⁸, les superficies affectées par les insectes, les incendies de forêt et la récolte forestière ont été environ d'égale importance au Québec au cours des 20 dernières années. Au Canada, le portrait est semble-t-il très différent. Ainsi, entre 1990 et 2009, les insectes auraient été responsables de 84 % de toutes les perturbations, les incendies de forêt de 11 % et la récolte de 5 %.

À l'origine, les règles de comptabilité du carbone, établies dans le cadre du Protocole de Kyoto, amenaient à considérer le carbone séquestré dans les arbres coupés comme une source d'émissions nette. Or, depuis le Sommet de Copenhague en 2009, la séquestration dans les deux réservoirs combinés (arbres et produits forestiers) est reconnue, ce qui incite désormais à l'aménagement de la forêt de manière durable pour stocker plus de carbone. Retenons que les produits issus de la transformation du bois récolté emmagasinent pour longtemps le carbone, tandis qu'une nouvelle forêt s'installe pour, à son tour, capter le CO₂. Restreindre le prélèvement de la matière ligneuse apparaît donc, dans cette logique, comme une stratégie à l'opposé des pratiques d'AFD et d'écoresponsabilité.

Constat

Face aux changements climatiques et considérant la dynamique naturelle de la pessière, l'aménagement plus intensif de la forêt boréale constitue non seulement une solution, mais représente en soi une excellente opportunité.

6.6 LA CRÉATION DE VALEURS POUR LA SOCIÉTÉ PROVENANT DE LA FORÊT PEUT ÊTRE AMÉLIORÉE

Outre son apport socioéconomique important en biens et services et son potentiel de création d'emplois, la forêt procure des contributions inestimables sur le plan environnemental. De fait, elle contribue de multiples façons au bien-être de la société, que ce soit par la régulation des crues et la protection des sols, comme milieu de récréation et de villégiature, en tant qu'habitat pour la faune ou encore par la séquestration du CO₂.

En milieu urbain, les arbres et les boisés fournissent en outre des conditions aidant à contrer l'effet d'îlot thermique, contribuant ainsi à diminuer la sensibilité de la population à la chaleur accrue lors des canicules. L'aménagement durable de la forêt boréale constitue un enjeu gouvernemental à tous points de vue.

L'aménagement forestier représente une solution pour contrer l'altération de l'écosystème de la pessière à mousses vers la pessière à lichens ainsi que la dégradation progressive du capital forestier dues aux perturbations naturelles. L'aménagement forestier constitue par ailleurs une opportunité des plus intéressantes si l'on souhaite profiter pleinement du potentiel de la forêt à capter le CO₂. Il apparaît souhaitable de convenir à cet effet aussi rapidement que possible. Par opposition, une approche d'aménagement plus conservatrice risque vraisemblablement d'accentuer les impacts découlant de l'altération naturelle du milieu forestier, ainsi que des changements climatiques, notamment en rapport à l'augmentation de l'occurrence et de la sévérité des feux de forêt ou des épidémies d'insectes.

L'annexe 1 présente, à titre d'exemple, l'analyse de cinq scénarios d'aménagement forestier élaborés dans l'UAF 024-52 en forêt boréale. Les conclusions ont de quoi surprendre. On y constate qu'une approche plus conservatrice, basée sur le rendement soutenu en matière ligneuse, n'est pas aussi performante sur le plan des autres valeurs recherchées, qu'une approche plus agressive d'aménagement. En pratique, il s'avère dans ce cas nettement plus avantageux d'accélérer, du moins partiellement, le rajeunissement de la forêt boréale. La démarche confirme du même coup qu'il est judicieux de parfaire l'analyse des problématiques et la réflexion stratégique d'aménagement afin de convenir des choix et de poser les gestes appropriés.

Constat

Sur le plan des valeurs générées pour la société, il y a de nets avantages à intensifier l'aménagement et à rajeunir la forêt boréale, à court terme, comme à long terme.

6.7 UN RÉEL DÉFI POUR LES ACTEURS RÉGIONAUX

« On ne fait pas de la foresterie pour les arbres, mais pour les hommes », disait feu Marcel Lortie, ingénieur forestier reconnu et réputé, citant Jack Westoby¹¹⁸. Ce message invitait à orienter l'aménagement forestier vers les besoins présents et futurs de l'humain. De nos jours, ce message est tout aussi pertinent comme l'affirmait, en mai 2008, M^{me} Lise Caron⁸¹ : « Même s'il est vrai que certaines espèces animales et végétales de la forêt boréale sont uniques et précieuses pour le patrimoine de l'humanité, l'attention qu'on leur donne ne doit pas primer outre mesure sur le sort des collectivités forestières. Il faut faire attention à bien équilibrer les besoins humains et écologiques. Les collectivités forestières, souligne-t-elle, possèdent une bonne résilience. Il suffit de leur

donner un coup de pouce pour qu'elles restent fortes et bien implantées. On peut déménager des usines. Mais des collectivités entières, ce n'est pas évident et ce n'est pas souhaitable. La forêt, elle non plus, on ne peut la déménager».

L'avenir souhaité par la mise en place de la politique de décentralisation du gouvernement du Québec, avec l'instauration des Conférences régionales des élus (CRÉ) et des CRRNT, ne pourra réellement se concrétiser sans une participation responsable où les décisions sont prises dans une optique de bien commun. Cette voie se construit à partir d'une nouvelle dynamique sociale. Les parties concernées doivent s'y préparer et apprécier l'ensemble des dimensions du développement durable, des implications et des responsabilités. L'expression et le partage des besoins, des objectifs et des préoccupations deviennent incontournables pour assurer la gestion durable des forêts, l'essor des communautés forestières et la prospérité économique de la province.

La participation formelle du milieu régional à la gestion de la forêt sera réinventée par la démarche des CRRNT. C'est un réel défi qui met à contribution la bonne volonté de tous les acteurs régionaux. Pour certains, il faut apprendre du passé pour planifier l'avenir; pour d'autres, il faut dépasser les idées toutes faites, vaincre certains préjugés pour réinventer la gestion du territoire et des ressources. Pour la majorité des parties intéressées, il importe d'assurer l'ouverture d'esprit et la collaboration pour aider à construire des consensus régionaux, dans une perspective gagnante pour l'ensemble des parties impliquées. C'est là le point essentiel pour réellement réussir la gestion durable du milieu forestier.

Constat

Les mécanismes de participation de la population à la gestion des forêts, mis en place par le gouvernement du Québec, doivent être adaptables aux réalités régionales afin d'en assurer l'efficacité.

6.8 L'AVIS DU CEF EN RAPPORT AUX AGRÉMENTS DE RÉCOLTE DANS DES PEUPEMENTS EN DÉGRADATION OU SUSCEPTIBLES DE DÉSASTRES NATURELS

En décembre 2007, l'Assemblée nationale du Québec adoptait le projet de loi 39 (Loi modifiant la Loi sur les forêts et autres dispositions législatives), ayant notamment pour effet de donner au ministre des Ressources naturelles et de la Faune le pouvoir d'agréer la récolte de peuplements en dégradation ou susceptibles d'être touchés par des désastres naturels en raison de leur état ou de leur âge [Article 92.0.3.2 de la Loi sur les forêts]. L'application de cet article demande que le Forestier en chef s'assure, lorsqu'il détermine les volumes disponibles, que leur récolte n'aura pas d'impact significatif sur l'atteinte des rendements annuels ainsi que sur les objectifs de protection ou de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV) assignés à l'UAF [Article 17.1.3.1 de la Loi sur le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF)].

En mars 2008, à la suite de quelques représentations lors de cette modification de la Loi, le Forestier en chef demandait un avis scientifique au Centre d'étude de la forêt (CEF) afin de l'aider à développer une position sur cette question. L'avis du CEF a été reçu en juillet 2008 et rendu public le 3 novembre suivant sur le site Internet du Forestier en chef, où il est par ailleurs indiqué que « *les vieilles forêts sont particulièrement concernées par l'article 92.0.3.2. [...] L'avis scientifique du CEF, de juillet 2008, fournit ainsi des balises permettant d'initier une réflexion éclairée menant à l'élaboration d'une stratégie d'intervention à ce sujet. Le Forestier en chef poursuit sa réflexion et ses investigations à ce propos* ». C'est dans ce cadre qu'a été amorcée une réflexion plus globale et que le présent Avis du Forestier en chef sur la gestion durable de la forêt boréale du Québec a été développé à l'intention du ministre.

Par ailleurs, la publication de l'avis du CEF a soulevé certaines réactions dans le milieu forestier. Sa conclusion, à savoir « *qu'il n'est aucunement justifié scientifiquement de permettre la récolte accélérée des vieilles forêts sous prétexte qu'elles se dégradent avec le temps et qu'elles sont susceptibles de subir des perturbations naturelles* » ne semble pas faire l'unanimité puisque, le 8 avril 2009, le Forestier en chef recevait, d'un groupe d'ingénieurs forestiers cosignataires (Côté *et al.*, 2009a), un contravis intitulé *Réactions et critiques sur l'avis déposé au Forestier en chef par des chercheurs du CEF portant sur l'article 92.0.3.2 de la Loi sur les forêts*. Ce document a également été rendu public sur le site du Forestier en chef, le 29 avril 2009.

De plus, la Direction de l'environnement et de la protection des forêts (DEPF) du MRNF a posé trois questions complémentaires au CEF afin d'obtenir certaines précisions. Le document demandé par la DEPF, *Avis scientifique portant sur les forêts mûres et surannées*, a aussi été déposé le 29 avril 2009 dans le site du Forestier en chef. Depuis, le Bureau du forestier en chef a rencontré plusieurs spécialistes du Québec et du Nouveau-Brunswick afin d'orienter l'approche du CPF pour la période 2013-2018. Plusieurs d'entre eux ont également été invités à faire connaître leur point de vue sur l'aménagement de la forêt boréale pour aider le Forestier en chef dans sa réflexion globale.

Il s'avère que l'avis du CEF (2008) déposé au Forestier en chef traite essentiellement de la préservation des vieilles forêts. Bien qu'il soit louable dans ses intentions à l'égard de la diversité biologique, il nous apparaît essentiel de considérer, à leur juste mesure, les effets collatéraux importants sur le plan environnemental de la conservation d'une portion élevée de forêts mûres et surannées. Les exemples des désastres causés par la TBE entre 1974 et 1988 au Québec et par le dendroctone du pin en Colombie-Britannique et dans l'Ouest américain sont très éloquentes à ce sujet.

Ainsi, dans l'Ouest du Canada, des chercheurs mentionnent que, « *à l'heure actuelle, dans les forêts de la Colombie-Britannique, il y a surtout de vieux arbres, situation qui rend les forêts plus sujettes aux perturbations causées par les incendies et les ravageurs* » (Cammell et Knight, 1992; Dale *et al.*, 2001; Volney et Hirsh, 2005). Kurz (2008b) mentionne également que plusieurs insectes préfèrent les plus vieux peuplements qui sont moins résistants aux attaques.

Selon toute apparence, le CEF a raison d'affirmer que les vieilles forêts ne sont pas plus susceptibles d'être des foyers d'infestation d'insectes que les forêts plus jeunes et en pleine croissance, et que les incendies ne se produisent pas préférentiellement dans les vieilles forêts. Il ne faut toutefois pas oublier que ces vieilles forêts sont manifestement plus vulnérables alors que les pertes par mortalité sont plus grandes que dans une jeune forêt, plus vigoureuse et en pleine croissance. De même, un incendie dans une vieille forêt résineuse sera vraisemblablement plus intense, car la quantité de combustible est plus importante qu'à des stades plus jeunes (RGDF, 2009). En période de sécheresse, un incendie dans une pessière à lichens s'étendra rapidement, la cladonie étant un combustible très inflammable.

Bien que l'Avis du CEF soit abondamment documenté, il ignore les résultats des recherches sur la dynamique de la pessière à mousses associée aux séquences de perturbations naturelles telle qu'elle est évoquée par le CEN et l'UQAC (Gaboury *et al.*, 2009; Girard *et al.*, 2008a et 2008b; Côté, 2008; Simard et Payette, 2005; Gagnon *et al.*, 2004; Payette et Delwaide, 2003; Gagnon et Morin, 2001; Payette *et al.*, 2000). C'est à notre avis un oubli important et un aspect essentiel qui doit être considéré.

Le Forestier en chef juge essentiel de considérer globalement les enjeux et la dynamique de la pessière à mousses, documentés par de nombreuses publications. Cela ne remet pas en cause le fait que la diversité biologique en forêt boréale doive être protégée. Cependant, il ne faut pas oublier que 64 % de la forêt boréale continue est exclue des activités forestières industrielles, pas plus qu'il ne faut banaliser la dégradation graduelle de la pessière à mousses en pessière à lichens, de même que l'incidence des changements climatiques.

Dans ses conclusions à propos des vieilles forêts boréales, le Forestier en chef considère que l'avis du CEF mérite d'être complété au regard de la dynamique de la pessière à mousses, des épidémies de TBE, de l'adéquation de la régénération après un feu de forêt et de la capacité de la forêt boréale de séquestrer davantage de CO₂.

Constat

Bien que reconnaissant les mérites des avis du CEF (2008 et 2009) sur le plan de la protection de la diversité biologique, le Forestier en chef y voit la considération principale d'un seul des six critères d'AFD du CCMF (1997).

7. QUE FAIRE POUR LA FORÊT BORÉALE ?

Ce dernier chapitre apporte des éléments de réflexion qui se veulent avant tout constructifs. Il contient quelques recommandations en appui à la gestion durable de la forêt boréale. Alors qu'un nouveau régime forestier est en implantation, le Forestier en chef juge opportun de remettre certains de ses fondements en perspective.

7.1 À PROPOS DES AIRES PROTÉGÉES

Plusieurs groupes réclament que le gouvernement du Québec mette fin à l'exploitation par l'industrie forestière des dernières forêts intactes en forêt boréale, afin de préserver la biodiversité ou d'assurer un habitat propice au caribou forestier.

Rappelons que l'instauration de la limite nordique d'attribution, en 2002, a soustrait une superficie de l'ordre de 10 000 000 ha ou 100 000 km² de l'aménagement forestier. En matière de protection de la forêt boréale, cet immense territoire s'ajoute en pratique au réseau des aires protégées. Comme il a été mentionné précédemment, contrairement à la croyance populaire, c'est globalement 64 % de la forêt boréale continue qui se trouve exclue de l'aménagement forestier.

À l'instar de la forêt en général, les portions de forêt désignées pour la conservation de la diversité biologique vont aussi évoluer dans le temps et subir l'effet des perturbations naturelles. Il est illusoire de prétendre qu'elles se conserveront dans l'état où elles sont présentement. Comme ailleurs sur le territoire forestier, elles seront sujettes aux mêmes perturbations naturelles et subiront l'envahissement par de nouvelles espèces. Elles devront aussi s'adapter à de nouvelles conditions. Protéger l'intégrité écologique « *pour tout le temps* » est non réaliste (Mansourian *et al.*, 2009). De même, les valeurs qu'elles présentent aujourd'hui ne correspondront possiblement pas aux valeurs de demain (Mansourian *et al.*, 2009; COFO, 2009).

Pendant longtemps, le réseau des aires protégées a été établi à partir de la sélection de territoires dont les caractéristiques écologiques étaient considérées stables tels, le climat, le relief, la géologie, le sol et le drainage pour permettre de capter l'essentiel de la diversité écologique et biologique (Gerardin *et al.*, 2002). En raison des changements climatiques, Villeneuve (2006) ainsi que Bourque et Simonet (2008) interrogent avec raison cette manière de planifier alors que les conditions déterminantes du biotope, soit les facteurs climatiques, se modifient, amenant les espèces à se redistribuer sur le territoire.

Compte tenu des régimes de perturbations naturelles de la forêt boréale, pour assurer l'efficacité des mesures de conservation de la biodiversité, nous devons prendre en considération l'ensemble des catégories de protection, y compris les zones faisant l'objet de plans de gestion durable de la forêt. À l'instar de RNC (2009), nous pensons que les préoccupations et la reconnaissance des efforts consacrés à la conservation doivent aller au-delà du réseau des aires protégées, de manière à assurer progressivement, la

connectivité de l'environnement avec ce réseau, ainsi que la gestion efficace des populations et des espèces à l'échelle du paysage élargi. Duinker *et al.* (2010) distinguent les aires protégées comme des endroits non aménagés et spécialement identifiés par un zonage du territoire alors que l'aménagement forestier durable s'avère en pratique un processus qui s'applique dans les endroits aménagés.

Les aires protégées ne devraient pas être aménagées, ni mises en valeur (Mansourian *et al.*, 2009), du moins celles de catégories I, II et III. Elles sont destinées à être des parcelles témoin de l'évolution des écosystèmes, sans interventions humaines. Par contre, elles peuvent être utilement mises à contribution dans la recherche.

Recommandations

- Dans le but d'apprécier véritablement les efforts de protection de la biodiversité du gouvernement du Québec, le Forestier en chef recommande de tenir compte des exclusions de territoires forestiers situés à l'intérieur des limites des UAF, puisque l'ensemble de ces superficies contribue également en pratique à la protection de la biodiversité.
- Les enjeux de connectivité, de zones tampons ainsi que d'efficacité de la gestion et de l'adaptation aux impacts des changements climatiques, interpellent de plus en plus les planificateurs d'aires protégées (Brassard, 2009). En accord avec ces principes et avec les conclusions de Leroux *et al.* (2010), le Forestier en chef recommande de compléter le réseau d'aires protégées en utilisant d'une part la catégorie VI de l'UICN (2008), soit des aires protégées avec utilisation durable des ressources forestières¹¹⁹ et d'autre part, en prenant en considération des mesures de protection planifiées dans le cadre du Plan Nord.

7.2 À PROPOS DE LA PROTECTION DES VIEILLES FORÊTS

Depuis la consultation publique sur les OPMV, il est couramment véhiculé que le seuil minimal de vieilles forêts à respecter, afin de ne pas mettre en danger les éléments de la diversité biologique en forêt boréale, se situerait à 30 % du seuil historique observé à l'époque de la forêt préindustrielle. Le CEF (2008) a précisé que ce seuil de 30 % provient d'études réalisées en milieu agricole¹²⁰, alors que plusieurs études sont citées à cet effet. Depuis, Boucher *et al.* (2009) ainsi que Grondin *et al.* (2009) ont produit des études sur les « états de référence » devant guider l'aménagement durable des forêts.

Selon notre compréhension, les « états de référence » ont principalement été établis à partir du régime historique des feux de forêt, en utilisant le modèle de Van Wagner (1978). Toutefois, ce modèle théorique, utilisé pour calculer les cycles de feux, ne s'applique pas aux forêts d'épinette noire parce qu'elles ne respectent pas une des prémisses du modèle, stipulant que les arbres doivent avoir la capacité de se régénérer l'année qui suit le feu, quel que soit leur âge. Chez l'épinette noire, on estime que ce n'est pas avant l'âge de 40 à 50 ans qu'elle peut produire suffisamment de graines pour se reproduire après feu (Gagnon *et al.*, 2002). L'autre élément majeur à considérer dans la dynamique forestière, qui semble d'ailleurs absent des évaluations des « états de référence », est l'incidence des épidémies d'insectes. Ces épidémies, conjuguées aux incendies de forêt, imposent souvent à la forêt boréale une trajectoire d'évolution tout à fait différente, conduisant à une dégradation naturelle de la forêt boréale, et même à sa déforestation naturelle.

L'utilisation de seuils minimums pour la conservation de vieilles forêts se répand de plus en plus au Québec (Grondin *et al.*, 2009; Cyr *et al.*, 2009; Rompré *et al.*, 2010). Plusieurs mises en garde sont apparues dans la littérature scientifique internationale (Klenk *et al.*, 2008; Millar *et al.*, 2007; Lindenmayer et Luck, 2005; Huggett, 2005; Landres *et al.*, 1999).

Sur le plan de la biodiversité, Andrén (1994) estime que le déclin des espèces et des populations peut être particulièrement sévère lorsque plus de 70 % du couvert végétal d'origine est fortement perturbé. Par contre, Lindenmayer et Luck (2005) et Fisher *et al.* (2006) recommandent de ne pas adopter trop tôt des pourcentages spécifiques pour guider les pratiques d'aménagement car les consensus ne sont pas encore atteints dans la communauté scientifique. Il est de plus mentionné que le débat se fait à partir d'études partielles, sur des portions de territoire restreintes ou sur des échelles de temps inappropriées et surtout, qui ne prennent pas en compte toutes les dimensions de la dynamique naturelle des milieux (Fisher *et al.*, 2006). Les études sur l'utilisation des écosystèmes par certaines espèces du règne animal, oiseaux et petits mammifères principalement, telles que celles de Drapeau *et al.*, (2009) ainsi que de Nappi et Drapeau (2009) sont justement de cet ordre, apportant par ailleurs des informations complémentaires intéressantes.

D'après Moyer *et al.* (2010), plusieurs aspects doivent être pris en compte avant d'établir des aires destinées à la conservation de vieilles forêts. Premièrement, quel degré de naturalité une forêt doit-elle présenter pour servir de référence ? Quel degré de perturbation humaine est acceptable (Duchesne, 1994) ? Quelle superficie de forêt est nécessaire pour préserver l'intégrité de la naturalité des conditions de vieilles forêts (Hendrickson, 2003; Mosseler *et al.*, 2003) ? Quelle définition de vieilles forêts assure le mieux la protection des fonctions écologiques essentielles (Duchesne, 1994; Frelich et Reich, 2003) ? Quelles sont les implications sociales et économiques associées aux restrictions d'accès à la ressource sur de grands territoires ? Finalement, l'écotourisme, souvent cité comme moteur économique, peut-il constituer une alternative viable au remplacement des revenus et des emplois perdus en suspendant l'exploitation forestière ?

Recommandation

- Considérant que 64 % de la forêt boréale continue est soustraite des superficies sous aménagement forestier, par l'effet combiné de la limite nordique d'attribution et des exclusions territoriales de diverses natures à l'intérieur des UAF, et compte tenu de l'importance des superficies de vieilles forêts qu'on y rencontre, le Forestier en chef recommande de comptabiliser plus précisément, de prendre en compte la réalité des vieilles forêts sur ce territoire et de considérer l'ensemble des impacts avant de procéder à des protections supplémentaires.

7.3 L'APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE

L'approche écosystémique n'est pas un nouveau concept (Major, 1969). La tendance que nous connaissons actuellement découle principalement de politiques d'aménagement multiressources du United States Forest Service du nord-ouest Pacifique, où le concept a été formellement adopté en 1994 (RGDF, 2007). En 2005, suite au dépôt du rapport de la Commission Coulombe (CEGFPO, 2004), le MRNF a entrepris d'orienter la gestion des forêts publiques sur cette base.

7.3.1 Quelques définitions

La définition formelle de l'approche écosystémique a été adoptée en 2000 (CBD, 2000 dans FAO, 2003). Depuis, plusieurs variantes sont retrouvées dans la littérature (tableau 18). Il est à remarquer que les termes « approche écosystémique » et « aménagement écosystémique » semblent être employés indifféremment.

Tableau 18. Quelques définitions de l'approche écosystémique

Sources	Définitions
CBD (2000)	<p><i>The ecosystem approach is a strategy for the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way.</i></p> <p><i>An ecosystem approach is based on the application of appropriate scientific methodologies focused on levels of biological organization, which encompass the essential structure, processes, functions and interactions among organisms and their environment. It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of many ecosystems.</i></p> <p><i>...the term «ecosystem» ...can refer to any functioning unit at any scale. Indeed, the scale of analysis and action should be determined by the problem being addressed. It could, for example, be a grain of soil, a pond, a forest, a biome or the entire biosphere.</i></p>

McNeeley <i>et al.</i> , (1990) dans OIFQ (2003)	Ensemble de mesures prises par l'être humain qui consistent à sélectionner, à planifier, à organiser et à mettre en œuvre des programmes conçus pour réaliser des objectifs déterminés à l'échelle de l'écosystème; il peut s'agir de mesures de protection visant à ce que la nature ne soit pas dérangée par l'influence humaine ou encore d'interventions plus actives nécessaires au maintien de la diversité, à la mise en place d'installations, à la limitation des populations ou à l'élimination d'espèces exotiques.
CEGFPO (2004)	Un concept d'aménagement forestier ayant comme 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.
RGDF (2007)	Considérée généralement comme une réponse à la préservation de la diversité biologique, l'approche écosystémique marque un changement important, passant d'un aménagement par espèce unique à une approche en systèmes plus complets, considérant plusieurs espèces. À ce jour, c'est davantage une philosophie ou un concept plutôt qu'une stratégie bien définie.
Messier (2007)	L'approche écosystémique vise le maintien de l'intégrité écologique des écosystèmes forestiers naturels. Elle intègre les connaissances scientifiques sur les relations écologiques complexes des écosystèmes tout en tenant compte des valeurs et des besoins humains. Cette approche vise à maintenir des populations viables des espèces indigènes, les processus évolutifs et écologiques (régimes de perturbations, successions, cycle des éléments nutritifs, etc.) et à « <i>accommoder</i> » les différentes utilisations humaines à l'intérieur de ces exigences écologiques. <i>« L'aménagement écosystémique constitue toujours une « hypothèse » de travail, et pour la tester et l'améliorer, il nous faut absolument des surfaces contrôlées où les processus naturels peuvent continuer à jouer librement sans l'influence de l'homme. On a donc absolument besoin d'aires protégées pour tester et valider nos approches écosystémiques. Malgré nos meilleures intentions, l'approche écosystémique ne pourra pas toujours maintenir tous les habitats et toute la richesse de structure que l'on retrouve en forêt naturelle ».</i>
Lecompte (2009)	L'aménagement forestier écosystémique est une approche qui conduit l'Homme à aménager les forêts de façon à reproduire artificiellement la façon naturelle qu'elles ont de changer.
Gauthier (2009)	L'approche écosystémique doit s'inspirer des principales perturbations naturelles, l'accent étant principalement mis sur les cycles de feux. Imiter les cycles longs implique de faire de grandes superficies en régénération, éloignées les unes des autres, afin de conserver de grands massifs forestiers entre les coupes pour maintenir à long terme les fonctions écologiques.
Bourgeois (2009)	<i>«An adaptive approach to managing human activities that seeks to ensure the coexistence of healthy, fully functioning ecosystems and human communities».</i>
Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier	Un aménagement qui consiste à assurer le maintien de la biodiversité et de la viabilité des écosystèmes en diminuant les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle.

Ces définitions, bien qu'illustrant à peu près la même chose, apportent des nuances, selon les points de vue des auteurs. Néanmoins, elles illustrent bien la prépondérance des valeurs écologiques et environnementales sur les valeurs socioéconomiques au niveau de l'application du concept et, à tout le moins, sur le plan des perceptions. L'approche écosystémique mise en application en Colombie-Britannique nous apparaît plus équilibrée (Bourgeois, 2009) puisqu'elle établit explicitement comme prémisse, que l'humain fait partie des écosystèmes. Cette définition s'en trouve ainsi à intégrer véritablement les trois piliers du développement durable que sont les aspects environnemental, social et économique, lesquels sont considérés alors d'égale importance.

Nous pensons que l'approche écosystémique doit rencontrer ou dépasser des seuils de durabilité et provoquer la recherche de l'équilibre entre les diverses valeurs exprimées par les parties concernées. Les décisions et les orientations devraient alors être prises sur la base d'une concertation éclairée par des assises scientifiques, et cherchant à trouver des solutions équilibrées dans le temps et l'espace.

Évidemment, toutes ces définitions ne tiennent pas compte des changements climatiques. Nous avons remarqué que, depuis peu, et surtout à l'extérieur du Québec, apparaît un nouveau discours où l'aménagement écosystémique devient adaptatif et s'appuie davantage, entre autres, sur les travaux de Millar *et al.* (2007).

7.3.2 La variabilité naturelle historique : une référence à reconsidérer

L'approche écosystémique se base sur l'idée que la nature est un bon modèle à suivre. Il en est de même pour plusieurs systèmes sylvicoles, tels que l'aménagement inéquienne¹²¹ ou la coupe sélective (Schutz, 1999). La « *naturalité* » a été promulguée par les conservationnistes comme un « *impératif pour la conservation de la biodiversité* ». Ce qui est « *naturel* » est souvent près de l'idée de « *ordre de la nature* » ou des « *lois de la nature* » qui ont été pris comme référence pour dicter le comportement de l'humain (Angermeier, 2000).

Or, il n'existe pas, *a priori*, de période de temps ni d'échelle spatiale pouvant être utilisées pour définir la variabilité naturelle (Landres *et al.*, 1999); ces deux échelles devant être considérées simultanément (Marcot, 2007). Les échelles d'étude de la biodiversité doivent être définies de façon appropriée, sur de larges territoires et sur des périodes très longues pour être véritablement significatives (Marcot, 2007; Beever *et al.*, 2006). Par exemple, dans le cas des épidémies d'insectes, Bouchard et Pothier (2010) mentionnent qu'il faut étudier plusieurs cycles épidémiques pour définir les limites de la variabilité naturelle qui peuvent être utilisées pour mettre au point une stratégie d'aménagement forestier écosystémique.

Cependant, plusieurs font la promotion des conditions historiques comme des cibles à atteindre et assument qu'en restaurant ou en maintenant ces conditions, ils maximisent les chances de conserver les écosystèmes (notion de résilience¹²²). Or, la Terre est entrée dans une ère de changements environnementaux rapides qui vont résulter en de nouvelles conditions sans précédent dans le passé, d'aussi loin que nous puissions le reconstituer (Millar *et al.*, 2007). Tenter de maintenir les conditions passées pourrait vraisemblablement conduire à créer des forêts qui seront mal adaptées aux conditions qui vont se présenter dans l'avenir. Il apparaît préférable, à ce titre, d'adapter notre manière d'aborder la gestion durable de la forêt boréale de façon adaptative et non déterministe comme on le fait actuellement.

Il faut reconnaître que les modèles climatiques dominants changent continuellement et de plus en plus rapidement. Les objectifs d'aménagement basés sur la variabilité naturelle, cherchant à reproduire les environnements passés et visant à les maintenir dans des conditions statiques deviennent probablement non pertinents (Landres *et al.*, 1999).

L'équilibre doit donc être trouvé entre les horizons de court, moyen et long termes pour la production de biens et de services ainsi que pour la préservation de la diversité biologique. Cependant, dans le contexte des changements climatiques, il est primordial de planifier en tenant compte des chocs naturels futurs, inévitables, tels que les éventuelles sécheresses, les incendies de forêt, les épidémies d'insectes et les maladies susceptibles de survenir. Il devient impératif de planifier en regard des conditions changeantes prévues, pour aider à l'adaptation des écosystèmes.

7.3.3 Un changement de paradigmes s'impose par rapport à l'équilibre écologique

Il est reconnu depuis longtemps, il ne faut pas l'oublier, qu'il n'existe pas d'équilibre biologique statique (Joly, 1955). L'équilibre écologique d'un peuplement forestier relève davantage d'une série d'oscillations autour d'un point de référence qui paraît relativement fixe à l'échelle de l'observation humaine. Mais, sur une échelle de temps plus vaste, il peut se déplacer lui-même, plus ou moins vite. Ce point de référence, qu'on devine mais qu'on ne voit jamais vraiment, peut évoluer sous l'effet de facteurs externes (modifications climatiques par exemple), mais aussi en fonction de la propre évolution du peuplement (fermeture du couvert, structuration horizontale et verticale de la végétation, ...), lui-même en interaction avec toutes les autres composantes de l'écosystème, dans un jeu complexe d'actions, réactions, interactions et rétroactions (Barthod, 1995). Il est primordial de reconnaître que l'environnement, englobant toutes les espèces et les processus écologiques qu'il comporte, n'est pas statique, il change constamment et tend à être dans des conditions de non-équilibre perpétuel (Wallington *et al.*, 2005).

Pendant les dernières décennies, les aménagistes forestiers ont compté sur les paradigmes de la durabilité des écosystèmes, de la variabilité historique et de l'intégrité écologique pour définir les objectifs et justifier les décisions (Landres *et al.*, 1999). Il est certain que les connaissances acquises par les données historiques ont une grande valeur pour notre compréhension des réactions des écosystèmes aux changements environnementaux et pour définir des objectifs (Millar *et al.*, 2007). Étudier le passé est important pour comprendre la dynamique des écosystèmes, c'est une base de connaissances essentielle. Mais, il faut davantage penser à une stratégie globale pouvant être adaptée en continu plutôt que d'axer nos orientations en fonction de conditions passées qui ne représentent en fait qu'un état transitoire dans le temps.

Tel que mentionné par Landres *et al.* (1999), notre monde a été grandement modifié et recréer les conditions des écosystèmes du passé n'est ni possible, ni désirable. Comprendre les systèmes écologiques, leur composition et leur structure, leurs changements dans le temps, les principales interactions et les processus qui les ont affectés aidera les aménagistes à définir des objectifs, pour répondre au contexte écologique présent et aux valeurs sociales actuelles. L'utilisation de ces concepts oblige également à reconnaître le rôle important des perspectives régionales et historiques lors de la définition des objectifs d'aménagement, même pour des actions locales. L'identification de ces processus et de ces perspectives renforce les prochaines actions, face à l'incertitude des futures réalités écologiques remplies de surprises en ce qui concerne les écosystèmes aménagés (Landres *et al.*, 1999).

Les changements climatiques accentuent les risques et l'incertitude. Là où les forestiers ont démontré une « certitude », il faut maintenant réapprendre à utiliser ces dimensions dans les paramètres à considérer lors des choix d'interventions et de stratégies. Il faudra se réapproprier les outils développés dans les sciences de la gestion, en recherche opérationnelle, en gestion financière, en assurance et en sciences de la décision (Bernier et Schoene, 2009).

7.3.4 Des difficultés conceptuelles d'application

Au départ, l'approche écosystémique se fonde sur le paradigme qu'imiter la nature est bien, en fait que la nature fait mieux que l'humain. Selon Klenk *et al.* (2009), l'imprécision de l'approche écosystémique et ses composantes conceptuelles fondamentales impliquent de la reconsidérer lors de son intégration dans les politiques forestières. Même si on admet intuitivement qu'imiter les perturbations naturelles est la voie à suivre pour réaliser un AFD qui puisse préserver la diversité biologique, la confusion règne dans la compréhension de l'approche « imiter les perturbations naturelles » (figure 49). Ceci implique deux avenues possibles : que l'approche ne peut être définie avec suffisamment de cohérence pour être utilisable ou qu'elle ne peut être un outil efficace d'aménagement forestier sans autre clarification (Klenk *et al.*, 2008).

Pour certains, il semble que l'approche écosystémique relève plus d'une approche éthique où nous essayons de nous ajuster à l'intérieur de la nature. L'approche peut être une manière de protéger la diversité biologique, cette dernière étant une valeur sociale parmi d'autres, mais qui peut ne pas être une priorité dans certains contextes. Il s'agit de savoir comment et où se situe l'humain; en dehors de la nature ou comme en faisant partie. La décision d'aménager la forêt d'une certaine manière doit être basée sur des objectifs sociaux, ce qui peut légitimement être différent de ce que la nature ferait normalement sans intervention humaine (Klenk *et al.*, 2008).

Ne serait-il pas plus approprié d'envisager la gestion durable de la forêt boréale en pensant à optimiser les services qu'elle peut rendre à la société, sans oublier pour autant la considération environnementale, au lieu d'essayer de la maintenir dans l'état où elle était avant que l'on commence à l'utiliser pour produire des biens et des services.

7.3.5 L'approche écosystémique : élément d'une stratégie d'aménagement durable en forêt boréale

L'approche écosystémique et l'aménagement forestier durable (AFD) sont des concepts étroitement liés (FAO, 2003). En fait, l'AFD a pour but de répondre globalement et de manière intégrée aux objectifs écologiques, économiques et sociaux reliés aux forêts. Bien que non exclusifs à l'AFD, les enjeux socioéconomiques et de durabilité y sont plus clairement exprimés et ciblés, ce qui implique des analyses et l'atteinte de compromis pour équilibrer les valeurs et les objectifs. En comparaison, l'objectif principal de l'approche écosystémique est de maintenir ou d'améliorer l'intégrité écologique des forêts aménagées. Bien qu'il y ait du chevauchement entre les deux, l'approche écosystémique doit être considérée comme un élément d'une stratégie d'AFD (RGDF, 2007).

Suite à ses analyses, le Forestier en chef conclut qu'il ne faut pas étendre systématiquement cette approche à l'ensemble du territoire des UAF, mais plutôt l'envisager comme une des options possibles pour l'aménagement de la forêt boréale. Le contexte des changements climatiques rend moins pertinente la référence à l'état historique de la forêt, d'autant plus que l'approche écosystémique mise sur la résilience de la forêt. Les travaux de Jasinsky et Payette (2005) ont démontré, entre autres, que la forêt boréale présente parfois de façon naturelle des difficultés importantes de reconstitution et également qu'elle n'est pas tout à fait résiliente.

Le Forestier en chef est d'avis que l'approche écosystémique en forêt boréale doit être empruntée avec précaution et qu'il ne faut pas envisager de l'étendre systématiquement et uniformément sur l'ensemble du territoire forestier aménagé. Nous devons garder toutes les options ouvertes afin de maintenir la résistance de la forêt boréale et la capacité à s'adapter aux changements qui surviendront. De la même manière que la durabilité, l'aménagement écosystémique peut être considéré comme une cible mouvante qui peut être améliorée et redéfinie continuellement (RGDF, 2007).

De même, la précaution s'impose lorsque l'approche écosystémique est introduite dans les politiques gouvernementales. Elle doit chercher à assurer le maintien de la diversité biologique et de la viabilité de l'ensemble des écosystèmes forestiers, tout en répondant à des besoins socioéconomiques dans le respect des valeurs sociales. Elle devrait faciliter l'acceptabilité sociale des interventions en forêt. En travaillant à l'intérieur d'un cadre de gestion assurant l'atteinte des objectifs par une gestion dynamique et adaptative alimentée par une veille scientifique, il sera possible alors d'en assurer le succès. Il est important de ne pas trop l'encadrer légalement afin de s'assurer que l'objectif soit atteint, et ne soit pas limité par un code de pratique ou une norme trop prescriptive. Il est important de se rappeler que l'approche écosystémique accorde une prépondérance aux valeurs écologiques et environnementales avant les valeurs socioéconomiques. Les choix en ce sens doivent revenir aux CRRNT. Si les humains font partie des écosystèmes, alors leur participation significative dans les processus décisionnels est un élément essentiel à toute approche écosystémique (Gerlach et Bengston, 1994).

Recommandations

- Le Forestier en chef recommande que l'approche écosystémique soit envisagée et utilisée, selon les contextes, comme un des moyens de mise en œuvre pour atteindre un aménagement forestier durable, plutôt que considérée comme une fin en soi.
- Le Forestier en chef recommande de prendre en compte les incidences des infestations de TBE sur la dynamique de la forêt boréale dans l'établissement des proportions historiques de vieilles forêts en plus de l'historique des feux.
- L'approche écosystémique, dans un régime d'aménagement forestier durable, implique des choix sociaux qui doivent être faits en considération des implications sociales, environnementales et économiques. Le Forestier en chef recommande que les CRRNT aient les outils et les informations appropriés pour prendre leurs décisions.

7.4 DES STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT DAVANTAGE DIVERSIFIÉES EN FORÊT BORÉALE

Depuis l'adoption de la Stratégie de protection des forêts en 1994¹²³ par le gouvernement du Québec, la stratégie d'aménagement forestier appliquée en forêt boréale repose principalement sur la régénération naturelle suite à une récolte avec protection de la régénération et des sols (CPRS). Cette stratégie est appliquée selon un patron de dispersion spatiale de coupe mosaïque, en conformité avec les modalités d'application du RNI¹²⁴.

7.4.1 L'intérêt et les limites de la CPRS

Il s'avère, selon les résultats de recherche de Lafleur *et al.* (2009)¹²⁵, que le recours à la coupe totale (coupe à blanc conventionnelle) soit une avenue que nous devrions réintroduire en fonction de certaines conditions en forêt boréale. Ce chercheur a effectivement constaté que les épinettes noires poussent mieux dans les secteurs où le sol est très perturbé lors de la récolte et que, pour certains types de forêts, la coupe totale favorise mieux la régénération que les autres méthodes de coupe. Selon Lafleur « *On a évacué trop vite la coupe à blanc pour répondre à des impératifs sociaux qui, oui, sont valables, mais pas toujours appropriés* ». Quoique la méthode de récolte CPRS s'applique bien à la plupart des peuplements retrouvés en forêt boréale, elle ne tient cependant pas compte des caractéristiques particulières de certains peuplements, notamment des propriétés de leurs sols (Lafleur *et al.*, 2009), pas plus que de l'ouverture du couvert tel que démontré par Jasinsky et Payette (2005) et Girard *et al.* (2008a et b). De même, Brassard et Chen (2010) mentionnent qu'il semble que les peuplements issus d'une coupe totale et ceux issus d'un feu de forêt finissent par avoir la même structure et la même composition.

Par ailleurs, la CPRS a malheureusement pour effet de favoriser l'envahissement de certaines espèces telles que les éricacées, les lichens, le peuplier faux-tremble (Fortin, 2008) et le sapin (Jardon *et al.*, 2003) sur d'importantes superficies aménagées. Robert Bradley, dit : « *Le kalmia est une plante de fin de succession, qui s'installe dans le sous-bois des forêts matures. La plante peut être présente durant des années avant de proliférer. Or, les coupes avec protection de la régénération et des sols, qui visent à protéger les sols et la régénération naturelle, n'aident certainement pas. Au contraire, elles fournissent l'occasion aux éricacées déjà présentes de s'étendre encore plus en les exposant davantage à la lumière et en leur faisant profiter de la présence de débris ligneux au sol* »¹²⁶. Il y a là un danger de contribuer au retrait progressif de la pessière à mousses fermée en donnant avantage à ces espèces plus agressives. Nous pensons que les coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS), avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS) et avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM), telles que pratiquées depuis quelques années au Québec contribuent davantage à l'ouverture des peuplements, parce que souvent ces derniers ne présentent pas la densité¹²⁷ optimale de plein boisement en jeune âge.

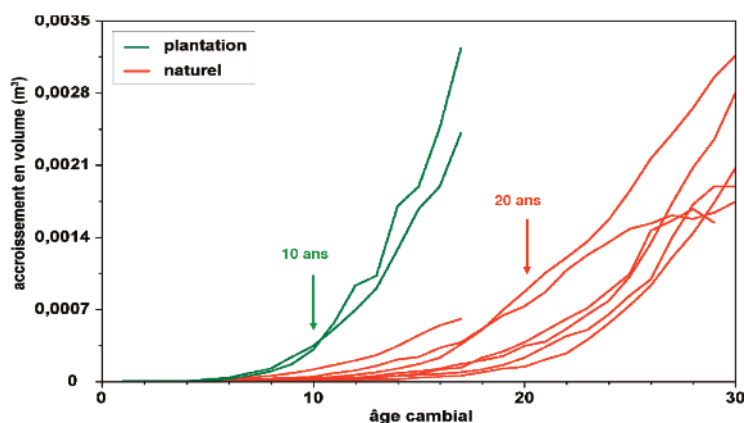
7.4.2 Plus de plantation, notamment pour contrer un phénomène de déforestation naturelle

Le Forestier en chef a constaté, lors de la détermination des possibilités forestières 2008-2013, que la régénération naturelle est souvent déficiente en forêt boréale ou qu'elle présente des délais d'établissement très longs, ce qui a des conséquences non seulement sur le plan économique, mais également sur le plan environnemental. Entre autres causes, comprenons que la présence d'éricacées nuit à l'établissement et à la croissance de la régénération naturelle. Les lichens constituent par ailleurs une grande cause de la mauvaise régénération forestière puisqu'une fois installés, la germination des graines devient presque impossible (Jasinsky et Payette, 2005; Lord et Boucher, 2008).

Huybens (2010) rapporte même que, de façon naturelle, l'épinette noire est présentement en régression au profit d'autres espèces et de nouveaux écosystèmes, alors que le peuplier faux-tremble, notamment et la pessière à cladonies sont en expansion.

Tel que démontré par les travaux de Krause *et al.* (2009) où, dans certaines conditions en milieu nordique, les semis d'épinette noire régénérés naturellement ont une croissance annuelle très faible et prennent deux fois plus de temps que les semis plantés pour atteindre un même niveau de rendement. Il est possible, en misant sur la plantation dans les sites les plus appropriés, de gagner une quinzaine d'années de croissance par rapport à la régénération naturelle (figure 50). Selon Bernier (2009), le pin gris est une essence qui peut aussi être utilisée pour reboiser les landes forestières. Les semis auraient dans certaines conditions spécifiques une meilleure croissance que ceux de l'épinette noire.

Figure 50. Accroissement annuel en volume de l'épinette noire en plantation et dans les sites naturels (Gagnon et Morin, sans date)



L'accroissement annuel en volume de l'épinette noire en plantation suit un fonction exponentielle. Il est plus rapide que dans les sites naturels.

Un scénario de plantation et d'entretien pourrait présenter un net avantage en limitant l'envahissement des parterres de coupe par les éricacées et les lichens, ce qui se produit régulièrement suite à une CPRS lorsque ces espèces sont déjà présentes dans l'environnement. En pareil cas, un scénario de plantation aurait aussi comme avantage de favoriser un couvert fermé à maturité, ce qui est souvent compromis suite à une CPRS en forêt boréale.

Selon la croyance populaire, l'épinette noire située plus au nord pousserait beaucoup moins vite que celle située dans la portion plus méridionale de son aire de distribution. Or, il a été démontré que la saison de croissance de l'épinette noire y est la même, puisque « 75 à 80 % de la largeur du cerne se forme pendant une courte période de six semaines par année, soit de la fin mai à la mi-juillet »¹²⁸. L'épinette noire en plantation dispose d'un bon potentiel de croissance, même en milieu nordique. Puisque Payette (2007) a constaté que l'épinette blanche s'installe naturellement vers la limite des arbres, on peut supposer qu'elle est adaptée à cet environnement et qu'elle pourrait aussi être utilisée lors de la plantation. L'hypothèse mérite certainement d'être approfondie.

Il est malheureux que les plantations soient généralement perçues négativement comme étant des « déserts biologiques », d'autant plus que l'écosystème prédominant en forêt boréale, la pessière à mousses, se présente généralement comme étant monospécifique. Il est toutefois intéressant de constater qu'une revue de la littérature sur la biodiversité dans les plantations forestières, réalisée par Stephens et Wagner (2007), révèle que la plantation d'espèces indigènes, tel que cela est fait au Québec, arbore une biodiversité similaire, ou très légèrement différente, lorsqu'on la compare à une forêt naturelle. Cette comparaison d'éléments comparables démontre qu'il y a très peu de différences entre les deux situations (Stephens et Wagner, 2007). L'utilisation de la plantation mixte (plus d'une espèce) est une assurance supplémentaire contre la perte de biodiversité. Par ailleurs, les pratiques d'éclaircie précommerciale au Québec préconisent d'assurer la préservation de la biodiversité en maintenant un couvert davantage diversifié, lorsque présent.

À la lumière des résultats de travaux de recherche et des éléments de réflexion et d'analyses présentés au Ministre dans le cadre du présent Avis sur la gestion durable de la forêt boréale, le Forestier en chef préconise fortement de contrer l'effet dévastateur sur le milieu forestier, de l'envahissement de plantes agressives telles que les lichens, les éricacées et autres essences de lumière, qui a pour conséquence de transformer progressivement la pessière fermée en landes forestières. Ainsi, lorsque la régénération naturelle est jugée insuffisante à reconstituer un couvert de pessière fermée après la récolte forestière, le Forestier en chef est d'avis que la plantation constitue le moyen ultime de s'assurer que la forêt se régénère adéquatement, afin qu'elle continue à exercer pleinement ses rôles écologiques, économiques et sociaux. En pareil cas, la plantation peut constituer un geste de solidarité envers les générations futures. Ce faisant, l'écosystème boréal résistera mieux aux changements climatiques et devrait s'y adapter plus facilement.

Le contexte se prête particulièrement à donner raison à un vieux proverbe chinois (cité par Al Gore) voulant que : « *Le meilleur moment pour planter un arbre était il y a 40 ans et le deuxième meilleur moment est aujourd'hui* »¹²⁹.



Recommandations

- Le Forestier en chef recommande d'envisager le recours à la coupe totale dans les pessières où la régénération préétablie est déficiente en forêt boréale, suivie d'une scarification, de la plantation et des travaux d'entretien de la régénération. Cela assurera ainsi un boisement adéquat permettant d'éviter l'ouverture progressive du couvert forestier provoquée par l'envahissement des éricacées et d'autres espèces compétitives fortement agressives.
- Le Forestier en chef recommande de réévaluer la norme de « plein boisement » visant à assurer la suffisance de la régénération naturelle après coupe. La norme actuelle se satisfait de reconstituer le nombre d'arbres présents avant la récolte et ne tient compte, ni de la mortalité naturelle, ni de la végétation compétitive, apparaissant dans la vie normale d'un peuplement. Il se peut ainsi que nous ne régénérions pas adéquatement les parterres de coupe et que nous favorisions involontairement l'ouverture des peuplements forestiers en jeune âge, laissant place aux éricacées, aux lichens et aux essences de lumière. Dans le même ordre, il serait également opportun de se questionner par rapport aux normes d'éclaircies précommerciales, de regarni et de plantation dans le domaine de la pessière à mousses.
- Alors que la *Stratégie d'aménagement durable des forêts* est présentement en consultation, le Forestier en chef recommande de revoir la *Stratégie de protection des forêts* et le *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* (RNI) qui interdisent jusqu'à maintenant les travaux sylvicoles dans les peuplements où les lichens sont abondants. À cet effet, les plus récents résultats de recherche forestière confirment la nécessité d'y autoriser des pratiques sylvicoles afin de protéger l'intégrité de la pessière à mousses qui caractérise la forêt boréale.

7.4.3 La coupe partielle, limitée à des fins spécifiques

Dans la forêt boréale de l'Est, environ 30 % des peuplements ont une structure irrégulière, reflet de la diversité à l'échelle de l'écosystème, du vieillissement des peuplements en fonction de la fertilité des sols et de l'ouverture par la TBE. Ruel *et al.* (2007) y préconisent une sylviculture adaptée, principalement axée sur les coupes partielles. Selon eux, cette intervention rend possible, sur une base opérationnelle, le maintien d'une structure résiduelle bien développée. Ainsi, la récolte des plus grosses tiges, tout en abaissant le volume à l'hectare, permet une meilleure efficacité et un revenu plus intéressant à l'usine. L'augmentation des coûts de production se situe alors principalement au niveau de l'infrastructure routière.

Il est établi que les coupes partielles en forêt boréale sont une avenue permettant de maintenir des attributs de vieilles forêts. Ceci mériterait certainement d'être plus largement diffusé comme alternative à certains enjeux d'aménagement. Nous considérons cependant que ce type d'opération devrait être limité à répondre à des problématiques spécifiques. Selon le biologiste Robert Bradley de l'Université de Sherbrooke, l'envahissement par les éricacées est souvent une conséquence de pratiques sylvicoles comme les coupes forestières partielles, les éclaircies précommerciales et commerciales, ainsi que les coupes avec protection de la régénération et des sols¹²⁶. Par ailleurs, les dépenses supplémentaires de ce type d'opération ne sont pas toujours justifiées par le rendement escompté.

La coupe partielle dans de vieilles forêts est une stratégie à envisager dans des contextes bien précis. En pareil cas, il faut rappeler que les coupes partielles préconisant le maintien de la régénération préétablie peuvent favoriser la présence des essences hôtes de la TBE comme le sapin baumier, alors que la coupe totale sur courte rotation favorise plutôt le peuplier, hôte de la livrée des forêts (RGDF, 2009).

Vanderwel *et al.* (2009) ont étudié la littérature portant sur la récolte partielle comme moyen de préserver la diversité biologique et la structure du milieu associées aux forêts de fin de succession. Leurs conclusions sont à l'effet qu'au niveau du peuplement, moins le pourcentage de rétention résultant d'une coupe partielle est important, plus la diversité biologique est affectée négativement. Toutefois, même si plusieurs des espèces retrouvent partiellement un habitat dans les peuplements traités en coupes partielles, il serait erroné de conclure que l'aménagement de type équiennne doive être universellement remplacé par un système d'aménagement moins intensif (Vanderwel *et al.*, 2009). Ces derniers croient cependant que la coupe partielle constitue un outil sylvicole intéressant pour la préservation de la faune, pour les espèces dépendantes d'une forêt mûre ou d'une vieille forêt.

Il a été démontré par Zouaoui *et al.* (2009) que la coupe partielle permettait d'assurer le maintien de la couverture de lichens du genre *Cladinas*, tout en favorisant la croissance de la forêt. La coupe partielle peut ainsi offrir au caribou forestier à la fois l'alimentation dont il a besoin pour survivre pendant l'hiver, de même qu'un couvert de protection contre les prédateurs. Ce traitement s'avère donc profitable dans les zones d'aménagement de l'habitat du caribou forestier.

Recommandation

- Le Forestier en chef recommande le recours à la coupe partielle en forêt boréale à des fins spécifiques de préservation de la diversité biologique. Une bonne approche sylvicole en forêt boréale consisterait à compléter la CPRS avec de la récolte partielle disséminée dans des blocs résiduels pour créer une mosaïque de peuplements présentant tous les stades de succession à l'intérieur du paysage forestier.

7.4.4 Prendre en compte les perturbations naturelles

Dans le projet de Stratégie d'aménagement durable des forêts, on y comprend que le MRNF (2010) désire actualiser l'approche en matière de gestion des perturbations naturelles, dans un cadre de gestion intégrée du risque. Le MRNF a comme objectif de réviser ses façons de faire en matière de prévention, de détection et de lutte contre les perturbations naturelles, ainsi qu'en matière de récupération des bois affectés et de rétablissement des écosystèmes forestiers.

Les infestations d'insectes sont des perturbations naturelles récurrentes dans les écosystèmes boréaux et sub-boréaux. Elles ont globalement des répercussions plus importantes que les feux de forêt sur l'approvisionnement en fibres (RGDF, 2009). D'après RGDF (2009), aucune stratégie, qu'elle soit réactive ou proactive, ne peut éliminer le risque d'infestations d'insectes. Malgré les incertitudes concernant la fréquence et l'intensité des infestations, des choix d'aménagement judicieux et bien coordonnés à court et à long terme peuvent limiter les pertes et accroître la résilience de la forêt (RGDF, 2009). L'approche la plus intéressante consisterait en l'implantation d'une combinaison de stratégies d'aménagement et de réactions diminuant la vulnérabilité, impliquant une planification sur des horizons de temps variant du court au long terme.

Par ailleurs, les incendies de forêt sont impossibles à prédire et non modélisables, ce sont des événements stochastiques et imprévisibles. Comme les modèles servant à évaluer les possibilités annuelles de coupe font généralement appel à la programmation linéaire, ils sont déterministes, car ils ne prévoient aucun événement aléatoire (RGDF, 2010). À cet égard, le renouvellement de la planification, à tous les cinq à dix ans après un événement important comme un feu de grande ampleur, ressemble aux processus formels de gestion adaptative parce qu'il permet aux aménagistes d'adapter leurs plans aux conditions changeantes. Il permet aussi d'incorporer de nouvelles techniques ou de nouveaux savoirs ainsi que des politiques récentes, dans le nouveau Plan (RGDF, 2010).

La constitution d'un fonds de réserve¹³⁰ servant de marge de manœuvre semble l'action la plus logique lors de la détermination des possibilités annuelles de coupe puisqu'il est irréaliste d'intégrer *a priori* les épidémies d'insectes et les feux de forêt dans le processus des CPF avec une certaine confiance. La méthode de détermination de la vulnérabilité à la TBE développée par MacLean *et al.* (2001) et intégrée dans le système HorizonCPF¹³¹ du Bureau du forestier en chef aidera les aménagistes dans leurs choix de stratégies visant à réduire la vulnérabilité de la forêt à la TBE. Dans le cas des feux, le fonds de réserve devrait être ajusté rétrospectivement, de façon cyclique, en fonction de leur importance et de leur sévérité. En cas de feu de grande envergure, le Forestier en chef procédera à une reprise des CPF des territoires affectés dans les meilleurs délais, suite à une demande de révision des possibilités forestières par le ministre.

Pour ces raisons, les futurs CPF produits par le Forestier en chef n'intégreront pas de mesures particulières, si ce n'est le fonds de réserve, pour prendre en compte les perturbations naturelles qui sont des événements à risque que nous devons accepter et contrôler le mieux possible. La révision aux 5 ans en tiendra compte en même temps que l'application de plans spéciaux de récupération lors de la mise à jour périodique des connaissances forestières.

Il faut profiter de la télédétection par satellite pour faciliter la détection précoce et la cartographie des anomalies dans la santé des forêts. Cet outil peut s'avérer particulièrement utile pour les régions où les inventaires terrain sont insuffisants ou comme outil de première stratification pour d'éventuels relevés sur le terrain. Les disponibilités améliorées en fréquence, en couverture et en résolution des images satellites, rendent possible la détection d'événements éphémères ou de phénomènes particuliers sur de petites portions de territoire, comme c'est le cas notamment avec l'arpenteuse de la pruche sur la Côte Nord¹³² ou avec les chablis importants (Bernier et Schoene, 2009).

Recommandations

- Le Forestier en chef recommande au gouvernement du Québec de maintenir les efforts de détection précoce des incendies de forêt et, à moyen terme, d'ajuster la capacité de lutte contre les feux en relation avec les impacts associés aux changements climatiques.
- Le Forestier en chef recommande d'accroître le recours à la télédétection par satellite pour assurer la surveillance à moindre coût en matière de protection des forêts.

7.5 METTRE À PROFIT LA FORÊT BORÉALE POUR LUTTER CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La FAO reconnaît l'aménagement forestier durable comme un moyen efficace pour faire face aux changements climatiques par la séquestration du carbone atmosphérique. Rappelons que les forêts, grâce à la photosynthèse, absorbent environ 25 % de tout le CO₂ émis par l'humanité chaque année.

Néanmoins, les perturbations naturelles plus fréquentes engendrées par les changements climatiques peuvent très bien amener la forêt boréale à devenir une source importante d'émissions de carbone, nourrissant ainsi un cycle appelé à s'amplifier avec le temps. L'enjeu est important. Ainsi, en Colombie-Britannique, l'empreinte écologique du dendroctone du pin ponderosa a été évaluée à 74 Mt éq CO₂, devant celle des sables bitumineux, évaluée à 38 Mt éq CO₂, en 2009¹³³. C'est donc dire qu'il faudra questionner et accorder attention à l'empreinte écologique éventuelle que pourrait engendrer l'épidémie de TBE qui commence au Québec.

Le GIEC (2007a) nous propose des pistes de solution, à partir de l'aménagement forestier, qui peuvent être considérées comme des moyens de séquestrer davantage le carbone atmosphérique :

1. Maintenir ou augmenter les superficies forestières en diminuant la déforestation et la dégradation des écosystèmes forestiers, ainsi qu'en considérant l'afforestation et le reboisement.

Par exemple, en reboisant ou en remettant en production 15 000 ha/an de landes forestières, il est estimé que l'effet potentiel de séquestration additionnelle pourrait être de l'ordre de 4,4 Mt éq CO₂ par année, ce qui correspond à environ 26 % de l'engagement du Québec en matière de cible de réduction des émissions de CO₂.

Les efforts de réduction à la source des émissions de GES seront vraisemblablement insuffisants pour éviter les impacts négatifs des changements climatiques (Weaver *et al.*, 2007). La création de puits de carbone par le boisement (afforestation) et le reboisement (reforestation) s'avère un outil efficace et peu coûteux d'atténuation des émissions, grâce à la séquestration du carbone (Nabuurs *et al.*, 2007).

À l'échelle planétaire, la séquestration continentale estimée dans les années 1990 a réduit du tiers (9,5 Gt éq CO₂) les 29 GT éq CO₂ émis annuellement par l'Homme. On évalue que le secteur forestier pourrait contribuer d'ici 2030 à une atténuation supplémentaire de 1,3 à 4,2 GT éq CO₂ par année, et ce, à un coût inférieur à 100 \$ US la tonne séquestrée (Nabuurs *et al.*, 2007).

Une estimation des coûts de séquestration d'une tonne de CO₂, par hectare de boisement en terrain dénudé boréal (afforestation), appréciée par simulation dans Gaboury *et al.* (2009), conclut à un coût inférieur à 20 \$ CAN par hectare, et ce, même en affectant un coût associé au risque de pertes causées par le feu (Boucher *et al.*, 2008).

2. Maintenir ou augmenter la densité de carbone sur pied, en favorisant des aménagements forestiers plus intensifs (préparation de terrain, reboisement, fertilisation, sylviculture intensive, etc.).

Ainsi, par une meilleure planification spatiale, on peut supposer qu'il soit possible d'augmenter de 5 % le stock ligneux des forêts du Québec. Ceci représentant un potentiel de séquestration de 342 Mt éq CO₂ en 50 ans, soit en moyenne un potentiel de 6,8 Mt éq CO₂ par année, ce qui correspond à environ 41 % de l'engagement du Québec en matière de cible de réduction de CO₂.

3. Maintenir ou augmenter la densité de carbone sur pied à une plus grande échelle, en mettant de l'avant des stratégies efficaces de lutte aux feux de forêt et aux épidémies d'insectes, tout en favorisant des territoires sous conservation pour le maintien de la diversité biologique.

Puisque la protection des stocks sur pied contre les perturbations naturelles permet d'éviter la décomposition et l'émission de CO₂ et de maintenir la capacité de séquestration d'une forêt en santé, il serait opportun d'évaluer l'effet potentiel de séquestration additionnelle découlant de différents scénarios de protection des forêts du Québec.

Des simulations de scénarios d'infestations modérées de TBE sans protection ont été réalisées pour évaluer la rentabilité de la lutte en regard de la séquestration du carbone dans les forêts (MacLean *et al.*, 2010). En Saskatchewan, les pertes sont estimées à 13,3 Mt de carbone (Slaney *et al.*, 2009). Les scénarios de lutte contre la TBE ont présenté une gamme de quantités nettes de CO₂ séquestré, allant de 1,20 million à 16,75 millions de tonnes, selon respectivement le scénario d'un programme de lutte intensive à niveau minimum de 10 000 ha ou à niveau maximum de 150 000 ha. Le coût de séquestration par tonne de CO₂ s'échelonnait quant à lui de 0,72 \$ pour le programme de lutte sur 10 000 ha à 2,37 \$ pour le programme de lutte sur 150 000 ha (Slaney *et al.*, 2009). Ces résultats amènent à conclure que la lutte contre les organismes nuisibles pourrait fournir des crédits de carbone à coût plus faible que les autres activités d'aménagement forestier, comme la conservation (13 à 71 \$ par tonne de CO₂), l'afforestation ou la reforestation (0,71 à 150 \$ par tonne de CO₂) (MacLean *et al.*, 2010).

4. Augmenter le stockage de carbone en favorisant l'utilisation de produits du bois, dans le but de les substituer à des produits ayant des demandes énergétiques importantes en combustibles fossiles et favoriser les biocombustibles.

Cette mesure est à évaluer et dépend directement du type de projet.

Lorsque le bois est utilisé dans la fabrication de produits ayant une longue durée de vie utile comme les habitations et le mobilier, la réduction des émissions de GES est importante par rapport à d'autres matériaux plus énergivores et plus polluants tels le béton, l'acier, l'aluminium et le plastique (FAO, 2008).

En relation avec le Protocole de Kyoto et les suites du Sommet de Copenhague, ainsi qu'en accord avec le rôle de l'aménagement forestier durable reconnu par la FAO et le GIEC, le Québec dispose d'un immense potentiel naturel à mettre en valeur dans la poursuite de son objectif de réduction des GES. Les axes de solutions du GIEC sont complémentaires et devraient orienter l'aménagement forestier du futur. Ils doivent être envisagés non seulement comme des moyens d'atténuation, mais aussi comme des opportunités environnementales en forêt boréale.

Recommandations

- Le Forestier en chef recommande de mettre en œuvre un programme structuré de plantations d'épinette noire, d'épinette blanche et de pin gris dans les landes forestières. Cette option offre l'occasion de régénérer de vastes territoires qui ne contribuent pas présentement à la richesse collective et à la séquestration du CO₂.
- Il est prévu que les changements climatiques entraîneront plus d'incendies, plus d'insectes et probablement plus de chablis. Il est impératif de diminuer la vulnérabilité de la forêt boréale par un aménagement adaptatif et plus intensif (Blate *et al.*, 2009; Bernier et Schoene, 2009).

7.6 GÉRER LA FORÊT BORÉALE EN TENANT COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les experts prévoient que les changements climatiques vont faire migrer de façon appréciable les écosystèmes vers le nord au cours des prochaines décennies, en raison des hausses de température (Williamson *et al.*, 2009; Johnston *et al.*, 2009; Parker, 2009). Dans ce contexte, il devient nécessaire d'envisager des mesures pour soutenir l'adaptation de la forêt boréale à de nouvelles conditions de croissance. Omettre de planifier l'adaptation rendra la forêt boréale encore plus vulnérable aux perturbations naturelles.

Les mécanismes d'adaptation présentent différents aspects. On peut évoquer l'adaptation aux effets anticipés d'un point de vue opérationnel (comme la planification du réseau routier et la modification de la machinerie en fonction de la saison d'opération) ou encore dans la planification stratégique (comme la prise en considération des effets anticipés des changements climatiques sur la fertilité des sols) (Bourque et Simonet, 2008).

Les analyses présentées dans cet Avis incitent à la prudence en forêt boréale, impliquant la nécessité d'adapter les pratiques de gestion afin d'affronter l'avenir incertain conditionné par les changements climatiques. Des stratégies d'adaptation peuvent être inspirées des travaux de Cole *et al.* (2010), Blate *et al.* (2009), Bernier et Schoene (2009), Klenk *et al.* (2009), Bolte *et al.* (2009), Millar *et al.* (2007) et Nabuurs *et al.* (2007).

Les changements climatiques amènent une réalité à laquelle les aménagistes forestiers vont devoir s'adapter rapidement. En accord avec Boucher *et al.* (2008), opter pour une gestion adaptative du carbone forestier permettrait à la fois de favoriser la mitigation, d'augmenter le potentiel d'adaptation face aux changements climatiques et de réduire la vulnérabilité des écosystèmes, des stocks de carbone et des populations face aux changements climatiques (Klein *et al.*, 2007; Nabuurs *et al.*, 2007).

Les changements climatiques se produisent trop rapidement pour repousser les actions en attendant les résultats des futures recherches. Ce constat amène à penser que les pratiques associées à l'aménagement forestier durable peuvent être adéquates pour aider à réduire les vulnérabilités environnementales, sociales et économiques sous une grande variabilité potentielle de conditions climatiques (Seppälä, 2009).

Un aménagement forestier adapté peut aider les écosystèmes forestiers à s'adapter aux nouvelles conditions dans le but de rencontrer les objectifs d'aménagement, de maintenir les services écosystémiques et réduire les risques de dégradation de la forêt (Bolte *et al.*, 2009). L'approche écosystémique mise sur la résilience, alors qu'il faut augmenter la résistance de l'écosystème, en l'aidant à s'adapter. Il faut de la mitigation et de l'adaptation. Les notions de résilience et de vulnérabilité sont très fortement liées à l'adaptation (Seppälä *et al.*, 2009).

Parmi les mesures d'atténuation du secteur forestier, l'afforestation constitue un des outils les plus efficaces et les plus faciles à mettre en place (Boucher *et al.*, 2008). Cette mesure est aussi un moyen d'adaptation car elle permet de coloniser de nouveaux sites et de restaurer des forêts denses.

Des interventions mieux ciblées en forêt boréale permettraient de réduire la vulnérabilité aux perturbations naturelles et de disposer d'une forêt en meilleure santé par son rajeunissement. Par la même occasion, cela permettrait également d'améliorer la séquestration de CO₂ et de générer une production accrue de produits du bois, comme solution de rechange environnementale en remplacement de l'acier, du béton et du pétrole, s'inscrivant ainsi comme une contribution appréciable à la lutte aux changements climatiques.

L'aménagement adaptatif est un processus structuré et rigoureux qui est conçu pour améliorer la politique et les pratiques en apprenant des résultats des programmes opérationnels. Ce processus structuré à une échelle opérationnelle, avec la préoccupation d'améliorer les connaissances, se distingue des « essais et erreurs », des essais terrain et d'autres approches moins structurées. L'aménagement adaptatif est conçu de façon à rapporter des connaissances générales, définitives et documentées, qui mènent l'aménagement vers de meilleures solutions et ce, de façon progressive (RGDF, 2008a).



Comme la migration des espèces s'effectue à un rythme de 10 à 50 km par siècle, il est évident que la forêt fermée d'épinette noire ne pourra se reconstituer à la vitesse des changements prévus dans les conditions climatiques où la migration pourrait atteindre jusqu'à 700 km vers le nord au cours du présent siècle (Parker, 2009). La présence actuelle de l'épinette noire dans la taïga, en formation habituellement ouverte, ne garantit présentement pas un boisement adéquat, ni une espérance de retour naturel à des conditions de forêt fermée selon Jasinsky et Payette (2005) et Lord et Boucher (2008).

Le Forestier en chef est d'avis qu'il faut assister la migration de la pessière fermée en milieu boréal où les conditions du milieu vont en permettre l'établissement et la croissance. Ces actions d'afforestation permettraient d'accélérer l'adaptation de la forêt aux nouvelles conditions provoquées par les changements climatiques et d'augmenter la capacité du territoire forestier québécois à séquestrer d'importantes quantités de CO₂.

L'aménagement forestier durable est vu comme un pilier de l'adaptation, mais sa mise en pratique demande une approche nouvelle en raison de l'incertitude des conditions futures de croissance. De plus, l'adaptation du secteur forestier inclut aussi les options d'atténuation des émissions de GES par la mise en marché de produits ayant une valeur environnementale plus élevée, tels que les produits dérivés du bois et de ses composantes (Bernier, 2010).

Recommandation

- Le Forestier en chef recommande d'adopter dorénavant une approche de gestion proactive et d'aménagement adaptatif lors de la planification et de l'aménagement forestier, avant que les changements climatiques n'aient induit des modifications majeures dans les écosystèmes. Cette approche peut être moins dispendieuse et plus efficace pour rencontrer les objectifs actuels (Blate *et al.*, 2009).

7.7 QUELQUES ÉLÉMENTS DE GOUVERNANCE

Le Forestier en chef est d'avis qu'il serait approprié de faire évoluer le concept d'aménagement forestier durable vers la gestion durable du milieu forestier au Québec et d'en faire une des assises du nouveau régime forestier en s'inspirant du *Cadre stratégique concernant les forêts et le changement climatique* dont la pierre angulaire est la gestion durable des forêts (COFO, 2009). Il s'agit là d'un cadre souple, robuste, crédible et suffisamment éprouvé pour contribuer simultanément à la réduction des GES et à la séquestration du carbone, tout en aidant à l'adaptation aux changements climatiques. Ce concept est assez large pour être appliqué aux forêts de production de bois, aux forêts protégées et aux plantations forestières.

Tel que mentionné par Wiersma *et al.* (2010), il est essentiel, dans le futur, de rapprocher les instances responsables des aires protégées et de la gestion durable des forêts, afin d'établir une meilleure coordination et une compréhension commune des problématiques, dans un esprit constructif. Les relations entre ces entités ne peuvent plus continuer dans l'indifférence ou l'hostilité. Un des moyens est d'établir un langage commun et des lieux de discussion (Duinker *et al.*, 2010).

CONCLUSION

La forêt boréale est l'écosystème forestier le plus représentatif de la province avec une proportion de 36,4 % de la superficie totale du Québec. Elle représente un enjeu prépondérant pour la société québécoise, tant des points de vue environnemental, économique que social. Le virage entrepris par la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier impose le développement d'une vision globale et d'une réflexion documentée à propos de la gestion durable de la forêt boréale.

En développement durable, les enjeux socioéconomiques ne peuvent être isolés des enjeux environnementaux, la réciproque étant tout aussi vraie. Ceux-ci doivent se compléter afin de présenter une vision globale, équilibrée et éclairée par les multiples perspectives du développement du territoire et de ses ressources, et ce, au profit des communautés actuelles, dans le respect de l'environnement, tout en se souciant de léguer un héritage de qualité aux générations futures. Il faut reconnaître à l'humain la place qu'il occupe au sein de la nature et faire en sorte que cette dernière réussisse à combler ses besoins. **Aucune dimension du développement durable n'est plus importante que les autres, la finalité résidant dans la recherche d'un équilibre.**

Lorsqu'on parle de développement durable, l'environnement est une condition, l'économie un moyen et le développement social une fin (Gendron, 2005). La notion de développement durable implique que l'on se soucie de la qualité de la croissance économique et de la durabilité environnementale, en maintenant l'intégrité des écosystèmes et l'équité sociale (OCDE, 2001).

Par cet Avis, le Forestier en chef propose quelques avenues pour assurer la conservation et la mise en valeur de la forêt boréale, dans un souci d'adaptation aux nouvelles conditions créées par les changements climatiques. L'analyse de cette problématique extrêmement complexe amène à mettre en perspective les six critères d'aménagement forestier durable (AFD) du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF, 1997), les plus récentes connaissances en matière d'AFD et les options d'aménagement actuellement envisagées au Québec. La réflexion s'inspire également des grandes politiques internationales en regard des changements climatiques. **Somme toute, dans une logique de développement durable en forêt boréale, la recherche de l'équilibre doit demeurer au centre des préoccupations écologiques, économiques et sociales, où il nous faut désormais prendre en compte la réalité des changements climatiques.**

Ainsi donc, depuis peu, la mise en évidence des changements climatiques nous amène à devoir envisager la gestion des forêts sous un angle nouveau. Désormais, on ne peut plus s'en remettre exclusivement à la capacité de résilience de notre environnement forestier comme police d'assurance. En conséquence, d'une part, il apparaît essentiel dorénavant d'aider les forêts à s'adapter aux changements anticipés de conditions de croissance, notamment en améliorant leur résistance aux agents de perturbations naturelles, lesquels sont appelés à prendre de l'importance, de manière à ce que les forêts puissent continuer à assurer pleinement leurs rôles écologiques, économiques et sociaux, au profit des générations actuelles et à venir. D'autre part, il faut dorénavant s'assurer que les forêts puissent contribuer au mieux, par la séquestration du carbone, à la lutte aux changements climatiques qui affectent la planète toute entière. Sur la base des constats mis en lumière par cet Avis, l'adaptation de la forêt boréale passe inévitablement par un renforcement de l'aménagement forestier, dont l'acceptabilité sociale dépend de la compréhension des enjeux, expliqués sur des fondements scientifiques.

À cet égard, un certain recul s'impose par rapport à la compréhension de certains enjeux. Incidemment, l'objectif de maintenir des forêts en pleine croissance et en bonne santé, pour séquestrer davantage le CO₂ peut sembler contraire à celui de maintenir un pourcentage élevé de vieilles forêts ou à celui de favoriser la présence de bois mort. La solution réside dans la recherche de l'équilibre entre les enjeux, à l'échelle de chacune des régions et de chacune des unités d'aménagement forestier. À terme, il faut que la société québécoise puisse profiter des opportunités de l'aménagement forestier en forêt boréale sur tous les plans. Dans le contexte actuel, si l'on aspire vraiment au développement durable en forêt boréale, il nous faut être proactif, anticiper les choses et poser les gestes en conséquence. Nous nous devons en premier lieu de trouver des solutions équilibrées visant l'ensemble des valeurs fondamentales du développement durable.

Le Forestier en chef conclut que l'augmentation des activités d'aménagement forestier en forêt boréale, pour contrer l'impact des changements climatiques, est une opportunité majeure et constitue une responsabilité gouvernementale où les actions entreprises doivent être gouvernées par l'État. Du même ordre, en raison des exigences commerciales face aux enjeux environnementaux, les crédits de carbone constituent un domaine d'affaires émergent devant profiter à l'ensemble de la société québécoise. De ce fait, les superficies forestières et les bénéfiques, tels que les éventuels crédits de carbone, résultant de la lutte aux changements climatiques à même le territoire du domaine de l'État, doivent demeurer du domaine public.

Comme la majeure partie de la forêt boréale est située dans le territoire visé par le Plan Nord, nous sommes d'avis qu'elle devrait y être reconnue comme une constituante majeure. Le Forestier en chef recommande notamment d'en maximiser le potentiel d'afforestation, notamment dans le cadre de la lutte aux changements climatiques.



On peut donc globalement conclure que la forêt boréale du Québec est sous aménagée et qu'elle a la capacité de produire beaucoup plus de richesse et de bénéfices, pouvant profiter à l'ensemble des citoyens du Québec. Le contexte des changements climatiques rajoute toutefois à la problématique et aux enjeux. À cet égard, la forêt boréale sera vraisemblablement confrontée à des changements majeurs de conditions de croissance et à une augmentation substantielle des perturbations naturelles. De même, on y observe un phénomène inquiétant d'ouverture du couvert forestier sur des superficies substantielles, phénomène qui tend à s'amplifier sous l'effet des perturbations naturelles et que l'on peut apparenter à de la déforestation naturelle.

La forêt boréale est confrontée à s'adapter aux changements climatiques plus rapidement qu'elle ne le peut. Elle profiterait d'assistance de transition si l'on souhaite qu'elle continue d'exercer pleinement ses rôles économiques, écologiques et sociaux. Il y a intérêt à réagir, à préparer l'avenir et à investir davantage en aménagement forestier. L'approche de développement durable s'inscrit à cet effet. Elle impose au gouvernement et à la collectivité de poser des gestes et de faire des choix éclairés et équilibrés entre les considérations environnementales, économiques et sociales. Cela implique de la rigueur, une démarche de conciliation, des compromis, des investissements et des actions appropriées.

Et si on pouvait faire plus et mieux en devenant partenaires avec la nature...

RÉFÉRENCES

- AGENCE DES FORÊTS PRIVÉES DE QUÉBEC (2008). *Pourquoi aménager votre forêt?* Dépliant — Syndicat des propriétaires forestiers de la région de Québec.
- AHLAFI, M. Z., M. M. BOUHALOUA et M. M. BENZYANE (2007). *Critères et indicateurs de développement durable des forêts marocaines*. Communication présentée lors de la Convention sur la diversité biologique, Centre d'échange sur la biodiversité du Maroc, 17 p. [En ligne] [http://ma.chm-cbd.net/biodiversity/ecosyst/les-ecosystemes-forestiers/Criteres_et_indicateurs_de_develop_durable_des_forets_marocaines.pdf].
- AITKEN, S. N., S. YEAMAN, J. A. HOLLIDAY, T. WANG et S. CURTIS-McLANE (2008). « Adaptation, migration or extirpation: Climate change outcomes for tree populations », *Evolutionary Applications*, vol. 1, p. 95-111.
- ALLEN, C. D., A.K. MacALADY, H. CHENCHOUNI, D. BACHELET, N. McDOWELL, M. VENNETIER, T. KITZBERGER, A. RIGLING, D. D. BRESHEARS, E. H. HOGG, P. GONZALEZ, R. FENSHAM, Z. ZHANG, J. CASTRO, N. DEMIDOVA, J.-H. LIM, G. ALLARD, S. W. RUNNING, A. SEMERCI et N. COBB (2010). « A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests », *Forest Ecology and Management*, 259 : 660-684.
- ANDRÉN, H. (1994). « Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat : a review », *Oikos*, 71 : 355-366.
- ANDRÉN, H., A. DELIN et A. SEILER (1997). « Population response to landscape changes depends on specialization to different landscape elements », *Oikos*, 80 : 193-196.
- ANGERMEIER, P. L. (2000). « The natural imperative for biological conservation », *Conservation Biology*, 14 : 373-381.
- AYRES, M. P. et M. J. LOMBARDEO (2000). « Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens », *Science of the Total Environment*, vol. 262, n° 3, p. 263-286.
- BARTHOD, CH. (1995). « Sylviculture et risques sanitaires dans les forêts tempérées », 2^e partie dans Biologie et forêt, *Rev. For. Fr.*, XLVII – 1, p. 39 à 53.
- BARY-LENGER *et al.* (1999). *La forêt : écologie, gestion, économie, conservation*. Édition du Perron, p. 288.
- BAYDACK, R. K. et CAMPA III, H. (1998). « Setting the context ». In : Baydack, R. K., Campa III, H., Haufler, J. B. (eds). *Practical Approaches to the Conservation of Biological Diversity*, Washington, D.C., Island Press, p. 3-16, 313 p.
- BEAUCHAMP, A. (2006). « Éthique du développement durable », dans Villeneuve, C. (dir.). *Le développement durable : quels progrès, quels outils, quelle formation ?* Actes N° 6, IEPF, Canada, 225 p.
- BEAUREGARD, R. (2009). Bâtir en bois pour contrer les changements climatiques. Construire en bois – Le journal de la construction commerciale en bois, CECOBOIS, vol. 1, n° 1, hiver 2009.
- BEEVER, E. A., R. K. SWIHART et B. T. BESTELMEYER (2006). « Linking the concept of scale to studies of biological diversity : evolving approaches and tools », *Div. Distrib.* 12 : 229-235.
- BENTZ, B. J., C. D. ALLEN, M. AYRES, E. BERG, A. CARROLL, M. HANSEN, J. HICKE, L. JOYCE, J. LOGAN, W. MacFARLANE, J. MacMAHON, S. MUNSON, J. NEGRON, T. PAINE, POWELL, J., RAFFA, K., RÉGNIÈRE, J., REID, M., ROMME, W., SEYBOLD, S., SIX, D., TOMBACK, D., VANDYGRIF, J., VEBLEN, T., WHITE, M., WITCOSKY, J. et D. WOOD (2009). In : Bentz, B. J. (Ed.). *Bark Beetle Outbreaks in Western North America : Causes and Consequences*. Univ. of Utah Press, p. 42. ISBN : 978-0-87480965-7.
- BERGERON, Y. et S. ARCHAMBAULT (1993). « Decreasing frequency of forest fires in the southern boreal zone of Québec and its relation to global warming since the end of the 'Little Ice Age' », *The Holocene*, 3 : 255-259.
- BERGERON, Y. (1998). « Les conséquences des changements climatiques sur la fréquence des feux et la composition forestière au sud-ouest de la forêt boréale québécoise », *Géographie physique et Quaternaire*, 52 : 167-173.

- BERGERON, Y. et A. LEDUC (1998). « Relationships between change in fire frequency and mortality due to spruce budworm outbreak in the southeastern Canadian boreal forest », *Journal of Vegetation Science*, 9 : 493-500.
- BERGERON, Y., S. GAUTHIER, V. KAFKA, P. LEFORT et D. LESIEUR (2001). « Natural fire frequency for the Canadian boreal forest : consequences for sustainable forestry », *Canadian Journal of Forest Research*, 31 : 384-391.
- BERGERON, Y., M. D. FLANNIGAN, S. GAUTHIER, A. LEDUC et P. LEFORT (2004). « Past, current and future fire frequency in the Canadian boreal forest : implications for sustainable forest management », *Ambio*, 33(6) : 356-360.
- BERNIER, P. Y. (2008). « Adapter l'aménagement forestier au changement climatique », *Les Brèves*, n° 23, Ressources naturelles Canada, [En ligne] [<http://scf.nrcan.gc.ca/nouvelles/746>].
- BERNIER, P. Y. et D. SCHOENE (2009). « Adapting forests and their management to climate change : an Overview », *Unasylva*, 231/232, vol. 60, p. 5-11.
- BERNIER, P. (2009). « Pessières à cladonies – Le pin gris, le meilleur choix pour le reboisement ». *Les Brèves*, n° 19, Ressources Naturelles Canada, [En ligne] [<http://cfs.nrcan.gc.ca/nouvelles/678>].
- BERNIER, P. (2010). « Adapter l'aménagement forestier au changement climatique ». *Les Brèves*, n° 23, Ressources Naturelles Canada, [En ligne] [<http://cfs.nrcan.gc.ca/nouvelles/746>].
- BFEC (BUREAU DU FORESTIER EN CHEF) (2006). *Possibilités annuelles de coupe des unités d'aménagement forestier (UAF) pour la période 2008-2013*. Roberval (Québec). [En ligne] [www.forestierenchef.gouv.qc.ca/FR/UAF/index.html].
- BFEC (BUREAU DU FORESTIER EN CHEF) (2008). *Résultats des travaux d'analyse sur la possibilité forestière 2008-2013 applicables au territoire couvert par l'Entente Paix des Braves*. Roberval (Québec), 56 p. [En ligne] [www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/resultats/uaf/Presentation_Nord-du-Quebec_FEC_V14C.pdf].
- BFEC (BUREAU DU FORESTIER EN CHEF) (2010). *Bilan d'aménagement forestier durable au Québec 2000-2008*, Roberval, Québec, Gouvernement du Québec, 290 p. [En ligne] [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/images/stories/Bilan_documents/bilan_2000-2008.pdf].
- BLAIS, J. R. (1983). « Trends in the frequency, extent, and severity of spruce budworm outbreaks in eastern Canada », *Canadian Journal of Forest Research*, 13 : 539-547.
- BLATE, G. M., L. A. JOYCE, J. S. LITTELL, S. G. MCNULTY, C. I. MILLAR, S. C. MOSER, R. P. NEILSON, K. O'HALLORAN et D. L. PETERSON (2009). « Adapting to climate change in United States national forests », *Unasylva*, 231/232, vol. 60, p. 57-62.
- BOISVENUE, C. et S. RUNNING (2006). « Impact of climate change on natural forest productivity – Evidence since the middle of the 20th century », *Global Change Biology*, vol. 12, p. 862-882.
- BOLTE, A., C. AMMER, M. LOF, P. MADSEN, G. J. NABUURS, P. SCHALL, P. SPATHELF et J. ROCK (2009). « Adaptive forest management in central Europe : Climate change impacts, strategies and integrative concept », *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24 : 473-482.
- BONNICKSEN, T. M. (2008). *Greenhouse emissions from four California wildfires : Opportunities to prevent and reverse environmental and climate impacts*, Forest Carbon and Emissions Model (FCEM), Report n°. 2, 19 p.
- BOUCHARD, M., D. POTHIER et S. GAUTHIER (2008). « Fire return intervals and tree species succession in the North Shore of eastern Quebec », *Can. J. For. Res.*, 38(6) : 1621-1633.
- BOUCHARD, M. et D. POTHIER (2010). « Spatiotemporal variability in tree and stand mortality caused by spruce budworm outbreaks in eastern Quebec », *Can. J. For. Res.*, 40(1) : 86-94.

BOUCHER, J. F., S. GABOURY, D. LORD, R. GAGNON et C. VILLENEUVE (2008). *Potentiel et enjeux à propos de la création de puits de carbone en forêt boréale*. Conférence présentée au Forum Nord, UQAC, le 14 mars 2007, Département des sciences fondamentales, UQAC et dans *Biodiversité, énergie et changements climatiques*, Liaison Énergie-Francophonie, n° spécial, septembre 2008. Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF), p. 79-87. [En ligne] [<http://carboneboreal.uqac.ca/documents/Boucher.2008.LEFspCongr.mond.nature.pdf>].

BOUCHER, J. F., C. VILLENEUVE, S. GABOURY, N. HUYBENS, R. GAGNON et D. LORD (2009). *Carbone boréal : contexte, description et rôle*. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Formation continue en Éco-Conseil, 21 janvier 2009. [En ligne] [http://carboneboreal.uqac.ca/documents/CBoreal_Boucher_et_al_21jan2009.pdf].

BOUCHER, Y., P. GRONDIN et M. BARRETTE (2009). « Les forêts préindustrielles : un état de référence pour l'aménagement durable des forêts », *Avís de recherche forestière*, n° 17. Direction de la recherche forestière, MRNF.

BOUDEWYN, P., X. SONG, S. MAGNUSSEN et M. D. GILLIS (2007). *Model-based, volume-to-biomass conversion for forested and vegetated land in Canada*, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Center, (Inf. Rep. BC-X-411), 124 p.

BOULET, B., M. CHABOT, L. DORAIS, A. DUPONT et R. GAGNON (1996). « Entomologie forestière », dans *Manuel de foresterie*, sous la direction de J. A. Bérard et M. Côté, Québec, Les Presses de l'Université Laval, p. 1008-1043.

BOULET, B. (2001). « Rétrospective – Les enseignements de la dernière épidémie de tordeuses des bourgeons de l'épinette », Actes du colloque *Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'apprivoiser dans nos stratégies d'aménagement*, Shawinigan, 27 au 29 mars 2001.

BOURGEOIS, B. (2009). Ecosystem-based Management – EBM is here to stay! Conférence dans le cadre du CIF AGM à Nanaimo, B.C., septembre 2009. [En ligne] [http://www.cif-ifc.org/uploads/Website_Assets/Bourgeois2.pdf].

BOURQUE, A., et G. SIMONET (2008). « Québec » dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, Édition 2007, D. S., Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs). Ottawa (Ontario), Gouvernement du Canada, p. 171-226.

BRANDT, J. P. (2009). « The extent of the North American boreal zone », *Environ. Rev.*, 17 : 101-161.

BRASSARD, F. (2009). « Les aires protégées avec utilisation durable des ressources naturelles : est-ce possible dans les forêts québécoises ? », *Vertigo* – la revue électronique en sciences de l'environnement. [En ligne] [<http://vertigo.revues.org/index7243.html>].

BRASSARD, B. W. et H. Y. H. CHEN (2010). *Dynamique de structure et de composition des peuplements en forêt boréale mixte : implications pour l'aménagement forestier*. Edmonton, Alberta, Réseau de gestion durable des forêts, 21 p.

BRUNDTLAND, G. H. (2009). *Sustainable forest management and climate change*, Keynote, Special Envoy for the Secretary-General of the United Nations on Climate Change, FAO Committee on Forestry, Rome, 17 March 2009.

CAMMELL, M. E. et J. D. KNIGHT (1992). « Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests », *Advances in Ecological Research*, vol. 22, p. 117-162.

CARROLL, A. L., S. W. TAYLOR, J. RÉGNIÈRE et L. SAFRANYIK (2004). « Effects of climate change on range expansion by the Mountain Pine Beetle in British Columbia », p. 223-232. In T. L. Shore, J. E. Brooks and J. E. Stone, Ed., *Proceedings of the Mountain pine beetle symposium : challenges and solutions*, 30 and 31 Oct. 2003, Kelowna (B.C.), Ress. nat. Can., Serv. can. des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria (C.-B.), Inf. Rep. BC-X-399.

CAVEY, J. F., E. R. HOEBEKE, S. PASSOA et S. W. LINGAFELTER (1998). « A new exotic Threat to North American hardwood forests: an Asian longhorned beetle », *Anoplophora glabripennis*: larval description and diagnosis, *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 100(2) : 373-381.

CBD (Convention on Biological Diversity) (2000). *Report of the fifth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity*. UNEP/CBD/COP/5/23. Decision V/6: Ecosystem Approach.

CCMF (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES FORÊTS) (1997). *Critères et indicateurs de l'aménagement durable des forêts au Canada*: rapport technique, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, 136 p.

CCMF (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES FORÊTS) (1998). *Stratégie nationale sur les forêts 1998-2003, Durabilité des forêts – Un engagement canadien*, Ottawa, Canada, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada.

CCMF (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES FORÊTS) (2005). *Critères et indicateurs de l'aménagement forestier durable au Canada. Bilan national 2005*. Ottawa (Ontario), 162 p. [En ligne] [www.ccfm.org/ci/rprt2005/C&I_f.pdf].

CCMF (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES FORÊTS) (2006). *Critères et indicateurs de l'aménagement forestier durable au Canada – Bilan national 2005*. Ottawa, Ressources naturelles Canada.

CEF (CENTRE D'ÉTUDE SUR LA FORÊT) (2008). *Avis scientifique portant sur l'article 92.0.3.2 de la Loi sur les forêts*, présenté à M. Pierre Levac, Forestier en chef, juillet 2008, 41 p. [En ligne] [<http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/contenu/Aviscef.pdf>].

CEF (CENTRE D'ÉTUDE SUR LA FORÊT) (2009). *Avis scientifique portant sur les forêts mûres et surannées*, préparé à la demande de la Direction de l'environnement et de la protection des forêts du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, février 2009, 51 p. [En ligne] [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/contenu/avis_compl_CEF.pdf].

CEGFPQ (COMMISSION D'ÉTUDE SUR LA GESTION DE LA FORÊT PUBLIQUE DU QUÉBEC) (2004). *Rapport*, Québec, 307 p. [En ligne] [<http://www.commission-foret.qc.ca>].

CERFO (CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE EN FORESTERIE) (2009). *Manuel de référence pour la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique des forêts au Québec – table des matières expliquée*, février 2009, 14 p.

CLAVAL, P. (2006). « Le développement durable : stratégies descendantes et stratégies ascendantes », *Géographie Économie Société*, 8(4) : 415-445.

CMED (Commission mondiale sur l'environnement et le développement) (1988). *Notre avenir à tous, « Rapport Brundtland »*. Les Publications du Québec, Éditions du Fleuve, mai 1988, 432 p.

COFO (COMITÉ DES FORÊTS DE LA FAO) (2009). *La gestion durable des forêts et les changements climatiques*, 19^e session, Rome, 16-20 mars 2009. [En ligne] [<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/015/k4121f.pdf>].

COLE, D., C. I. MILLAR et N. L. STEPHENSON (2010). « Responding to climate change: a toolbox of management strategies », Chapter 11. In: D.N. Cole and L. Yung, eds. *Beyond Naturalness: Rethinking Park and Wilderness Stewardship in Era of Rapid Change*, Island Press. [En ligne] [http://www.fs.fed.us/psw/publications/millar/psw_2010_millar003.pdf].

COMITÉ D'EXPERTS SUR LES SOLUTIONS (2009). *Projet de développement d'une approche d'aménagement écosystémique dans la Réserve faunique des Laurentides*. Fiches techniques, Québec, 130 p.

CONSEIL DE L'EUROPE (1994). *Résolution 1032 (1994)1 relative à l'utilisation des fibres primaires et des fibres recyclées dans l'industrie européenne du papier*, Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe, 2 p. [En ligne] [<http://assembly.coe.int/Documents/AdoptedText/ta94/FRES1032.htm>].

CÔTÉ, D. (2003). « Expansion des milieux ouverts à lichens dans le domaine de la pessière à mousses », dans P. Grondin et A. Cimon, coordonnateurs. *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, p. 175-190,

CÔTÉ, D. (2004). *Mise en place des landes forestières dans le domaine des forêts commerciales d'épinette noire (Picea mariana [Mill.] BSP.) et potentiel de ces milieux pour la production forestière*, Chicoutimi, Québec, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 107 p.

CÔTÉ, D. (2008). « D'où viennent les landes forestières et que peut-on y faire ? », *Des gens de culture – Spécial reboisement*, vol. 1, n° 3, décembre 2008, p.16-18.

CÔTÉ, D. et R. GAGNON (2002). « Régression des forêts commerciales d'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] BSP.) à la suite de feux successifs ». Actes du Colloque *L'aménagement forestier et le feu*, tenu les 9 et 10 avril 2002 à Chicoutimi (Québec), ministère des Ressources naturelles, Direction de la conservation des forêts, 162 p.

CÔTÉ, J.-F. et G. ASSELIN (2008). *Justifications économiques des arrosages contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE)*, rapport d'étape préparé par Consultants Forestiers DGR inc. pour le MRNF, 10 septembre 2008, 58 p.

CÔTÉ, J.-F. et al. (2009a). *Réactions et critiques sur l'avis déposé au Forestier en chef par des chercheurs du CEF portant sur l'Article 92.0.3.2 de la Loi sur les forêts*. [En ligne] [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/contenu/reaction_avis_CEF.pdf].

CÔTÉ, J.-F., F. BLANCHETTE, G. LABERGE et G. ASSELIN (2009b). *Évaluations économiques et environnementales de scénarios d'aménagement forestier pour le territoire pilote de l'UAF 024-52*, rapport présenté au Bureau du forestier en chef par Consultants forestiers DGR inc., juillet 2009.

CÔTÉ, M. et F. DOYON (2004). *Spatially explicit habitat sustainability indices for the woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in Western Newfoundland*, Technical Report of the Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue for the Western Newfoundland model Forest, 25 p. and appendices.

CYR, D., S. GAUTHIER, Y. BERGERON et C. CARCAILLET (2009). « Forest management is driving the eastern North American boreal forest outside its natural range of variability », *Frontiers in Ecology and the Environment*, doi:10.1890/080088.

DALE, V. H., L. A. JOYCE, S. MCNULTY, R. P. NEILSON, M. P. AYRES, M. D. FLANNIGAN, P. J. HANSON, L. C. IRLAND, A. E. LUGO, C. J. PETERSON, D. SIMBERLO., F. J. SWANSON, B. J. STOCKS et B. M. WOTTON (2001). « Climate change and forest disturbances », *BioScience*, vol. 51, p. 723-734.

DANBY, R. K. et D. HIK (2007). « Variability, contingency and rapid changes in recent sub-arctic alpine tree line dynamics ». *J. Ecol.*, 95: 352-363.

DAVIS, M. B. (1981). « Quaternary history and stability of forest communities ». In: D.C. West et H.H. Shugart (éd.). *Forest Succession*, Springer-Verlag, New York, p. 132-153.

DeLUCIA, E. H., J. G. HAMILTON, S. L. NAIDU, R. B. THOMAS, J. A. ANDREWS, A. FINZI, M. LAVINE, R. MATAMALA, J. E. MOHAN, G. R. HENDREY et W. H. SCHLESINGER (1999). « Net primary production of a forest ecosystem with experimental CO₂ enrichment », *Science*, vol. 284, p. 1177-1179.

DI CASTRI, F. (2005). « La fascination de l'an 2000 », dans *Le développement durable : quels progrès, quels outils, quelle formation?*. Collection Actes 6, Les publications de l'IEPF sous la direction de Claude Villeneuve, Organisation internationale de la francophonie, Chicoutimi, 9 au 11 mai 2005, p. 11-15.

DRAPEAU, P., A. LEDUC et Y. BERGERON (2009). « Bridging ecosystem and multiple-species approaches for setting conservation targets in managed boreal landscapes ». In: M.-A. Villard et B. G. Jonsson, Eds, *Setting conservation targets for managed forest landscapes*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 129-160.

DUCHESNE, L. C. (1994). « Defining Canada's old-growth forests – problems and solutions ». *The Forestry Chronicle*, 70(6): 739-744.

DUCHESNE, L. et R. OUIMET (2008a). *Une histoire de perturbations ! Les changements de composition dans la forêt du Québec méridional au cours des 30 dernières années*. Avis de recherche n° 11, juin 2008, Direction de la recherche forestière du MRNF, 2 p.

DUCHESNE, L. et R. OUIMET (2008b). « Population dynamics of tree species in southern Québec, Canada : 1970-2005 », *Forest Ecology and Management*, 255 : 3001-3012.

DUINKER, P. N., Y. F. WIERSMA, W. HAIDER, G. T. HVENEGAARD et F. K. A. SCHMIEGELOW (2010). « Protected areas and sustainable management : What are we talking about? » *The Forestry Chronicle*, vol. 86, n° 2, p. 173-177.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2001). *Critères et indicateurs de gestion forestière durable pour tous les types de forêts et incidence sur la certification et le commerce*. Note du Secrétariat du Comité des Forêts, quinzième session, Rome (Italie), 12-16 mars 2001. [En ligne] [<http://www.fao.org/docrep/meeting/003/X8783f.htm>].

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2003). *Sustainable forest management and the ecosystem approach : two concepts, one goal*. By Wilkie, M. L., P. Holmgren and F. Castañeda. Forest Management Working Papers, Working Paper FM 25. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome (Italie). [En ligne] [<http://www.fao.org/forestry/6417-1-0.pdf>].

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2008). *Environnement – Changements climatiques. La FAO préconise une gestion durable des forêts*. Communiqué, 9 décembre 2008, [En ligne] [<http://www.casafree.com/modules/news/article.php?storyid=25746>].

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2009a). *Profil sur le changement climatique*. Rome (Italie), 25 p. [En ligne] [<http://www.fao.org/docrep/012/i1323f/i1323f00.htm>].

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2009b). *Situation des forêts du monde 2009*. Rome (Italie), 152 p.

FARRAR, J. L. (1995). *Trees in Canada*, Markham, Ontario, Fitzheny & Whiteside Limited, 502 p.

FISHER, J., D. B. LINDENMAYER et A. D. MANNING (2006). « Biodiversity, ecosystem function, and resilience : ten guiding principles for commodity production landscapes », *Front. Ecol. Environ.*, 4(2) : 80-86.

FLANNIGAN, M., K. LOGAN, B. AMIRO, W. SKINNER et B. STOCKS (2005). « Future area burned in Canada », *Climatic Change*, vol. 72, n^{os} 1-2, p. 1-16.

FLEMING, R. A., J.-N. CANDAU et R. S. McALPINE (2002). « Landscape-scale analysis of interactions between insect defoliation and forest fire in central Canada », *Clim. Chang.*, 55 : 251-272.

FORTIN, S. (2008). *Expansion postcoloniale du tremble (Populus tremuloides) dans le bassin de la Rivière York, en Gaspésie*. Thèse présentée à l'Université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle du Doctorat en Sciences de l'environnement, Université du Québec, janvier 2008, 103 p.

FOURNIER, C., É. BAUCE, A. DUPONT et R. BERTHIAUME (2009). « Wood losses and economical threshold of Btk aerial spray operation against spruce budworm », *Pest Management Science.*, 66(3) : 319-24.

FRELICH, L. E. et P. B. REICH (2003). « Perspectives on development of definitions and values related to old-growth forests », *Environmental Reviews* 11 : S9-S22.

GABOURY, S., J. F. BOUCHER, C. VILLENEUVE, D. LORD et R. GAGNON (2009). « Estimating the net carbon balance of boreal open woodland afforestation : a case-study in Québec's closed-crown boreal forest », *Forest Ecology and Management*, 257 : 483-494.

GAGNÉ, P. et A. PAQUETTE (2008). *Revue de littérature sur la préparation de terrain mécanique pour les mélèzes*, Réseau ligniculture Québec, Québec (Québec), 24 p. [En ligne] [www.rlq.uqam.ca/cartable/revue_litt/PreparationTerrainMeleze2008/RevueLitteraturePreparationTerrainMelezes.pdf].

GAGNON, R. (1988). « La dynamique naturelle des peuplements équiennes d'épinette noire », dans *Les mécanismes de régénération naturelle de l'épinette noire : applications pratiques en aménagement*. Colloque de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Chicoutimi, 18-19 août, 11 p.

GAGNON, R. (1998). *Les bases écologiques de fonctionnement des forêts commerciales d'épinette noire du Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau-Chapais (Québec), vers un aménagement forestier durable*. Laboratoire d'écologie végétale, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi (Québec), 27 p.

GAGNON, R. et H. MORIN (2001). « Les forêts d'épinette noire du Québec : dynamique, perturbations et biodiversité », *Le Naturaliste canadien*, 125 : 26-35.

GAGNON, R. et H. MORIN, (sans date). *Potentiel de croissance des forêts du Nord*. Université du Québec à Chicoutimi, [En ligne] [<http://developpementdurable.nord-du-quebec.com/files/presentations/sphere-economique/potentiel-de-croissance-des-forets-du-nord-rejean-gagnon.pdf>].

GAGNON, R., H. MORIN, D. LORD, P. SIROIS, C. KRAUSE et S. CLOUTIER (2002). *Reconnaissance de la limite nord de la pessière à mousses à titre de limite nord potentielle des forêts attribuables*, mémoire présenté au Conseil régional de développement dans le cadre de la consultation publique sur la délimitation des unités d'aménagement forestier et la limite nord des forêts attribuables, Université du Québec à Chicoutimi, partenaire du Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale, 30 mai 2002, 17 p.

GAGNON, R., H. MORIN, D. LORD et C. KRAUSE (2004). *L'aménagement durable des forêts d'épinette noire du Centre du Québec, un défi que les chercheurs sont prêts à relever*, mémoire présenté à la Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise, Laboratoire d'écologie et de physiologie végétale, Université du Québec à Chicoutimi, mai 2004, 18 p.

GAGNON, R. (2008). *La recherche sur les forêts nordiques à l'UQAC*, conférence présentée dans le cadre du Congrès annuel du Conseil de l'industrie forestière, mai 2008.

GAUTHIER, S. (2009). « Ceinture d'argile de l'Abitibi – Adapter les pratiques forestières pour maintenir la biodiversité et la productivité des forêts », *Les Brèves*, n° 17, Ressources naturelles Canada, [En ligne] [<http://cfs.nrcan.gc.ca/nouvelles/643>].

GCP (GLOBAL CANOPY PROGRAMME) (2008). *The Little REDD Book – A guide to governmental and non-governmental proposals for reducing emissions from deforestation and degradation*, Global Canopy Foundation, 113 p.

GENDRON, C. (2005). « Le Québec à l'ère du développement durable », *Options Politiques*, juillet-août 2005, p. 20-25.

GERARDIN, V., J. P. DUCRUC et P. BEAUCHESNE (2002). « Planification du réseau d'aires protégées du Québec : principes et méthodes de l'analyse écologique du territoire », *Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 3, n° 1, avril 2002, 13 p. [En ligne] [<http://vertigo.revues.org/4123>].

GERLACH, L. P. et D. N. BENGSTON (1994). « If Ecosystem Management is the Solution, What's the Problem? » *Journal of Forestry*, August 1994, p. 18-21.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2000). *L'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie – Résumé à l'intention des décideurs*. Rapport spécial du GIEC. [En ligne] [<http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-fr.pdf>].

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2001). « Technical and economic potential of options to enhance, maintain and manage biological carbon reservoirs and geo-engineering ». In: *Mitigation 2001. The IPCC Third Assessment Report*. Cambridge, Royaume-Uni et New-York, NY, E.-U.A., Cambridge University Press.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2007a). *Bilan 2007 des changements climatiques*. Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Équipe de rédaction principale, Pachauri, R. K. et A. Reisinger (publié sous la direction de), GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2007b). « Technical Summary », dans *Climate Change 2007: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Royaume-Uni et New-York, NY, E.-U.A., Cambridge University Press.

GIELEN, B. et R. CEULEMENS (2001). « The likely impact of rising atmospheric CO₂ on natural managed Populus: a literature review », *Environmental Pollution*, vol. 115, p. 335-358.

GIGNAC, L. (2007). *Gros gibiers au Québec. Données de récolte du 1^{er} mai 2006 au 30 avril 2007*, Québec (Québec), ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 55 p. [En ligne] [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/faune/gros-gibier-2007.pdf].

GIRARD, F. (2004). *Remise en production des pessières à lichens de la forêt boréale commerciale : nutrition et croissance de plants d'épinette noire trois ans après traitements de préparation de terrain*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Département des sciences fondamentales, 56 p.

- GIRARD, F., S. PAYETTE et R. GAGNON (2008a). « Rapid expansion of lichen woodlands within the closed-crown boreal forest zone over the last 50 years caused by disturbances in Eastern Canada », *Journal of Biogeography*, 35 : 529-537.
- GIRARD, F., PAYETTE, S. et R. GAGNON (2008b). « Origin of the lichen-spruce woodland in the closed-crown forest zone in eastern Canada », *Global Ecology and Biogeography*, vol. 18, n° 3 : 291-303.
- GOERGEN Jr., M. T. (2009). « Forest Biomass », *Journal of Forestry*, Sept. 2009, p. 283.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1998). *Loi sur les forêts*, L.R.Q., chapitre F-4.1, Québec (Québec).
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2001). *Insectes, maladies et feux dans les forêts québécoises, en 2000*, Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la conservation des forêts, 52 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2004a). *Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 – Pour la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies*, 112 p. [En ligne] [<http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/2004-2007/strategie.pdf>].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2004b). *Rapport préliminaire sur l'évolution de la forêt du Québec méridional des années 1970 aux années 1990*, document d'information produit à partir des données provenant des trois premiers inventaires décennaux pour la Commission Coulombe, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 74 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2006a). *Le Québec et les changements climatiques – Un défi pour l'avenir – Plan d'action 2006-2012*, Gouvernement du Québec, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 48 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2006b). « Décret 415-2006 concernant l'approbation d'un programme relatif à l'implantation des commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire, ainsi qu'à la conception et à la préparation des plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire », *Gazette officielle du Québec*, 7 juin 2006, 138^e année, n° 23, p. 2359-2366. [En ligne] [http://www.cre-gim.net/Actualites/doc_reference/annexe_2.pdf].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2007). *Un projet de société pour le Québec – Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013*. [En ligne] [http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/strategie_gouvernementale/strat_gouv.pdf].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2008). *Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (INDI)*, site intranet du MRNF. [En ligne] [<http://www.intranet/indi/2/213/entrepot.asp>].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2010a). *Loi sur le développement durable*, L.R.Q., chapitre D-8.1.1, Québec, Gouvernement du Québec, Éditeur officiel, 9 p. [En ligne] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/D_8_1_1/D8_1_1.html].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2010b). *Quatrième bilan de la mise en œuvre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques – Allier environnement et économie*, Québec, Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 42 p.
- GRAY, D. (2004). « The gypsy moth life stage model : landscape-wide estimates of gypsy moth establishment using a multi-generational phenology model », *Ecological Modelling*, 176 : 155-171.
- GRAY, D. (2008). « The relationship between climate and outbreak characteristics of the spruce budworm in eastern Canada », *Climatic Change*, 87 : 361-383.
- GRENON, F., J.-P. JETTÉ et M. LEBLANC (2010). *Manuel de référence pour l'aménagement écosystémique des forêts au Québec*. Module 1 – Fondements et démarche de la mise en œuvre, CERFO et MRNF, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 51 p.
- GRONDIN, P. et A. CIMON (2003). *Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière*, Gouvernement du Québec, MRNF, 216 p. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Chapitre/enjeux-2003-3070.pdf>].
- GRONDIN, P., Y. BOUCHER, J. NOËL, D. HOTTE et P. TARDIF (2009). « Les états de référence » pour la mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts. Conférence présentée le 14 mai 2009 dans le cadre des Conférences-midi 2008-2009 du MRNF – Forêt Québec.

HÉBERT, F. (2004). *Croissance et fonctions hydriques de plants d'épinette noire (Picea mariana (mill.) B.s.p.) et de pin gris (Pinus banksiana lamb.) trois ans après plantation dans des pessières noires à lichens de la forêt boréale commerciale*, mémoire présenté à l'Université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle de la maîtrise en ressources renouvelables, 53 p.

HEINSELMAN, M. L. (1965). « Black spruce (Picea mariana (Mill.) B. S. P.) » In: *Silvics of forest trees of the United States*, H. A. Fowells (ed). U. S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 271, p. 288-298.

HELMS, J. A., ed. (1998). *The Dictionary of Forestry*, Bethesda, MD, Soc. Amer. For., 210 p.

HENDERSHOT, W. H. et A. R. C. JONES (1989). « Maple decline in Quebec: a discussion of possible causes and the use of fertilizers to limit damage », *The Forestry Chronicle*, 65(4), 280-287.

HENDRICKSON, O. (2003). « Old-growth forests: data gaps and challenges », *The Forestry Chronicle*, 79(3): 645-651.

HOUGHTON, J. T., F. MEIRA, B. A. CALLANDER, N. HARRIS, A. KATTENBERG et K. MASKELL (1996). *Climate change 1995. The science of climate change*, Cambridge, UK, Cambridge Univ. Press.

HUGGETT, A. J. (2005). « The concept and utility of ecological thresholds' in biodiversity conservation », *Biological Conservation*, 124: 301-310.

HUNTLEY, B. et H. J. B. BIRKS (1983). *An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe: 0-13,000 Years Ago*, Cambridge, Cambridge University Press, 667 p.

HUYBENS, N. (2007). « L'éthique du développement durable. Des repères pour orienter les décisions vers un monde plus solidaire », dans Gagnon, C. (dir.) et E. Arth, *Guide québécois pour un Agenda 21^e siècle local: applications territoriales du développement durable viable*, [En ligne] [http://a211.qc.ca/9595_fr.html].

HUYBENS, N. (2008). *L'erreur est-elle boréale?* Conférence présentée dans le cadre du Congrès de l'OIFQ, Québec.

HUYBENS, N. (2009). *Les racines symbolique et éthique de la controverse sur la forêt boréale*, conférence présentée le 9 janvier 2009 dans le cadre des Conférences-midi du MRNF.

HUYBENS, N. (2010). *Penser dans la complexité la controverse socio-environnementale sur la forêt boréale du Québec pour la pratique de l'éco-conseil*. Thèse de doctorat. Québec, Université du Québec à Chicoutimi.

IFC (INSTITUT FORESTIER DU CANADA) (2000). *Integrated pest management in forestry*, [En ligne] [http://www.cif-ifc.org/uploads/Website_Assets/Integrated_Pest_Management.pdf].

INFOCTRI, 2003. « Utilisation des bases SIFORT pour l'analyse de la succession arborée en pessière à mousses et sapinière à bouleau blanc de l'ouest du Québec », dans INFOCTRI, vol. 2, n° 11, Amos, Québec, Centre Technologique des Résidus Industriels, novembre 2003.

IPCC, 2001. *Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry*. [En ligne] [http://www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm].

JARDON, Y., H. MORIN et P. DUTILLEUL (2003). « Périodicité et synchronisme des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, 33: 1947-1961.

JASINSKI, J. P. P. et S. PAYETTE (2005). « The creation of alternative stable states in the southern boreal forest », Québec, Canada, *Ecological Monographs*, 75(4): 561-583.

JOHNSTON, M., M. CAMPAGNA, P. GRAY, H. KOPE, J. LOO, A. OGDEN, G. A. O'NEILL, D. PRICE et T. WILLIAMSON (2009). *Vulnérabilité des arbres du Canada aux changements climatiques et propositions de mesures visant leur adaptation: un aperçu destiné aux décideurs et aux intervenants du monde forestier*, Conseil canadien des ministres des forêts, 47 p.

JOLY, R. (1955). « L'évolution des populations d'insectes et la protection des forêts », *Rev. For. Fr.*, vol. VII, p. 430-436.

JONES, C., J. LOWE, S. LIDDICOAT et R. BETTS (2009). « Committed terrestrial ecosystem changes due to climate change », *Nature Geoscience*, 2, p. 484-487.

- JUDAY, G. P., V. BARBER, P. DUFFY, H. LINDERHORM, S. RUPP, S. SPARROW, E. VAGANOV et J. YARIE (2005). « Forest, land management and agriculture ». In : Arctic climate impact assessment : scientific report, Cambridge, UK, Cambridge Univ. Press, p. 781-854.
- JULIEN, Y. et J. A. SOBRINO (2009). « Global land surface phenology trends from GIMMS database », *International Journal of Remote Sensing*, vol. 30, n° 13, p. 3495-3513.
- KHARUK, V. I., S. T. IM et M. L. DVINSKAYA (2010). « Forest-tundra ecotone response to climate change in the Western Sayan Mountains, Siberia », *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25 : 224-233.
- KLEIN, R. J. T., S. HUG, F. DENTON, T. E. DOWNING, R. G. RICHELIS, J. B. ROBINSON et F. L. TOTH (2007). « Inter-relationships between adaptation and mitigation. Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability ». Contribution of Working Group II to the 4th Assessment Report of the IPCC, M. L. PARRY, O. F. CANZLANI, J. P. PALUTIKOF, P. J. VAN DER LINDEN et C. E. HANSON, eds., Cambridge, UK, Cambridge University Press, p. 7745-777.
- KLENK, N. (2008). *The ethics and values underlying the "emulation of natural disturbance" forest management approach in Canada : an interdisciplinary and interpretative study*, Doctoral dissertation, Vancouver, B.C., University of British Columbia, [En ligne] [<http://hdl.handle.net/2429/1591>].
- KLENK, N., G. BULL and D. COHEN (2008). « What is the 'END' (emulation of natural disturbance) in forest ecosystem management? An open question », *Canadian Journal of Forest Research*, 38 : 2159-2168.
- KLENK, N., G. Q. BULL and J. I. MACLELLAN (2009). « The 'emulation of natural disturbance' (END) management approach in Canadian forestry : a critical evaluation », *The Forestry Chronicle*, vol. 85, n° 3, p. 440-445.
- KRAUSE, C., H. MORIN et P.-Y. PLOURDE (2009). « Juvenile growth of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] BSP) stands established during endemic and epidemic attacks by spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* [Clemens]) in the boreal forest of Quebec, Canada », *The Forestry Chronicle*, vol. 85, n° 2, p. 267-276.
- KURZ, W. A. et M. J. APPS (1995). « An analysis of future carbon budgets of Canadian boreal forests », *Water Air and Soil Pollution*, 82 : 321-331.
- KURZ, W. A. (2008a). « Boreal forest and climate change : a Perspective from a Researcher from the Canadian Forest Service », *Forestnewswatch.com*, 21 April 2008.
- KURZ, W. A. (2008b). *Can Canada's forests contribute to a climate change mitigation strategy?* University of Victoria, Canadian Institute of Forestry, May 1st, 2008.
- KURZ, W. A., C. C. DYMOND, T. M. WHITE, G. STINSON, C. H. SHAW, G. J. RAMPLEY, C. SMYTH, B. N. SIMPSON, E. T. NEILSON, J. A. TROFYMOW, J. METSARANTA et M. J. APPS (2009). « MBC-SFC3 : un modèle de la dynamique du carbone dans la foresterie et le changement d'affectation des terres pour la mise en application des normes du GIEC », *Ecological Modelling*, [En ligne] [http://carbon.cfs.nrcan.gc.ca/CBM-CFS3_f.html].
- KURZ, W. A. (2010). Changement climatique, carbone et gestion forestière. Équipe de Comptabilisation du Carbone du SCF, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts. Atelier de formation MBC-SFC3, Sainte-Foy (Québec), le 17 février 2010.
- LAFLEUR, B., N. FENTON, D. PARÉ et Y. BERGERON, 2009. Coupe totale – Quand protéger les sols ne convient pas. Le couvert boréal, printemps 2009, pp. 40 – 41.
- LAMÉRANT, G., F. LEBEL, G. LANGLAIS et A. VÉZINA (2008). *Mise en valeur des produits forestiers non ligneux*, Centre d'expertise sur les produits agroforestiers, Développement économique Canada, ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Canada, 220 p. [En ligne] [www.biopterre.com/medias/public/ldv_4a40c7cf1c3b9_rapport_pfnl2008.pdf].
- LAMONTAGNE, G. et S. LEFORT (2004). *Plan de gestion de l'original 2004-2010*, Québec (Québec), ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement de la faune, 265 p. [En ligne] [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/faune/plan_gestion_original_2004-2010.pdf].
- 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(4) : 1179-1188.
- LARSEN, J. A. (1980). *The Boreal Ecosystem*. New York, Academic Press.

LEBCEUF, M. (2004). *Effets de la fragmentation générée par les coupes forestières en pessière noire à mousses sur huit espèces d'oiseaux de forêt mature*. Mémoire de maîtrise, Montréal, Québec, Université du Québec à Montréal.

LECOMPTE, N. ed. (2009). « L'aménagement écosystémique en forêt boréale – Les recettes de Dame Nature », *Valeur Nature – Vulgarisation scientifique et Développement écotouristique*. [En ligne] [www.web2.uqat.ca/cafd].

LEMPRIÈRE, T. C., P. Y. BERNIER, A. L. CARROLL, M. D. FLANNIGAN, R. P. GILSEMAN, D. W. MCKENNEY, E. H. HOGG, J. H. PEDLAR et D. BLAIN (2008). *L'importance d'adapter le secteur forestier aux changements climatiques*, rapport d'information NOR-X-416, Edmonton (Alberta), Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord, 64 p.

LEROUX, S. J., M. A. KRAWCHUK, F. SCHMIEGELOW, S. C. CUMMING, K. LISGO, L. G. ANDERSON et M. PETKOVA (2010). « Global protected areas and UICN designations: do the categories match the conditions? », *Biological Conservation*, 143: 609-616.

LÉVEILLÉ, C. A. (2008). *Bilan des aliments récoltés en milieu naturel de 2005 à 2007*. Conférence régionale des élus Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Îles-de-la-Madeleine (Québec), 11 p. [En ligne] [www.cre-gim.net/Bulletin-LeRegional/bilan_claudea.pdf].

LINDENMAYER, D. B. and G. LUCK (2005). « Synthesis: Thresholds in conservation and management », *Biological Conservation*, 124: 351-354.

LOGAN, J. A., J. RÉGNIÈRE et J. A. POWELL (2003). « Assessing the impacts of global warming on forest pest DYNAMICS », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 1, n° 3, p. 130-137.

LORD, D. et J. F. BOUCHER (2008). *Remise en production des dénués secs boréaux: ensemencement naturel, plantation et résilience*, présentation au Forum FQRNT-02, 8 avril 2008, Équipe Daniel Lord, 2004-2007, Université du Québec à Chicoutimi, Département des sciences fondamentales.

LUO, Y., B. SU, W. S. CURRIE, J. S. DUKES, A. FINZI, U. HARTWIG, B. HUNGATE, R. E. McMURTIE, R. OREN, W. J. PARTON, D. E. PATAKI, M. R. SHAW, D. R. ZAK et C. B. FIELD (2004). « Progressive nitrogen limitation of ecosystem responses to rising atmospheric carbon dioxide », *Bioscience*, vol. 54, p. 731-739.

LUSSIER, J. M., H. MORIN et R. GAGNON (2002). « Évolution de la structure diamétrale et production ligneuse des pessières noires issues de coupe et de feu », *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 526-538.

LUXMOORE, R. J., S. D. WOLLSCHLEGER et P. J. HANSON (1993). « Forest responses to CO₂ enrichment and climate warming », *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 70, p. 309-323.

MacDONALD, G.M., J. M. SZEICZ, J. CLARICOATES et K. DALE (1998). « Response of the central Canadian treeline to recent climatic changes », *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 88(2): 183-208.

MacLEAN, D. A., T. A. ERDLER, W. E. MACKINNON, K. B. PORTER, K. P. BEATON, G. CORMIER, S. MOREHOUSE et M. BUDD (2001). « The spruce budworm decision support system: forest protection planning to sustain long-term wood supply », *Can. J. For. Res.*, 31: 1742-1757.

MacLEAN, D. A., L. AMOS-BINKS, G. ADAMS, G. PELLETIER et M. A. VILLARD (2010). *Héritage du Réseau de gestion durable des forêts en matière de recherche: résultats de la collaboration entre J.D. Irving Ltd., l'Université du Nouveau-Brunswick et l'Université de Moncton. Titre original: Legacy of the Sustainable Forest Management Network: outcomes of research collaborations among J. D. Irving Limited, University of New-Brunswick, and Université de Moncton*. Edmonton, Alberta, Réseau de gestion durable des forêts, 59 p.

MADER, S. (2007). *Climate Project: Carbon Sequestration and Storage by California Forests and Forest Products*, Technical Memorandum CH2M HILL Inc., Aug. 23, 34 p. [En ligne] [<http://www.foresthealth.org/pdf/CH2M%20Hill%20Forest%20Carbon%20Study.pdf>].

MAJOR, J. (1969). « Historical development of the ecosystem concept ». In: *The ecosystem concept in natural resource management*, New York, Academic Press, George M. van Dyne, ed., p. 9-22.

MALCOM, J. R., A. MARKHAM, R. P. NEILSON et M. GARACI (2002). « Estimated migration rates under scenarios of global climate change », *Journal of Biogeography*, vol. 29, p. 835-849.

- MALMSHEIMER, R. W., P. HEFFERNAN, S. BRINK, D. CRANDALL, F. DENEKE, C. GALIK, E. GEE, J. A. HELMS, N. MCCLURE, M. MORTIMER, S. RUDDLELL, M. SMITH et J. STEWART (2008). « Forest management solutions for mitigating climate change in the United States », *Journal of Forestry*, April/May, p. 115-124.
- MANSOURIAN, S., A. BELOKUROV et P. J. STEPHENSON (2009). « The role of forest protected area in adaptation to climate change », *Unasylva*, 231/232, Vol. 60, p. 63-69.
- MARCOT, B. G. (2007). « Biodiversity and the lexicon zoo », *Forest Ecology and Management* 246 : 4-13.
- McKENNEY, D. W., J. H. PEDLAR, K. LAWRENCE, K. CAMPBELL et M. F. HUTCHINSON (2007). « Potential impacts of climate change on the distribution of North American trees », *Bioscience*, 57(11) : 939-948.
- McNEELEY, J. A. *et al.* (1990). *Conserving the world's biological diversity*, Gland Suisse, Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, Washington, D.C., World Resources Inst., Conservation International, World Wildlife Fund-US et Banque mondiale.
- MDDEP (2010). À propos du développement durable. [En ligne] [<http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm>].
- MEKA, E. Z. (2009). *L'élément 1 du cadre stratégique relatif aux forêts et au changement climatique offre un cadre efficace pour l'atténuation et l'adaptation à partir des forêts*, introduction à la 19^e session du Comité des forêts de la FAO, Semaine mondiale des forêts, 17 mars 2009.
- MESSIER, C. (2007). *Les aires protégées... un élément essentiel à l'aménagement écosystémique*. Conférence présentée au Colloque sur la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique, Carrefour de la recherche forestière, septembre 2007. [En ligne] [<http://www.sfmnetwork.ca/docs/f/Carrefour%20Messier-C.pdf>].
- MILLAR, C. I., N. L. STEPHENSON et S. L. STEPHENS (2007). « Climate change and forests on the future : Managing in the face of uncertainty », *Ecological Applications*, 17(8) : 2145-2151.
- MÖNKKÖNEN, P. et P. REUNAMEN (1999). « On critical thresholds in landscape connectivity : A management perspective », *Oikos*, 84 : 302-305.
- MORIN, H. (1998). « Importance et évolution des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'est du Canada : l'apport de la dendrochronologie », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 52, n° 2, 1998, p. 237-244. [En ligne] [<http://id.erudit.org/iderudit/004856ar>].
- MORIN, H., Y. JARDON et R. GAGNON (2007). « Relationships between spruce budworm outbreaks and forest dynamics in Eastern North America ». In : E. A. Johnson and K. Miyanishi (dir.), *Plant Disturbance Ecology: The Process and the Response*, Amsterdam, The Netherlands, Academic Press, p. 555-564.
- MORIN, H., D. LAPRISE, A. A. SIMARD et S. AMOUCHE (2008). « Régime des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'Est de l'Amérique du Nord », chapitre 7 dans *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Presses de l'Université du Québec, p. 165-192.
- MORIN, S. (2009). *Développement durable : le difficile passage de la théorie à la pratique*, Cahier de recherche, Laboratoire d'étude sur les politiques publiques et la mondialisation, ÉNAP, 27 p.
- MORIN, X., M. J. LECHOWICZ, C. AUGSPURGER, J. O'KEEFE, D. VINER et I. CHUINE (2009). « Leaf phenology in 22 North American tree species during the 21st Century », *Global Change Biology*, vol. 15, n° 4, p. 961-975.
- MOSSELER, A., I. THOMPSON et B. A. PENDREL (2003). « Overview of old-growth forests in Canada from a science perspective », *Environmental Reviews*, 11 : S1-S7.
- MOYER, J. M., P. N. DUINKER et F. G. COHEN (2010). « Old-growth forest values : a narrative study of six Canadian forest leaders », *The Forestry Chronicle*, vol. 86, n° 2, p 256-262.
- MRNF (2003). *Enjeux de composition et de structure des peuplements – PGAF 2005-2010 – Orientation ministérielle* : # 2003-15. 3 p. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/OM2003-15.pdf>].
- MRNF (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, Gouvernement du Québec, 47 p. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/consultation/document-oeuvre.pdf>].

MRNF (2008a). *Tableau de bord des fermetures*, Québec (Québec), Direction du développement de l'industrie et des produits forestiers, 1 p. [En ligne] [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/usine-emploi.pdf].

MRNF (2008b). *Ressources et industries forestières. Portrait statistique*, édition 2008, Québec, (Québec), Gouvernement du Québec, MRNF (2008b), 483 p. Rapport annuel de gestion 2007-2008. Québec (Québec), Direction des communications, 105 p. [En ligne] [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/ministere/rapport/rapport-annuel-2007-2008.pdf].

MRNF (2009a). *Le portrait de l'évolution de la forêt publique sous aménagement du Québec méridional des années 1970 aux années 2000*. Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers et Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 142 p. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/evolution-foret-publique.pdf>].

MRNF (2009b). *Ressources et industries forestières. Portrait statistique*, édition 2009, Québec (Québec), Gouvernement du Québec, 483 p. [En ligne] [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/stat_edition_complete/complete.pdf].

MRNF (2010). *Stratégie d'aménagement durable des forêts – Proposition pour la consultation publique – Version complète – Document de travail*, Québec, Gouvernement du Québec, 89 p. [En ligne] [<http://consultation-adf.mrnf.gouv.qc.ca/pdf/SADF-proposition.pdf>].

MUSÉE REDPATH (1999). *La biodiversité du Québec*, Université McGill. [En ligne] [<http://www.redpath-museum.mcgill.ca/>].

NABUURS, G. J., O. MASERA, K. ANDRASKO, P. BENITEZ-PONCE, R. BOER, M. DUTSCHKE, E. ELSIDDIG, J. FORD-ROBERTSON, P. FRUMHOFF, T. KARJALAINEN, O. KRANKINA, W. A. KURZ, M. MATSUMOTO, W. OYHANTCABAL, N. H. RAVINDRANATH, M. J. SANZ SANCHEZ et X. ZHANG (2007). *Forestry in Climate Change 2007: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, New York, NY, USA.

NAPPI, A. et P. DRAPEAU (2009). « Reproductive success of the black-backed woodpecker (*Picoides arcticus*) in burned boreal forests: are burns source habitats? », *Biological Conservation*, vol. 142, n° 7, July 2009, p. 1381-1391.

NASI, R., R. DENNIS, E. MEIJAARD, G. APPLGATE et P. MOORE (2002). « Les incendies de forêt et la diversité biologique », *Unasylva*, 209, vol. 53, 2002/2. [En ligne] [<http://www.fao.org/docrep/004/Y3582F/Y3582F07.htm>].

NEILSON, R. P., L. F. PITEKA, A. M. SOLOMON, R. NATHAN, G. F. MIDGLEY, J. M. V. FRAGOSO, H. LISCHKE et K. THOMPSON (2005). « Forecasting regional to global plant migration in response to climate change », *Bioscience*, vol. 55, p. 749-759.

NEMANI, R. R., C. D. KEELING, H. HASHIMOTO, W. M. JOLLY, S. C. PIPER, C. J. TUCKER, R. B. MYNENI et S. W. RUNNING (2003). « Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999 », *Science*, vol. 300, p. 1560-1563.

NOSS, R. F. et A. COOPERRIDER (1994). *Saving Nature's Legacy: Protecting and Restoring Biodiversity*, Washington, D.C., Defenders of Wildlife and Island Press.

OCDE (ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES) (2001). *Développement durable, les grandes questions*, 553 p.

OCDE (ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES) (2002). *Manuel d'évaluation de la biodiversité – Guide à l'intention des décideurs*, Organisation de coopération et de développement économiques, 176 p.

OIFQ (ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC) (2000). *Dictionnaire de la foresterie*. Les Presses de l'Université Laval, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Québec, 473 p.

OIFQ (ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC) (2003). *Dictionnaire de la foresterie*. Édition spéciale, XII^e Congrès forestier mondial, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 744 p.

OLIVER, M. (2009). « *Old growth revisited: Integrating social, economic, and ecological perspectives* », Pacific Northwest Research Station (PNW), *Science Findings*, n° 110, Feb. 2009.

- OURANOS (2010). *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, Montréal, Québec, 128 p.
- PARKER, B. (2009). « The Role of Planted Forests in Climate Action », *Silviculture Magazine*, Summer 2009, p. 8-11.
- PARKER, W. C., S. COLOMBO, M. L. CHERRY, M. D. FLANNIGAN, S. GREIFENHAGEN, R. S. McALPINE, C. PAPADOPOULOS et T. SCARR (2000). « Third millennium forestry: what climate change might mean to forests and forest management in Ontario », *The Forestry Chronicle*, vol. 76, p. 445-463.
- PAYETTE, S. (1992). « Fire as a controlling process in the North American boreal forest ». In : Shugart, H. H., R. Leemans and G. B. Bonan (Editors), *A systems analysis of the global boreal forest*, Cambridge, U.K., Cambridge University Press, p. 144-169.
- PAYETTE, S. (1999). « Origin of the lichen woodland at its southern range limit in eastern Canada: the catastrophic impact of insect defoliators and fire on the spruce-moss forest », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 30, p. 288-305.
- PAYETTE, S., N. BHIRY, A. DELWAIDE et M. SIMARD (2000). « Origin of the lichen woodland at its southern range limit in eastern Canada: the catastrophic impact of insect defoliators and fire on the spruce-moss forest », *Canadian Journal of Forest Research*, 30: 288-305.
- PAYETTE, S., M. J. FORTIN et I. GAMACHE (2001). « The Subarctic Forest-Tundra: the Structure of a Biome in a Changing Climate », *BioScience*, vol. 51, n° 9, p. 709-718.
- PAYETTE, S. et A. DELWAIDE (2003). « Shift of Conifer Boreal Forest to Lichen – Heath Parkland Caused by Successive Stand Disturbances », *Ecosystems*, 6: 540-550.
- PAYETTE, S. (2007). « Contrasted dynamics of Northern Labrador tree lines caused by climate change and migrational lag », *Ecology*, 88(3): 770-780.
- PEREZ-GARCIA, J., B. LIPPKE, J. COMNICK et C. MANRIQUEZ (2005). « An assessment of carbon pools, storage, and wood products market substitution using life-cycle analysis results », *Wood and Fiber Science. Corrim*, Special Issue 37: 140-148.
- PINNA, S., H. JACQMAIN, M. BOUCHARD, Y. BOUCHER, M. BARRETTE et M. CÔTÉ (2009). *Aménagement écosystémique des forêts au Québec – Guide d'élaboration d'un portrait de la forêt préindustrielle comme paysage naturel de référence*, Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles et MRNF, 28 p. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/guide-portrait.pdf>].
- PRICE, D., N. ZIMMERMANN, P. VAN DER MEER, M. LEXER, P. LEADLEY, I. JORRITSMA, J. SCHABER, D. CLARK, P. LASCH, S. McNULTY, J. WU et B. SMITH (2001). « Regeneration in gap models: priority issues for studying forest responses to climate change », *Climatic Change*, vol. 51, p. 475-508.
- RADFORD, J. Q., A. F. BENNETT et G. J. CHEERS (2005). « Landscape level thresholds of habitat cover for woodland-dependant birds », *Biological Conservation*, 124: 317-337.
- RAFFA, K. F., B. H. AUKEMA, B. J. BENTZ, A. L. CARROLL, J. A. HICKE, M. G. TURNER et W.H. ROMME (2008). « Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions », *Bioscience*, 58: 501-517.
- REEVES, H. (2009). « Le développement durable ? », dans *Le Journal de Québec*, dimanche le 29 novembre 2009.
- RÉGNIÈRE, J., V. NEALIS et B. COOKE (2008). « Spruce budworm: what's new and why it matters? », *Forest Pest Management Forum 2008*, décembre, Gatineau. [En ligne] [http://www.glfc.forestry.ca/VLF/ForumPresentations/regnieresbw_08e.pdf].
- RGDF (Réseau de gestion durable des forêts) (2007). *Aménagement écosystémique*, Réseau GDF, Canada, Série de Note de Recherche, n° 24, 6 p.
- RGDF (RÉSEAU DE GESTION DURABLE DES FORÊTS) (2008a). *L'aménagement adaptatif: apprendre en opérant, malgré l'incertitude*, Réseau GDF, Canada, Série de Note de Recherche, n° 29, 6 p.
- RGDF (RÉSEAU DE GESTION DURABLE DES FORÊTS) (2008b). *La participation publique et la mise en œuvre de la certification forestière au Québec*, Réseau GDF, Canada, Série de Note de Recherche, n° 38, 6 p.

RGDF (RÉSEAU DE GESTION DURABLE DES FORÊTS) (2009). *Atténuation des effets des infestations d'insectes et aménagement durable des forêts*. Réseau GDF, Canada, Série de Note de recherche, n° 48.

RGDF (RÉSEAU DE GESTION DURABLE DES FORÊTS) (2010). *L'incertitude dans la planification stratégique de l'aménagement forestier*. Réseau GDF, Canada, Série de Note de Recherche, n° 73, 6 p.

RLQ (RÉSEAU LIGNICULTURE QUÉBEC) (2008). « Dossier carbone – Le cycle du carbone et le protocole de Kyoto », *Info – RLQ: périodique de transfert de connaissances*, vol. 5, n° 12, décembre 2008, 6 p.

RLQ (RÉSEAU LIGNICULTURE QUÉBEC) (2009). « Dossier carbone – La forêt canadienne, puits ou source de carbone? », *Info – RLQ: périodique de transfert de connaissances*, vol. 6, n° 1, janvier 2009, 3 p.

RNC (RESSOURCES NATURELLES CANADA) (2007a). *Is Canada's Forest a Carbon Sink or Source?*, Service canadien des forêts, Science – Policy Notes, [En ligne] [www.cfs.nrcan.gc.ca/news/544].

RNC (Ressources naturelles Canada) (2007b). *Est-ce que l'exploitation forestière au Canada contribue au changement climatique?* [En ligne] [http://www.sfmcanada.org/francais/pdf/CFS_DoesHarvestingInCanadasForestsContributeToClimateChange_French.pdf].

RNC (RESSOURCES NATURELLES CANADA) (2008a). *L'état des forêts au Canada – Rapport annuel 2008*, Ottawa, Service canadien des forêts, 42 p. [En ligne] [www.foretscanada.nrcan.gc.ca].

RNC (RESSOURCES NATURELLES CANADA) (2008b). *Deforestation in Canada – What are the facts?* Canadian forest service Science – Policy notes, may 2008, 2 p.

RNC (RESSOURCES NATURELLES CANADA) (2009). *L'état des forêts au Canada – Rapport annuel 2009*, Ottawa, Service canadien des forêts, 55 p. [En ligne] [www.foretscanada.nrcan.gc.ca].

ROMPRÉ, G., Y. BOUCHER, L. BÉLANGER, S. CÔTÉ et W. D. ROBINSON (2010). « Conservation de la biodiversité dans les paysages forestiers aménagés : utilisation des seuils critiques d'habitat », *The Forestry Chronicle*, vol. 86, n° 5, p. 572-579.

ROWE, J. S. et S. PAYETTE (sans date) « Limite forestière », dans *L'Encyclopédie Canadienne*, Fondation Historica du Canada. [En ligne] [<http://thecanadianencyclopedia.com/PrinterFriendly.cfm?Params=F1ARTF008111>].

ROY, G., G. R. LAROCQUE et C. ANSSEAU (2004). « Retrospective evaluation of the onset period of the visual symptoms of dieback in five Appalachian sugar maple stand types », *Forestry Chronicle*, 80: 375-383.

RUDELL, S., R. SAMPSON, M. SMITH, R. GIFFEN, J. CATHCART, J. HAGAN, D. SOSLAND, J. GODBEE, J. HEISENBUTTEL, S. LOVETT, J. HELMS, W. PRICE et R. SIMPSON (2007). « The role for sustainably managed forests in climate change mitigation », *Journal of Forestry*, Sept. 2007, p. 314-319.

RUEL, J. C., V. ROY, J. M. LUSSIER, D. POTHIER, P. MEEK et D. FORTIN, 2007. Mise au point d'une sylviculture adaptée à la forêt boréale irrégulière. *The Forestry Chronicle* 83(3): 367 – 374

SCF (SERVICE CANADIEN DES FORÊTS) (2009a). « Des scientifiques de RNCan discutent de définitions au cours d'un débat sur la forêt boréale », *Nouvelles en santé et biodiversité des forêts*, vol. 13, n° 1, printemps 2009. [En ligne] [<http://scf.nrcan.gc.ca/nouvelles/648>].

SCF (SERVICE CANADIEN DES FORÊTS) (2009b). « Peut-on qualifier d'ancienne la forêt boréale du Canada? », dans *Notes sur la science et les politiques* – septembre 2009. [En ligne] [<http://scf.nrcan.gc.ca/nouvelles/670>].

SCHUTZ, J. P. (1999). « Close-to-nature silviculture: is this concept compatible with species diversity? », *Forestry*, 72(4): 359-366.

SEPPÄLA, R. (2009). « A global assessment on adaptation of forests to climate change », *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24: 469-472.

SEPPÄLA, R., A. BUCK et P. KATILA, EDS. (2009). *Directive politique – Préparer les forêts au changement climatique – Vue générale des conséquences du changement climatique sur les forêts et les populations et les options d'adaptation*, Finlande, ministère des Affaires étrangères, Union internationale des Instituts de recherches forestières, 39 p.

- SHVIDENKO, A. et J. G. GOLDAMMER (2001). « Fire situation in Russia », *International Forest Fire News*, 24 : 41-59.
- SIMARD, M. et S. PAYETTE (2005). « Reduction of black spruce seed bank by spruce budworm infestation compromises post-fire stand regeneration », *Canadian Journal of Forest Research*, 35 : 1686-1696.
- SIMARD, M., N. LECOMTE, Y. BERGERON, P. Y. BERNIER et D. PARÉ (2008). « Un aménagement écosystémique de la pessière du nord de la ceinture d'argile québécoise – Gérer la forêt... mais surtout les sols », chapitre 11 dans S. Gauthier, M.-A. Vaillancourt, A. Leduc, L. De Grandpré, D. D. Kneeshaw, H. Morin, P. Drapeau et Y. Bergeron (éditeurs). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Québec (Québec), Presses de l'Université du Québec, p. 269-299.
- SIROIS, L. et S. PAYETTE (1991). « Reduced Postfire Tree Regeneration Along A Boreal Forest – Forest – Tundra Transect in Northern Quebec », *Ecology*, 72 : 619-627.
- SLANEY, G. L., V. A. LANTZ et D. A. MacLEAN (2009). « The economics of carbon sequestration through pest management: application to forested landbases in New Brunswick and Saskatchewan, Canada », *For. Pol. Econ.* 11 : 525-534.
- SOPFEU (SOCIÉTÉ DE PROTECTION DES FORÊTS CONTRE LE FEU) (2008). *Rapport annuel 2008*, Québec, 24 p.
- SPITTLEHOUSE, D. L. et R. B. STEWART (2004). « Adaptation to climate change in forest management », *BC Journal of Ecosystems and Management*, vol. 4, p. 7-17.
- STEPHENS, S. S., et M. R. WAGNER (2007). « Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective », *Journal of Forestry*, Sept. 2007, p. 307-313.
- STERN, N. (2006). « Stern Review on The Economics of Climate Change (pre-publication edition). Executive Summary », HM Treasury, London. Archived from the original on 2010-01-31. [En ligne] [<http://www.webcitation.org/5nCeyEYJr>].
- TABLE DES PARTENAIRES (2009). *Projet de développement d'une approche d'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides*, Rapport de la Table des partenaires, Québec, xi, 40 p.
- TARDIF, B., G. LAVOIE et Y. LACHANCE (2005). *Atlas de la biodiversité du Québec – Les espèces menacées ou vulnérables*. Québec, Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, 60 p. [En ligne] [<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/Atlas-biodiversite.pdf>].
- TELLENNE, C. (2005). « Solidaires, vraiment. La « société civile » mondiale et le développement durable », dans Gauchon-Tellenne (éd.), *Géopolitique du développement durable*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 261-276.
- THIFFAULT, E. (2009). « Forêt boréale – La coupe n'imité pas les effets des feux de forêt sur la fertilité des sols », *Les Brèves*, n° 17, Ressources naturelles Canada, [En ligne] [<http://cfs.nrcan.gc.ca/nouvelles/644>].
- TRNEE (TABLE RONDE NATIONALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET L'ÉCONOMIE) (2010). *Degrés de réchauffement*. [En ligne] [<http://www.prosperiteclimatique.ca/fra/etudes/impacts-climatiques/degres-rechauffement/degres-rechauffement-fra.php>].
- UICN (1980). *Stratégie mondiale de la conservation*, p. 1.2. [En ligne] [<http://www.universalis.fr/encyclopedie/u-i-c-n-union-internationale-pour-la-conservation-de-la-nature/>].
- UICN (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*, édité par Nigel Dudley, Commission mondiale des aires protégées, 96 p. [En ligne] [<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/PAPS-016-Fr.pdf>].
- UNFCCC (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE) (2007). *Status of ratification of the Kyoto Protocol*. [En ligne] [http://www.unfccc.int/kyoto_protocol/background/status_of_ratification/items/2613.php].
- VANDERWEL, M. C., S. C. MILLS et J. R. MALCOLM (2009). Effects of partial harvesting on vertebrate species associated with late-successional forests in Ontario's boreal region. *The Forestry Chronicle*, vol. 85, n° 1, pp. 91-104.

VAN WAGNER, C. E. (1978). « Age-class distribution and the forest fire cycle », *Canadian Journal of Forest Research*, 8 : 220-227.

VÉZINA, S. (1985). *Mise à jour des volumes de mortalité dus à l'épidémie de la tordeuse de l'épinette – année 1984*, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Services techniques de l'aménagement, 56 p.

VIERECK, L. A. et W. F. JOHNSTON (1990). « *Picea mariana* (Mill.) B. S. P., Black spruce ». In : *Silvics of North America*, vol. 1, Conifers, p. 227-237. Washington, D.C., Agriculture Handbook 654, Forest Service, United States Department of Agriculture, 675 p.

VILLENEUVE, C. (2006). *Les aires protégées au Québec dans un contexte de changements climatiques : sont-elles toujours adéquates pour protéger la biodiversité ?* Conférence présentée au Service canadien des forêts, Québec, le 12 janvier 2006.

VILLENEUVE, C. (2007). *Le bois, matériau du développement durable ?* Conférence présentée au CIFQ, Québec, le 10 mai 2007, Chaire Éco-Conseil, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi.

VILLENEUVE, C. (2009). « Carbone boréal, une initiative originale de l'UQAC », *Construire en bois – Le journal de la construction commerciale en bois*, CECOBOIS, vol. 1, n° 2, printemps 2009.

VOLNEY, W. J. A. et K. G. HIRSCH (2005). « Disturbing forest disturbances », *The Forestry Chronicle*, vol. 81, p. 662-668.

WALLINGTON, T. J., R. J. HOBBS et S. A. MOORE (2005). « Implications of current ecological thinking for biodiversity conservation : a review of the salient issues », *Ecol. Soc.*, 10(1) : 15. [En ligne] [<http://ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art15>].

WALTON, A. (2009). *Provincial-level projection of the current Mountain Pine Beetle outbreak*, B.C. Ministry of Forests and Range.

WEAVER, A. J., K. ZICKFELD, A. MONTENEGRO et M. EBY (2007). « Long term climate implications of 2050 emission reduction targets », *Geophysical Research Letters*, 34, L19703, doi:10.1029/2007GL031018.

WEBER, M. G. et M. D. FLANNIGAN (1997). « Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate : impact on fire regimes », *Environmental Reviews*, vol. 5, p. 145-166.

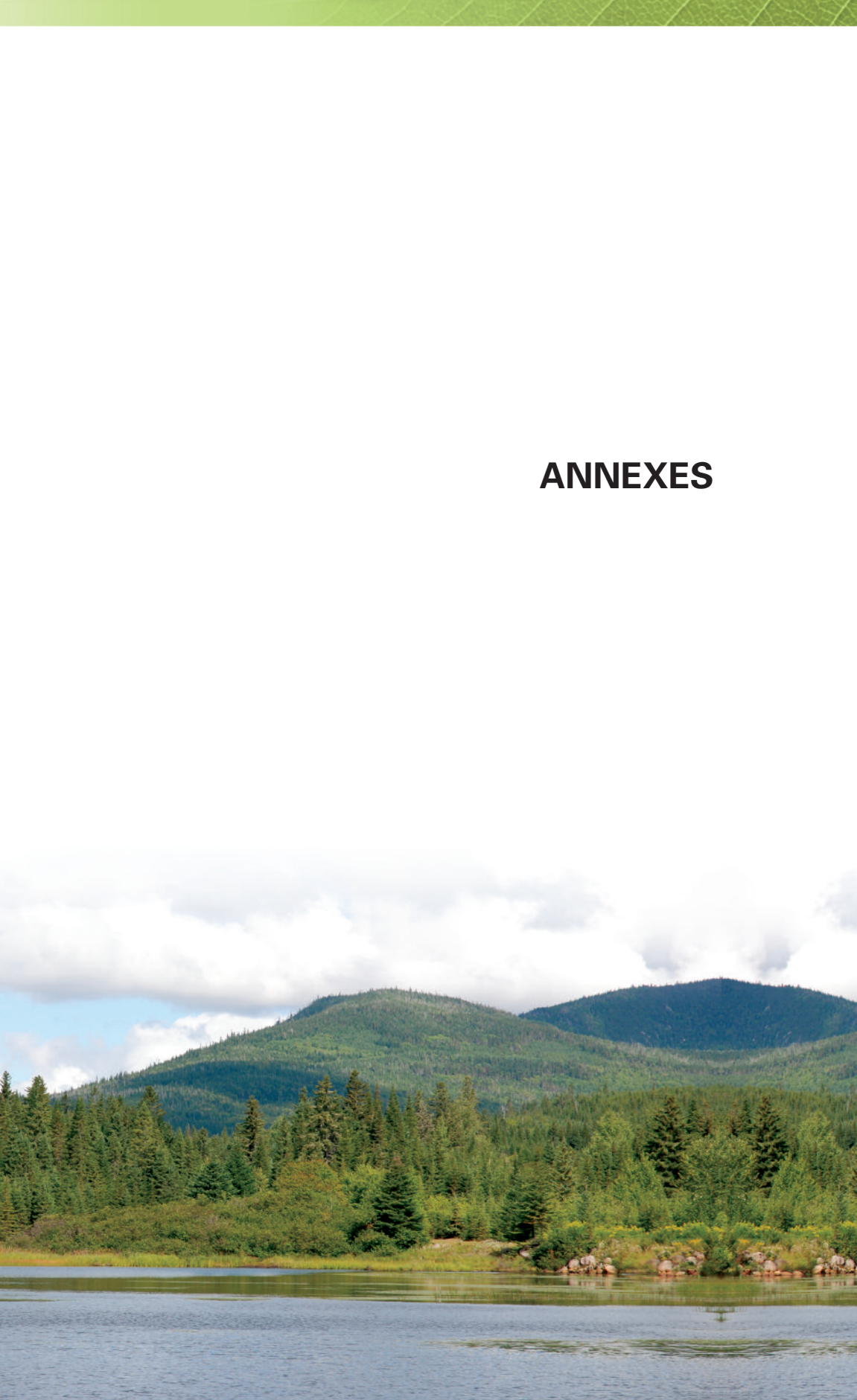
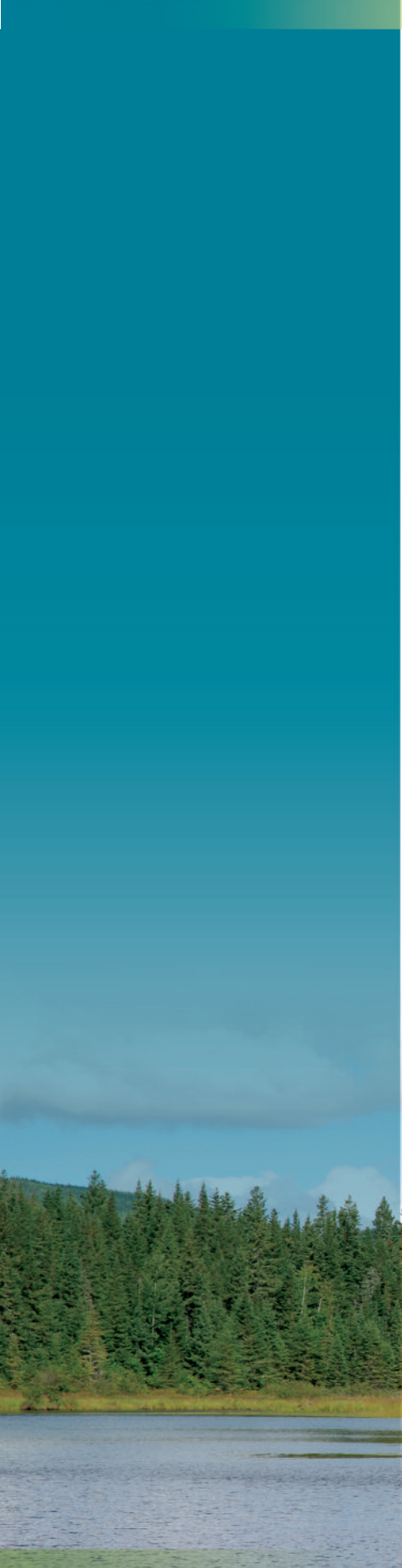
WESTFALL, J. et T. EBATA (2009). *Summary of Forest Health Conditions in British Columbia – 2008*, Victoria, BC, Ministry of Forests and Range, Forest Practices Branch, 78 p.

WIERSMA, Y. F., P. N. DUINKER, W. HAIDER, G. T. HVENEGAARD et F. K. A. SCHMIEGELOW (2010). *Relationships between Protected Areas and Sustainable Forest Management : Many Shades of Green – A state of knowledge report*, Edmonton, Alberta, Réseau de gestion durable des forêts, 58 p.

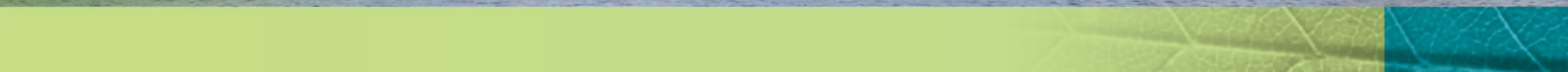
WILLIAMSON, T. B., S. J. COLOMBO, P. N. DUINKER, P. A. GRAY, R. J. HENNESSEY, D. HOULE, M. H. JOHNSTON, A. E. OGDEN et D. L. SPITTLEHOUSE (2009). *Les changements climatiques et les forêts du Canada : des impacts à l'adaptation*, Edmonton, Alberta, Réseau de gestion durable des forêts et Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord, 112 p.

WOTTON, B. M. et M. D. FLANNIGAN (1993). « Length of the fire season in changing climate », *For. Chron.*, 69(2) : 187-191.

ZOUAOU, S., Y. BERGERON et P. DRAPEAU (2009). « Caribou forestier – Agissons pour le protéger », *Le couvert boréal*, printemps 2009, p. 22-23.



ANNEXES



ANNEXE 1 ÉVALUATION DE SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT POUR L'UAF 024-52

Le calcul des possibilités forestières (CPF) est habituellement réalisé aux 5 ans, pour chacune des 74 unités d'aménagement forestier (UAF) du territoire du domaine public du Québec. Il est basé sur les éléments de connaissance découlant des inventaires forestiers et des travaux d'aménagement réalisés, ainsi que sur une stratégie d'aménagement développée par les aménagistes forestiers. Les outils de calcul disponibles jusqu'à récemment ne permettaient que difficilement d'évaluer plusieurs stratégies pour un même territoire et de quantifier les impacts d'une modification apportée à une stratégie ou à la définition du territoire.

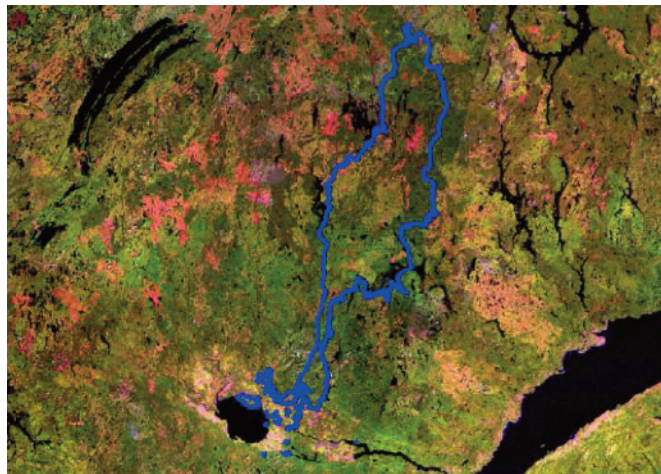
Le Bureau du forestier en chef dispose maintenant d'outils et de logiciels modernes permettant de prendre en compte les principaux éléments de préoccupations de nature réglementaire, stratégique ou autres, notamment aux besoins exprimés par la population en rapport au territoire d'un calcul des possibilités forestières. Ainsi, il est désormais possible d'évaluer l'incidence et l'évolution de divers éléments stratégiques, dans le temps et dans l'espace, comme la proportion de vieilles forêts, le pourcentage d'habitat de qualité de certaines espèces fauniques, la quantité de carbone présente sur le territoire ou toute autre considération de même nature.

Ces outils, particulièrement performants, permettent désormais d'apprécier différents scénarios d'aménagement dans le cadre de la réalisation d'un CPF et de traiter l'information avec ses considérations spatiales sur le territoire de calcul. Ainsi, la mise en œuvre de plans spéciaux, tels que celui de l'aménagement de l'habitat du caribou forestier, peut être évaluée en tant que scénario particulier d'aménagement. À titre d'essai, dans le but de vérifier l'effet de différents scénarios sur le comportement et la performance d'indicateurs dans le temps, cinq scénarios d'aménagement ont été appliqués à l'UAF 024-52 (Côté *et al.*, 2009b). Les résultats de ces travaux sont présentés ci-dessous.

1. LA DESCRIPTION DE L'UAF 024-52

L'UAF 024-52 a été choisie essentiellement pour des raisons pratiques. D'une part, les bases de données compatibles avec la suite logicielle Woodstock/Stanley (un des outils du Forestier en chef) étaient déjà disponibles. D'autre part, le Bureau du forestier en chef se devait d'évaluer deux nouveaux scénarios sur ce territoire, depuis la détermination des possibilités forestières en 2006; de manière à considérer l'effet combiné de l'implantation de l'aire protégée des Montagnes Blanches, la prise en compte d'un feu de forêt d'importance et l'application d'un plan spécial pour la protection de l'habitat du caribou forestier. Cette UAF représente par ailleurs une situation relativement typique de la forêt boréale (figure 51).

Figure 51. Unité d'aménagement forestier 024-52 (Image Landsat 2009)



L'UAF 024-52, située dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (figure 51), est l'une des premières unités d'aménagement dont le calcul des possibilités forestières a été réalisé à l'aide des logiciels Woodstock/Stanley. Outre l'étroite bande de territoire de sa partie sud, la plus grande partie de l'UAF s'étend entre le 49°30' et le 51°00' de latitude Nord, dans le grand domaine de la pessière à mousses de l'Est. Se situant principalement en forêt boréale, cette UAF est largement représentative des autres UAF du Québec boréal où est prélevée la plus grande part des volumes de bois résineux de la forêt publique.

Selon les plus récentes données publiées par le Bureau du forestier en chef, le territoire de l'UAF 024-52 couvre une superficie brute de plus de 1 160 136 hectares, répartie à raison de 12 % d'eau et de 88 % de terrain forestier. La superficie nette de l'UAF destinée actuellement à la production forestière s'élève à 801 124 hectares, soit 69 % du territoire¹³⁴ de cette unité d'aménagement.

En date du 2 juin 2009, 19 % du territoire de l'UAF 024-52 est exclu à 100 % de la production ligneuse, alors que 8 % de son territoire fait l'objet d'une exclusion partielle où seules certaines interventions peuvent y être pratiquées de façon conditionnelle (figure 52). Le territoire destiné à la production forestière est constitué à 81 % de peuplements résineux (figure 53), dont la structure d'âge présente une anomalie par surabondance de peuplements mûrs et surannés (plus de 120 ans) (figure 54).

Figure 52. Portrait global de l'UAF 024-52 tel qu'établi lors du CPF 2008-2013¹³⁴

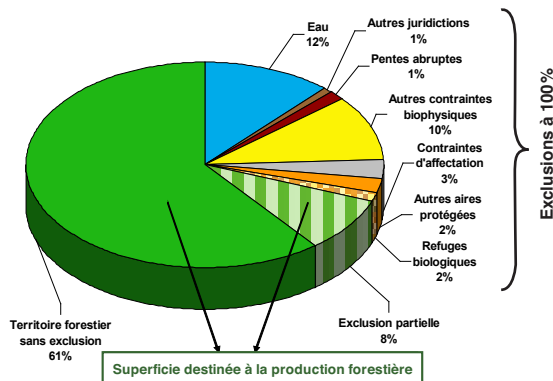


Figure 53. Portrait du territoire destiné à la production forestière (superficie : 801 124 ha)¹³⁴

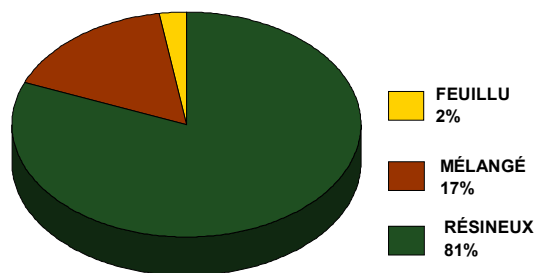
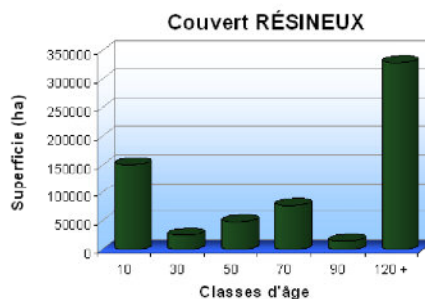


Figure 54. Répartition du couvert résineux par classes d'âge¹³⁴



L'adoption de la *Stratégie d'aménagement de l'habitat du caribou forestier* (Plan caribou) a conduit à l'ajustement de la possibilité forestière annuelle de l'UAF 024-52. Celle-ci est établie dorénavant à 717 600 m³ (tableau 19) pour les essences du groupe SEPM, pour la période 2008-2013.

Tableau 19. Historique de la variation de la possibilité forestière en SEPM depuis 2000 pour l’UAF 024-52

Période	Possibilité forestière en SEPM (m ³ /an)	Commentaire
2000 à 2008	1 063 500	CPF d’origine, en référence
2008 à 2013 (décembre 2006)	853 600	Application de décisions du FEC – anticipation caribou
2008 à 2013 (juin 2009)	717 600	Ajustements pour l’application du Plan caribou

La baisse de la possibilité forestière observée dans l’UAF 024-52 au cours des dernières années se justifie principalement par l’utilisation des logiciels Woodstock/Stanley lors du CPF 2008-2013, lequel prend désormais en considération la spatialisation de l’information sur le territoire, ainsi qu’en raison de l’intégration de nouvelles hypothèses et informations lors du calcul. Celles-ci sont principalement de 4 ordres :

- Une réduction de superficie de 17 741 ha pour la création de l’aire protégée des Montagnes-Blanches;
- La mise à jour de la carte forestière suite à un incendie majeur survenu en 2007 (feu n° 346, superficie de 19 454 ha);
- L’implantation d’un scénario d’aménagement visant le maintien de massifs forestiers pour la protection de l’habitat du caribou forestier;
- Le retrait d’une superficie de 1 798 ha qui sera inondée suite à la réalisation du projet Péribonka 4, d’Hydro Québec.

2. ÉVALUATION DES SCÉNARIOS D’AMÉNAGEMENT

Cinq scénarios d’aménagement ont été analysés (Côté *et al.*, 2009b). Ceux-ci sont :

Scénario A: Modalités du RNI et prise en compte de l’aire protégée des Montagnes-Blanches

Le scénario A correspond en tous points au scénario RNI pour lequel un premier calcul des possibilités forestières a été réalisé à l’aide des logiciels Woodstock/Stanley par le Bureau du forestier en chef. Ce scénario sert de base à l’analyse comparative avec les scénarios B, C et E.

Précisons que le RNI réfère au *Règlement sur les normes d’intervention dans les forêts du domaine public* (Loi sur les forêts, L.R.Q., c. F-4.1, a. 171). Par ailleurs, le scénario A tient compte de la partie de l’aire protégée des Montagnes-Blanches qui est concernée par l’UAF 024-52 (environ 27 000 ha).

Scénario B: Modalités du RNI, excluant l'effet de l'aire protégée

La comparaison du scénario B avec le scénario A vise à mesurer l'effet de la soustraction d'une superficie forestière destinée à la production à cause de l'implantation de l'aire protégée des Montagnes-Blanches. Ainsi, la modification majeure apportée au scénario B, par rapport au scénario A, consiste à rendre disponible à la récolte la superficie occupée par l'aire protégée située au nord de l'UAF. Précisons que l'aire protégée couvre 2,2 % de la superficie forestière productive considérée dans le CPF.

Scénario C: Modalités du « Plan caribou »

Le scénario C correspond en tous points au scénario « Caribou » pour lequel un second CPF a été réalisé à l'aide de Woodstock/Stanley par le Bureau du forestier en chef. Le scénario C intègre les modalités spéciales d'une stratégie visant à maintenir de grands massifs de forêt intacts pour assurer la protection de l'habitat du caribou forestier, tel que convenu dans le *Plan de rétablissement du caribou forestier (Rangifer tarandus) au Québec – 2005-2012*³⁵. La comparaison du scénario C avec le scénario A vise à mesurer les répercussions de la mise en œuvre de ce plan spécifiquement dédié à la protection de l'habitat du caribou forestier, dans l'UAF 024-52.

Scénario D: Plan caribou et reboisement de landes forestières

La comparaison du scénario D avec le scénario C vise à mesurer l'effet, sur la possibilité forestière, d'un programme de reboisement couvrant 70 % des 82 000 ha de landes forestières dans l'UAF 024-52. Le point de départ pour la création du scénario D est le scénario « Caribou » du Bureau du forestier en chef. La modification majeure apportée à ce dernier scénario consiste à « obliger » la plantation de 5 700 ha/an de landes forestières au cours des dix premières années de l'horizon de simulation. Les dénudés secs ont été retenus en priorité pour la plantation puisqu'ils couvrent une superficie suffisante (57 344 ha) pour atteindre l'objectif. De plus, ils sont facilement repérables par la cartographie, aux fins de la spatialisation du calcul.

Méthodologiquement, le niveau minimal de plantation est fixé à 28 650 ha pour chacune des deux premières périodes quinquennales et à 0 ha pour les périodes subséquentes. L'effort global de reboisement est donc réalisé sur une période de dix ans. Une courbe de rendement de 1 m³/ha à 100 ans leur est attribuée, tandis que l'âge actuel du peuplement est fixé à 1 an. À la suite de la plantation d'épinette noire, le modèle attribue aux dénudés secs une courbe de rendement (niveau conservateur) de 84 m³/ha à 70 ans, soit un rendement équivalant à un peuplement naturel avec un indice de qualité de station (IQS) de 12 m à 50 ans et un indice de densité relative (IDR) forte. Précisons que « Un IQS de 12 m à 50 ans en peuplement naturel est considéré comme équivalant à un IQS de 5 m à 25 ans pour une plantation. Les mesures de hauteur dans les jeunes plantations d'épinette noire localisées autour du 50^e degré de latitude Nord indiquent un IQS moyen de 5 m à 25 ans »¹³⁶. À la suite de la récolte de ces plantations, le modèle prévoit que le peuplement se régénérera naturellement et qu'il conservera le même rendement.

Scénario E: Récolte à niveaux variables

La comparaison du scénario E avec le scénario A vise à mesurer l'effet d'une stratégie de récolte à niveaux variables visant à rajeunir plus rapidement la forêt, en augmentant le rythme de prélèvement des bois matures sur les 30 premières années de l'horizon de calcul.

Le point de départ pour la création du scénario E est le scénario A. La modification majeure apportée au scénario A consiste à fixer des niveaux variables de récolte. Au terme des opérations d'optimisation et de spatialisation, le prélèvement en SEPM au cours des six premières périodes quinquennales est majoré d'un peu plus de 3,1 Mm³ par rapport au scénario A, soit en moyenne 103 620 m³/année ou 13 % au-delà du niveau de prélèvement soutenu calculé dans le scénario A. Ce surplus de prélèvement n'est toutefois pas uniforme dans le temps. Ainsi, durant les trois premières périodes de simulation, le niveau de récolte est majoré d'environ 20 %, puis réduit en paliers progressifs durant les trois périodes quinquennales suivantes, pour se maintenir ensuite à un niveau constant à compter de la 31^e année, niveau qui s'en trouve alors toutefois inférieur à celui du scénario A pour la balance de l'horizon de simulation.

2.1 Les possibilités forestières

Côté *et al.* (2009b) ont évalué la performance des scénarios d'aménagement en regard des possibilités forestières pour l'UAF 024-52 (tableau 20) et ce, par groupes d'essences. La figure 55 montre, pour chacun des scénarios étudiés, la représentation graphique de la possibilité forestière en sapin, épinettes, pin gris et mélèze(s) (SEPM).

Tableau 20. Possibilités forestières selon les cinq scénarios évalués pour l'UAF 024-52

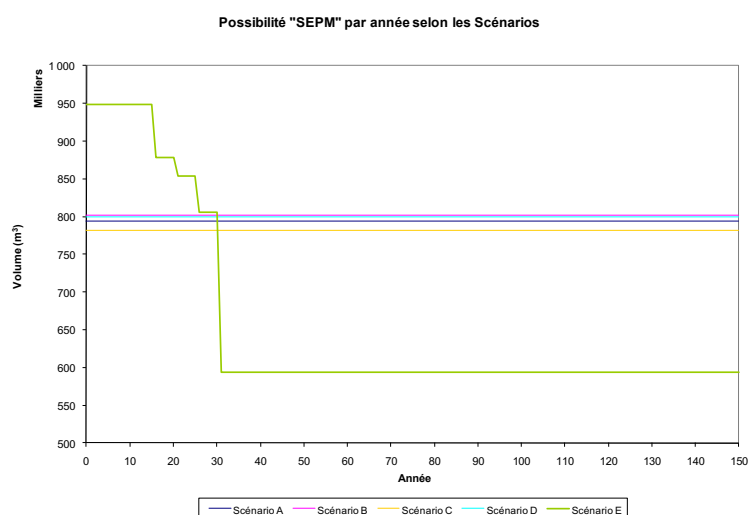
Scénario par périodes	Possibilités forestières Volumes quinquennaux (m ³)			Possibilité forestière Volumes quinquennaux (%)			Possibilité annuelle (m ³ /an)
	SEPM	Feuillus	Total	SEPM	Feuillus	Total	SEPM
A	3 969 000	612 400	4 581 400	100	100	100	793 800
B	4 011 400	602 600	4 614 000	101	98	101	802 280
C	3 911 500	683 200	4 594 700	99	112	100	782 300
D	3 995 900	477 400	4 473 300	101	78	98	799 180
E (1-6)*	4 487 100	707 150	5 194 250	113	115	113	897 420
E (7-30)	2 967 200	314 300	3 281 500	75	51	72	593 440

(A: RNI et aire protégée; B: RNI sans aire protégée; C: Plan caribou; D: Plan caribou et reboisement des landes; E: Récolte à niveaux variables)

* Périodes de cinq ans où (1-6) = 0 à 30 ans et (7-30) = 31 à 150 ans

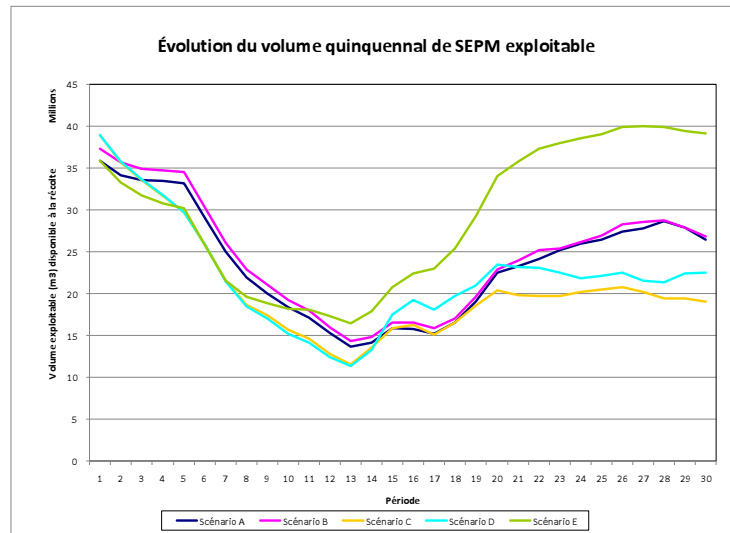
La stratégie de récolte à niveaux variables (scénario E) constitue une option très différente de celles des autres scénarios. Elle permet, par rapport au scénario de base (A), un accroissement de 13 % de la possibilité forestière en SEPM au cours de la période 0 à 30 ans, suivi d'une diminution de 25 % par la suite.

Figure 55. Possibilité forestière en SEPM selon les scénarios d'aménagement évalués pour l'UAF 024-52 (A : RNI et aire protégée; B : RNI sans aire protégée; C : Plan caribou; D : Plan caribou et reboisement des landes; E : Récolte à niveaux variables)



La figure 56 montre l'évolution du volume exploitable sur l'horizon de 150 ans. Pour tous les scénarios, le volume sur pied diminue légèrement au cours des 25 premières années, puis diminue rapidement jusqu'à la période critique, vers la 13^e période quinquennale. On observe par la suite une remontée importante du volume disponible en SEPM jusqu'à la fin de l'horizon de 150 ans. Cette augmentation est beaucoup plus significative dans le cas du scénario de récolte à niveaux variables (scénario E).

Figure 56. Évolution du volume exploitable en SEPM selon les cinq scénarios d'aménagement évalués pour l'UAF 024-52 (A: RNI et aire protégée; B: RNI sans aire protégée; C: Plan caribou; D: Plan caribou et reboisement des landes; E: Récolte à niveaux variables)

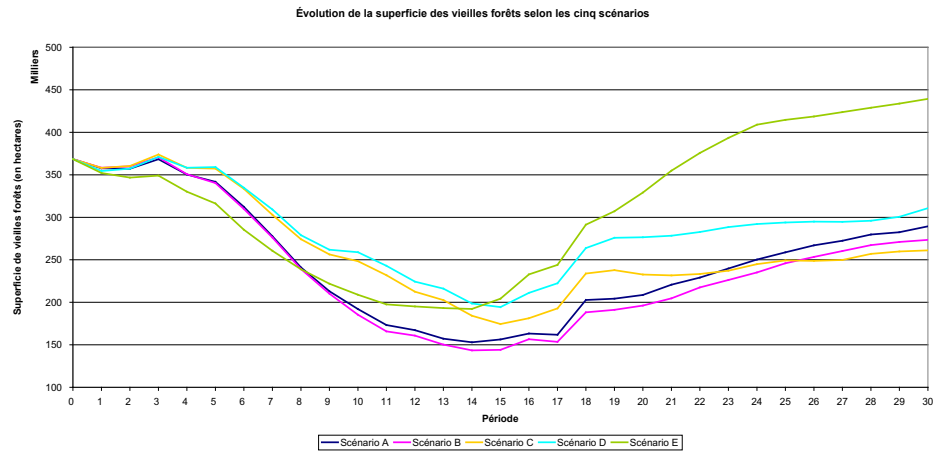


2.2 La présence de vieilles forêts

La proportion des vieilles forêts a été évaluée, pour chacune des 30 périodes quinquennales de l'horizon de simulation, par la sommation des superficies forestières dont l'âge des peuplements est égal ou supérieur à 90 ans (très forte proportion de plus de 120 ans), selon l'âge déterminé lors de la cartographie.

La superficie destinée à la production forestière de l'UAF 024-52 est de l'ordre de 800 000 ha, considérant l'implantation d'une aire protégée. La superficie de vieilles forêts se situe quant à elle à environ 365 000 ha au début de l'horizon de simulation. La figure 57 montre que l'application des stratégies d'aménagement procure des résultats très différents quant à la représentation des vieilles forêts à travers l'horizon de simulation. La plupart des scénarios produisent une quantité moindre de vieilles forêts à moyen et long terme. Toutefois, le reboisement de 57 000 ha de landes forestières, en complément du Plan de rétablissement du caribou forestier (scénario D), améliore le bilan des vieilles forêts. Par ailleurs, un scénario de récolte accélérée des vieilles forêts, pendant six périodes en début d'horizon (scénario E), réduit plus rapidement la quantité de vieilles forêts à court terme. Cependant, ce scénario semble préférable à moyen et long terme puisque le niveau de coupe est réduit jusqu'à la fin de l'horizon de simulation.

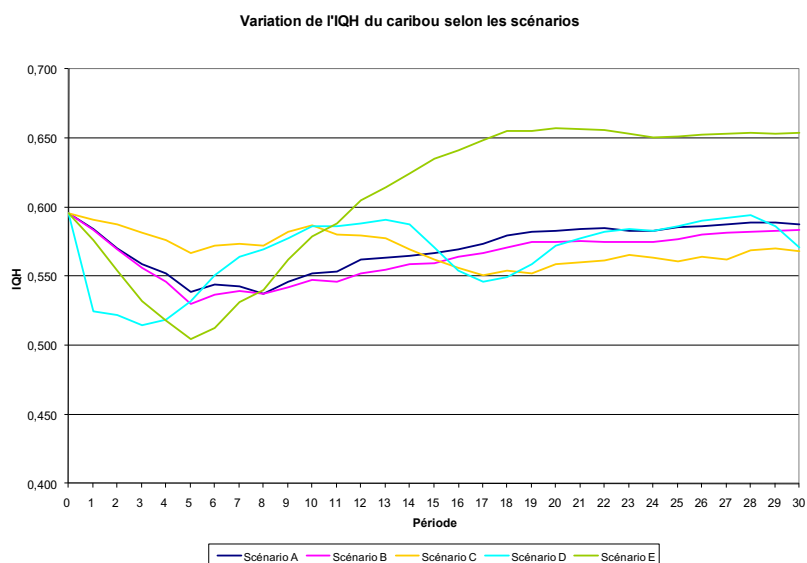
Figure 57. Évolution de la superficie des vieilles forêts de l'UAF 024-52 selon cinq scénarios d'aménagement (A: RNI et aire protégée; B: RNI sans aire protégée; C: Plan caribou; D: Plan caribou et reboisement des landes; E: Récolte à niveaux variables)



2.3 La disponibilité d'un habitat favorable pour le caribou forestier et l'orignal

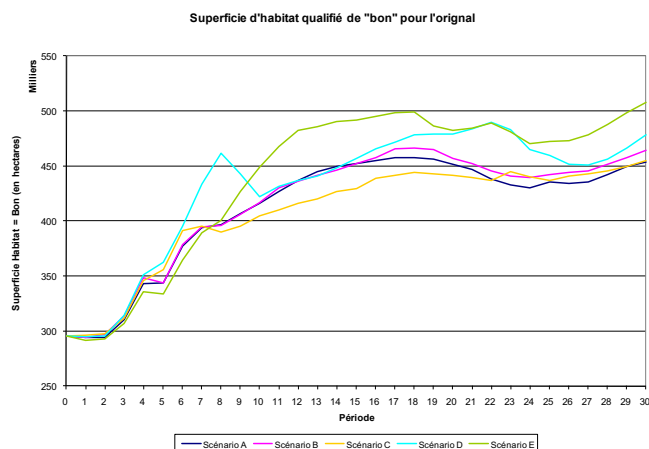
L'UAF 024-52 fait l'objet de l'application du Plan de rétablissement du caribou forestier afin d'y assurer des conditions favorables d'habitat à cette espèce. À cet effet, il est possible d'évaluer, à partir de recherches effectuées à Terre-Neuve (Côté et Doyon, 2004), un indicateur combiné représentant les superficies de vieilles forêts et de zones d'alimentation qui constituent l'essentiel du modèle d'indice de qualité de l'habitat (IQH) du caribou forestier (Côté *et al.*, 2009b). Les scénarios C et D intègrent le « *Plan caribou* », tandis que les scénarios A, B et E sont basés sur les modalités actuelles du RNI (figure 58).

Figure 58. Variation de l'IQH du caribou selon les scénarios d'aménagement évalués pour l'UAF 024-52 (A : RNI et aire protégée; B : RNI sans aire protégée; C : Plan caribou; D : Plan caribou et reboisement des landes; E : Récolte à niveaux variables)



Il est à noter que la diminution importante de l'IQH, au début de l'horizon, propre au scénario D (Plan caribou avec reboisement des landes) est attribuable à l'ajout de 57 000 ha de plantations au territoire de référence sur lequel est calculé l'indice. On ne s'étonne pas par ailleurs de voir baisser l'IQH du scénario E en début d'horizon, lequel permet un prélèvement accru de vieilles forêts au cours des six premières périodes. Il reste à savoir si la diminution progressive de l'IQH sur une longue période avec un seuil voisin de 0,50 pourrait constituer un élément critique pour la survie du caribou. Par contre, à moyen et à long terme, ce scénario affiche une performance nettement supérieure par rapport aux autres, en raison d'une récolte moindre à partir de la septième période. Précisons que Côté *et al.* (2009b) ont également procédé à une évaluation des scénarios en fonction de l'habitat de l'orignal (figure 59).

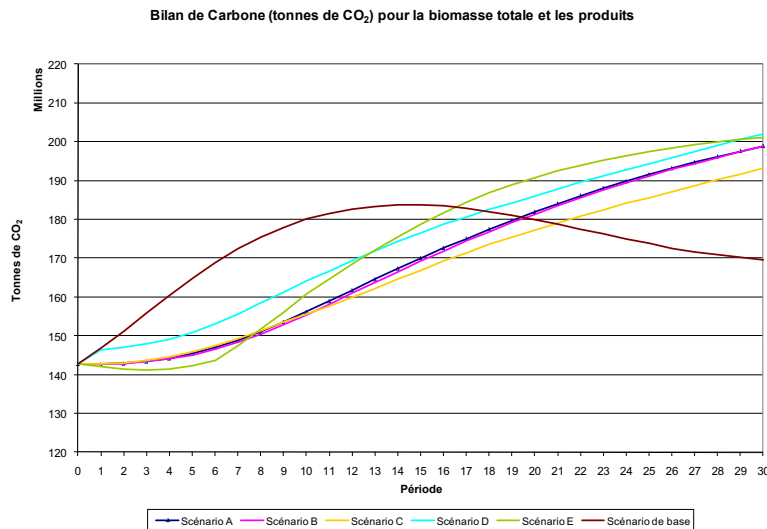
Figure 59. Disponibilité de bon habitat pour l'orignal pour l'UAF 024-52
(A: RNI et aire protégée; B: RNI sans aire protégée; C: Plan caribou; D: Plan caribou et reboisement des landes; E: Récolte à niveaux variables)



2.4 La variation du stock de carbone

Dans le but d'apprécier l'effet des scénarios sur la séquestration du carbone, les données de l'UAF 024-52 ont été analysées avec le modèle du bilan de carbone du secteur forestier canadien (MBC-SFC3)³⁷ (Kurz *et al.*, 2009; Boudewyn *et al.*, 2007). Les scénarios d'aménagement ont été analysés et comparés à un « scénario de base » consistant à laisser évoluer le couvert forestier sans aucun prélèvement. La figure 60 présente le bilan cumulé de carbone du réservoir de l'écosystème forestier (mis à part le sol et la matière morte lesquels présentent des valeurs relativement constantes dans le temps) et de celui des produits du bois issus de la récolte.

Figure 60. Bilan de carbone (tonnes de CO₂ capté (biomasse totale et produits), selon les scénarios d'aménagement évalués pour l'UAF 024-52 (A: RNI et aire protégée; B: RNI sans aire protégée; C: Plan caribou; D: Plan caribou et reboisement des landes; E: Récolte à niveaux variables; Scénario de base: sans prélèvement)



Au terme de l'évaluation portant sur un horizon de 150 ans (30 périodes quinquennales), la quantité totale de carbone stockée dans les arbres et dans les produits du bois totalisent près de 200 Mt éq CO₂ en valeur absolue, surpassant de 25 à 30 Mt éq CO₂ la quantité stockée par une forêt non aménagée et non perturbée naturellement (Côté *et al.*, 2009b), procurant ainsi un gain de séquestration de l'ordre de 15 %.

2.5 La contribution de la récolte forestière à l'économie régionale

Il est indéniable que l'activité industrielle de la récolte et de la transformation du bois est une importante source d'emplois et de création de richesse pour les individus, les entreprises et les gouvernements. Les impacts socioéconomiques touchent non seulement le secteur forestier (effets directs), mais également les secteurs en amont qui agissent à titre de fournisseurs de biens et de services (effets indirects), comme les fabricants d'équipements, les services de génie-conseil, les fournisseurs de pièces ou de carburant, etc. Face à différents scénarios d'aménagement, il apparaît essentiel d'apprécier les impacts socioéconomiques pouvant découler des divers niveaux de possibilités forestières engendrés par ces scénarios, ce qui influe directement sur le volume des activités de récolte et de transformation du bois, dont dépend l'économie de nombreuses communautés en région.

L'analyse économique des scénarios d'aménagement pour l'UAF 024-52 est basée sur les statistiques du Modèle intersectoriel du Québec (Côté *et al.*, 2009b). Les deux indicateurs retenus ici pour évaluer les retombées économiques sont la valeur ajoutée totale et l'effet sur les finances publiques. À cet égard, la synthèse des résultats découlant des possibilités forestières apparaissant au tableau 20 est présentée dans le tableau 21.

La meilleure performance économique est associée au scénario de récolte à niveaux variables (scénario E). Ceci n'est pas étonnant puisque l'accélération du niveau de récolte au cours des premières années procure des retombées immédiates actualisées, plus importantes que celles des autres scénarios. Ainsi, le scénario E, en comparaison du scénario A (deux scénarios intégrant le RNI et l'aire protégée), génère en valeur actualisée des retombées additionnelles s'élevant à près de 77 millions de dollars en valeur ajoutée totale et à près de 13 millions de dollars en répercussions sur les finances publiques. La différence des performances des divers scénarios sur le plan économique demeure cependant peu significative sur un horizon de 150 ans, ce qui incite à rechercher d'autres arguments permettant de privilégier le scénario de meilleur intérêt.

Les figures 57 à 59 démontrent que le scénario de récolte à niveaux variables (scénario E) présente une performance nettement supérieure à l'ensemble des autres scénarios sur le plan de la protection des vieilles forêts ainsi que de l'aménagement faunique. Il en est également de même pour le scénario E quant à l'évaluation du bilan de carbone (figure 60) où seul le scénario « Caribou » avec reboisement des landes (scénario D) tend à l'égaliser en toute fin de l'horizon de simulation. On peut supposer finalement qu'il existe un scénario intermédiaire où les possibilités forestières pourraient être haussées par paliers entre les périodes quinquennales 7 et 30, de manière à produire des retombées économiques encore plus intéressantes pour la société.

Tableau 21. Retombées économiques des scénarios évalués pour l'UAF 024-52

SCÉNARIOS	EFFETS TOTAUX	
	VALEUR AJOUTÉE (\$)	FINANCES PUBLIQUES (\$)
A	5 208 244 705	890 883 963
B	5 245 305 061	897 223 234
C	5 223 364 684	893 470 275
D	5 085 352 880	869 862 993
E	5 285 163 732	904 041 165

(A : RNI et aire protégée; B : RNI sans aire protégée; C : Plan caribou; D : Plan caribou et reboisement des landes; E : Récolte à niveaux variables)

Dans le cas spécifique de l'UAF 024-52, à la lumière des analyses de Côté *et al.* (2009b), il est démontré qu'un aménagement un peu plus intensif (scénario E) est susceptible de traduire de nets avantages en regard des indicateurs évalués. Ainsi, la rentabilité du scénario E sur le plan économique est traduite au tableau 21. Dans le cas des indicateurs fauniques, relatifs à la qualité de l'habitat d'hiver du caribou forestier et de l'orignal, la quantité disponible diminue quelque peu à court terme dans le scénario E, mais s'en trouve améliorée à moyen et à plus long terme (figures 58 et 59). Un aménagement plus intensif est susceptible d'offrir par ailleurs une meilleure résilience aux perturbations naturelles, une plus grande marge de manœuvre et une forêt non seulement plus résistante et moins vulnérable aux changements climatiques, mais également plus contributive sur le plan de la séquestration du carbone atmosphérique.

Les résultats dégagés de l'analyse des scénarios de l'UAF 024-52 font ressortir l'intérêt d'une telle démarche et la nécessité de développer des scénarios adaptés aux conditions particulières des UAF.

En conclusion, le Bureau du forestier en chef s'est doté d'outils¹³¹ capables de modéliser différents paramètres qui permettront de mieux contrôler et mesurer les effets des stratégies d'aménagement. L'analyse des scénarios de l'UAF 024-52 confirme que l'aménagement plus intensif ne vise pas à compromettre la quantité de vieilles forêts ou la qualité de l'habitat du caribou; au contraire, on voit qu'il est possible d'y trouver globalement des effets potentiels bénéfiques, tant sur le plan économique et social, qu'environnemental.



ANNEXE 2 COMPLÉMENTS D'INFORMATION

1. Ce document est disponible à l'adresse suivante sur le site du Forestier en chef :
[<http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/contenu/fiche-foret-boreale.pdf>].
2. Le développement durable. Source :
[http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9veloppement_durable].
3. Francesco di Castri (directeur de recherche à l'Université de Montpellier) devant le Cercle de presse du Saguenay : *La forêt boréale et le matériau bois*, 25 février 2004. [En ligne] [www.scribd.com/doc/14798/ForetCercleDP].
4. Présentation du projet de loi n° 27 – Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection. [En ligne]
[<http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Mars2009/18/c2142.html>].

Le projet de loi a été adopté à l'unanimité par l'Assemblée nationale le 12 juin 2009. [En ligne] [<http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Juin2009/12/c5899.html>].
5. Changements climatiques : dépôt d'un important projet de loi – *Le Québec franchit une étape majeure dans le développement du marché nord-américain du carbone*. [En ligne] [<http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Mai2009/12/c3149.html>] [<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2009C33F.PDF>].
6. *Le Québec et les changements climatiques – Un défi pour l'avenir – Plan d'action 2006-2012*, gouvernement du Québec, juin 2008, 48 p. [En ligne]
[http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/2006-2012_fr.pdf].
7. *Vers la valorisation de la biomasse forestière – Un plan d'action* (février 2009). [En ligne]
[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-transformation-strategie-energie.jsp>].
8. *Stratégie d'utilisation du bois dans la construction au Québec*. [En ligne]
[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/strategie-developpement.pdf>].
9. Plan d'action de développement durable 2008-2011 du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, gouvernement du Québec, mars 2009, 23 p. [En ligne]
[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/ministere/politiques/plan-developpement-durable.jsp>].
10. Plan d'action de développement durable 2008-2013 du Bureau du forestier en chef. [En ligne] [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/contenu/Plan_action_dev_durable.pdf].

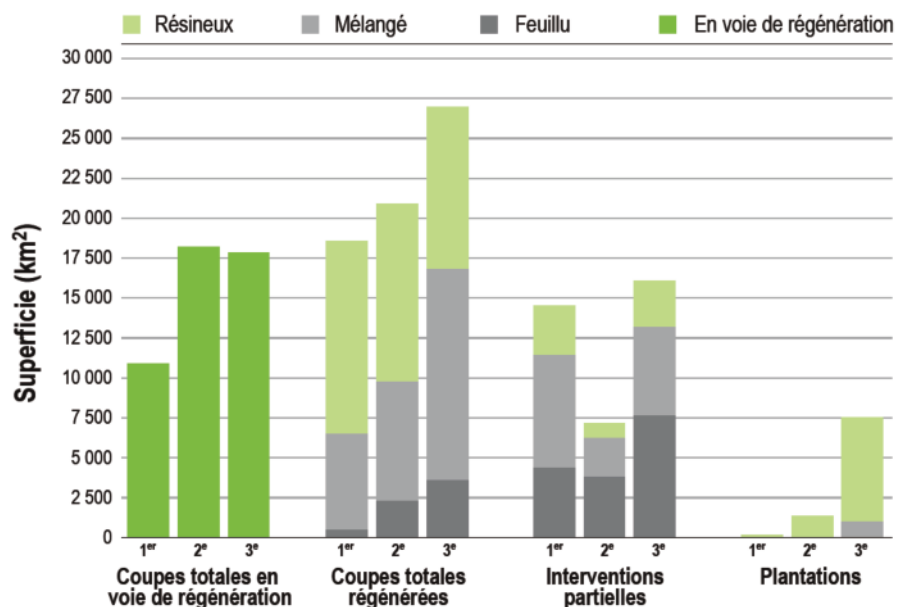
11. Projet de loi n° 57 (2010, chap. 3). [En ligne] [<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2010C3F.PDF>] et Loi 3 (L.R.Q., chapitre A-18.1). [En ligne] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/A_18_1/A18_1.htm].
12. Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) présentement en consultation publique. [En ligne] [<http://consultation-adf.mrnf.gouv.qc.ca/>].
13. La WCI est une collaboration des juridictions indépendantes fonctionnant ensemble pour identifier, évaluer et mettre en application des politiques pour aborder les changements climatiques au niveau régional. C'est un effort complet de réduire la pollution de gaz à effet de serre, de stimuler la croissance de nouvelles technologies vertes, d'aider à établir une économie forte basée sur l'énergie propre et de réduire la dépendance à l'égard de l'énergie fossile. [En ligne] [<http://www.westernclimateinitiative.org/>].
14. [<http://www.deficlimat.qc.ca/deficlimat2010/Copenhague>].
15. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. [En ligne] [<http://www.mcpfe.org>].
16. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_durable_des_for%C3%AAts].
17. Un projet de loi protège le Grand Nord de l'Ontario – Communiqué, ministère des richesses naturelles de l'Ontario. [En ligne] [<http://www.cnw.ca/fr/releases/archive/June2009/02/c2195.html?view=print>].
18. Plan Nord : volet développement durable. Communiqué du 15 novembre 2008. [En ligne] [http://www.plq.org/fr/comm_15_11_2008_02.php] et Le Plan Nord – Pour un développement économique socialement responsable et durable. [En ligne] [<http://www.plannord.gouv.qc.ca/documents/plan-nord.pdf>].
19. 8,12 % du territoire maintenant protégé – « Le Québec franchit une étape historique pour la protection de sa biodiversité » – Jean Charest. Communiqué du 29 mars 2009. [En ligne] [<http://qgov.newswire.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Mars2009/29/c5271.html>].
20. En avril 1996, le gouvernement du Québec introduisait six critères d'aménagement durable des forêts dans la disposition préliminaire de la Loi sur les forêts. Ces critères résultent des travaux du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF), dont fait partie le MRNF, et du Processus de Montréal, un groupe de travail formé de 12 pays, incluant le Canada.

Le Cadre canadien des critères et indicateurs du CCMF est un cadre scientifique conçu pour définir et mesurer le progrès accompli par le Canada en matière d'aménagement forestier durable. Les critères représentent les valeurs forestières que les Canadiens veulent améliorer ou entretenir, tandis que les indicateurs identifient les valeurs scientifiques servant à évaluer l'état des forêts et à mesurer le progrès au fil du temps. [En ligne] [http://ccfm.org/francais/coreproducts-criteria_in.asp].

21. Source : Données du CPF 2008-2013.
22. Profil obtenu à partir des bases de données SIFORT (Système d'Information Forestière par Tesselle) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Elles consistent en des mosaïques de tesselles rectangulaires de 14 ha recouvrant la totalité du territoire forestier du Québec. Les tesselles sont issues du découpage du territoire en unités de 15 secondes de latitude sur 15 secondes de longitude. Chaque feuillet cartographique à l'échelle 1:20 000 a été subdivisé en 1 800 tesselles. SIFORT permet d'analyser l'évolution de la forêt dans l'espace et dans le temps et de représenter celle-ci à une échelle uniforme, proche de celle des peuplements forestiers (Gouvernement du Québec, 2004b). Les données forestières sont issues des inventaires décennaux utilisés pour la réalisation des cartes écoforestières. Il y a trois versions des bases SIFORT, soit 1970, 1980 et 1990 (INFOCTRI, 2003).
23. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts – Publication en ligne «INDI» sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].
 - Critère 1. Conservation de la diversité biologique
 - 1.1 Diversité des écosystèmes
 - 1.1.1 Les superficies des types de forêts et milieux humides
 - 1.1.2 L'organisation spatiale des écosystèmes
 - 1.1.3 La représentativité des aires protégées
 - 1.1.4 La protection des écosystèmes forestiers exceptionnels – mesuré
 - 1.1.5 Les superficies des forêts mûres et surannées
 - 1.2 Diversité des espèces
 - 1.2.1 La protection des espèces menacées ou vulnérables – mesuré
 - 1.2.2 Le niveau de population de certaines espèces d'intérêt
 - 1.2.3 La répartition de certaines espèces d'intérêt
 - 1.3 Diversité génétique
 - 1.3.1 La diversité génétique des semences
24. Biodiversité à la québécoise – « Une coupe à blanc, et les espèces disparaissent », par Claude Lafleur dans *Le Devoir*, le 17 avril 2010. [En ligne] [<http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/287097/biodiversite-a-la-quebecoise-une-coupe-a-blanc-et-les-especes-disparaissent>] et [<http://www.uqac.ca/cdbq/>].
25. Sur le site de Radio Canada : [<http://www.radio-canada.ca/nouvelles/animations/2008/afp/NatureFR0610/index1.html>].
26. Plan de rétablissement du caribou forestier. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/faune/plan-retablissement-caribou-2008.pdf>].
27. Source : Plan général d'aménagement forestier (PGAF) 2008-2013 de l'UAF 023-52.

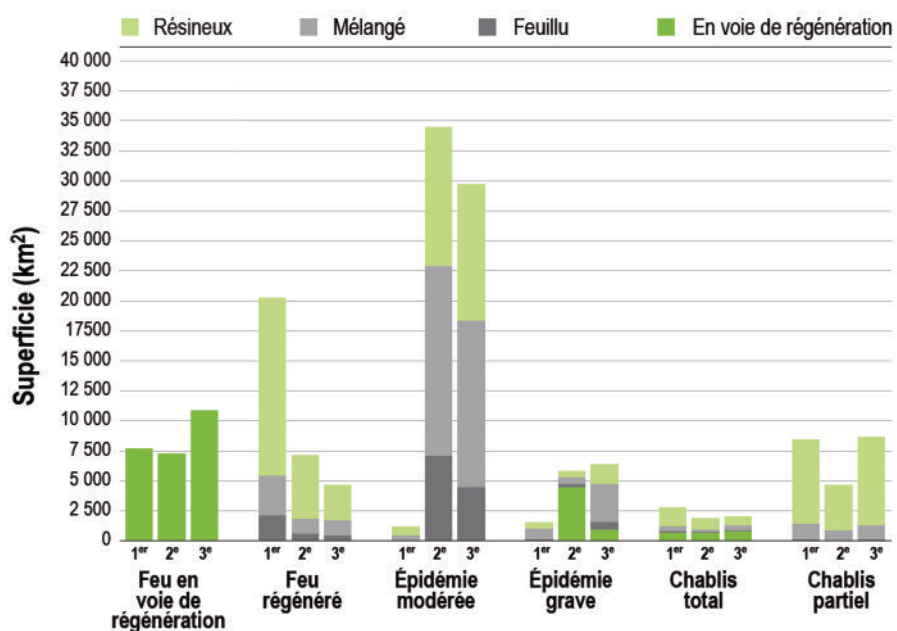
28. Superficie résiduelle identifiée comme étant « destinée à la production forestière » lors du CPF 2008-2013.
29. Les enjeux de composition peuvent être regroupés de la façon suivante (MRNF, 2003):
 1. Prolifération de certaines espèces opportunistes après interventions forestières
 - a) Augmentation des feuillus de lumière (enfeuillage);
 - b) Augmentation des éricacées.
 2. Prolifération du sapin au détriment d'espèces associées à un régime de feux
 - a) Augmentation du sapin en forêt boréale (ensapinage);
 - b) Raréfaction du pin blanc et du pin rouge;
 - c) Raréfaction de l'épinette rouge.
 3. Diminution notable d'espèces de seconde importance (espèces compagnes)
 - a) Raréfaction de l'épinette blanche dans les sapinières de la forêt boréale;
 - b) Raréfaction du thuya;
 - c) Raréfaction des espèces compagnes de l'érablière (tilleul, chêne, frêne, etc.).
 4. Augmentation d'écosystèmes particuliers sous l'effet des perturbations naturelles
 - a) Expansion des milieux ouverts à lichens dans le domaine de la pessière à mousses.
 5. Un enjeu, dont les mécanismes ne sont pas nécessairement bien compris, demeurant sous surveillance
 - a) Augmentation du hêtre dans les érablières.
30. Pour ce qui est de l'enjeu portant sur la structure des peuplements, les appréhensions portent sur la simplification de la structure interne des peuplements par l'application, à grande échelle, d'un type d'aménagement (MRNF, 2003).
31. Fiche Recommandation du Forestier en chef – *Enjeux de composition et de structure des peuplements* (décembre 2006). [En ligne] [<http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/images/stories/FEC/documents/recommandations/FEC-FIC-REC-Composition.pdf>].
32. Dans l'ensemble de la forêt publique sous aménagement, les superficies régénérées suite à des coupes totales ont augmenté substantiellement entre le 1^{er} et le 3^e inventaire. Au 3^e inventaire, le type de couvert dominant est devenu plus mélangé. Probablement qu'un problème d'envahissement par les feuillus dans les plantations résineuses commence à apparaître au 3^e inventaire (figure 61).

Figure 61. Superficies présentées par types d'activité d'aménagement, subdivisées en types de couvert (forêt publique) (MRNF, 2009a)



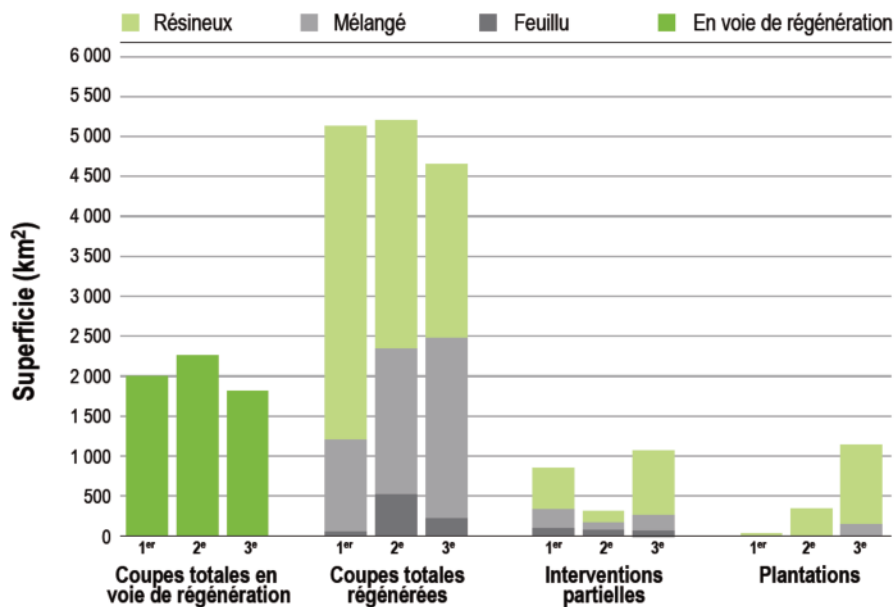
La figure 62 montre que les superficies en voie de régénération originant de feu ont augmenté entre le 2^e et le 3^e inventaire et que celles résultant de feu ont diminué. Les superficies affectées par les épidémies modérées d'insectes ont fortement augmenté entre le 1^{er} et le 2^e inventaire tandis que la gravité de l'épidémie de TBE a augmenté graduellement. Les superficies de chablis sont sensiblement les mêmes entre le 1^{er} et le 3^e inventaire (MRNF, 2009a).

Figure 62. Superficies présentées par types de perturbation naturelle, subdivisées en types de couvert (forêt publique) (MRNF, 2009a)



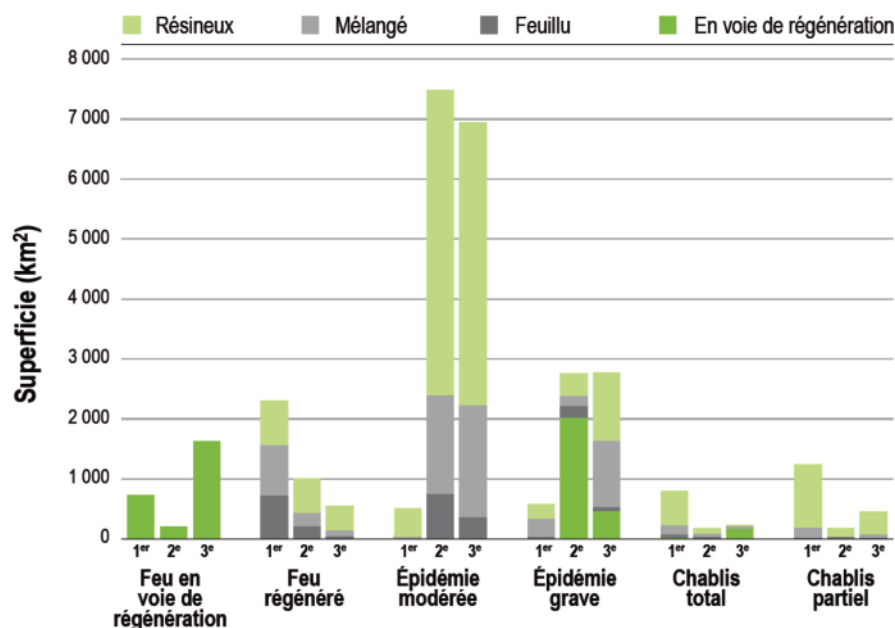
Dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Est, les superficies de coupes totales en voie de régénération et régénérées sont en légère diminution par rapport au 1^{er} inventaire. Les superficies traitées partiellement ont augmenté par rapport au 1^{er} inventaire après avoir diminué considérablement au 2^e. Les plantations, négligeables au 1^{er} inventaire sont beaucoup plus importantes au 3^e probablement afin de régénérer les forêts récupérées massivement suite à l'infestation de TBE (figure 63) (MRNF, 2009a).

Figure 63. Superficies présentées par types d'activité d'aménagement, subdivisées en types de couvert de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (SaBbE) (MRNF, 2009a)



Du côté des perturbations naturelles, les superficies brûlées en voie de régénération sont plus importantes et celles régénérées beaucoup moins entre le 1^{er} et le 3^e inventaire. Les superficies affectées par les épidémies d'insectes modérées et graves sont beaucoup plus importantes aux 2^e et 3^e inventaires tandis que celles affectées par des chablis (total ou partiel) ont diminué (figure 64) (MRNF, 2009a).

Figure 64. Superficies présentées par types de perturbation naturelle, subdivisés en types de couvert de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (SaBbE) (MRNF, 2009a)



33. Source :

[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/2/c2.asp>].

34. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts. – Publication en ligne « IND1 » sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].

Critère 2. Maintien et amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers

2.1 État, résilience et productivité des écosystèmes forestiers

2.1.1 Les procédés de récolte et la fertilité des sols – mesuré

2.1.2 Le boisement et le déboisement

2.1.3 Les superficies affectées par les feux de forêt – mesuré

2.1.4 Les superficies affectées par les insectes et les maladies – mesuré

2.1.5 Les superficies affectées par la récolte

2.1.6 Les précipitations acides et les écosystèmes forestiers – mesuré

2.1.7 La régénération de la forêt

2.1.8 Le volume sur pied des essences commerciales et non commerciales

2.1.9 L'accroissement des peuplements

35. Les landes forestières comprennent les terrains dénudés secs, les brûlis non régénérés, les strates improductives (moins de 50 m³/ha) et les pessières à cladonies. Lors des CPF 2008-2013, le Bureau du forestier en chef a estimé qu'il existe environ 1 800 000 hectares de landes forestières à l'intérieur des UAF des régions de la Côte-Nord, du Saguenay–Lac-St-Jean, du Nord-du-Québec et de l'Abitibi-Témiscamingue. Voir la fiche sur le site du Forestier en chef : [<http://www.forestieren.chef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/recommandations/FEC-FIC-REC-Landes.pdf>].

36. Source : [<http://dsf.uqac.ca/boreale/foret2.html>].

37. **L'action de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au XX^e siècle.** La tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) (*Choristoneura fumiferana Clem.*) est le principal insecte ravageur du sapin baumier et des épinettes dans l'est de la forêt boréale de l'Amérique du Nord. Au cours du XX^e siècle, trois épidémies de TBE ont affligé l'ensemble du Québec à environ tous les 25 à 38 ans d'intervalle (Morin *et al.*, 2008; Jardon *et al.*, 2003). La dernière épidémie (1974-1988) a touché plus de 55 millions d'hectares de forêt et détruit de 139 à 238 millions de mètres cubes d'épinettes et de sapin au Québec seulement (Boulet *et al.*, 1996). Selon le rapport de la Commission Coulombe (CEGFPQ, 2004), l'estimation des pertes par mortalité est plutôt de l'ordre de plus de 238 000 000 m³ (Vézina, 1985) et probablement autant en perte de croissance, soit environ 20 ans de récolte en SEPM au niveau actuel.

D'après Lussier *et al.* (2002), les peuplements d'épinette noire qui présentent actuellement une structure irrégulière sont principalement dus à l'action de la TBE. Le sapin ne se régénère pas après un feu. Les graines de l'épinette noire n'ont pas une grande dispersion et s'installent dans les trois ans suivant un feu. Si la forêt n'est pas assez âgée pour avoir déjà produit des graines, il y aura d'importantes déficiences sur le plan de la régénération.

Dans l'Est canadien, les épidémies de TBE représentent souvent une perturbation plus importante que les feux en ce qui a trait à l'incidence sur la mortalité des arbres. On croyait que l'influence des épidémies était faible dans la forêt boréale dominée par l'épinette noire, mais des études récentes ont démontré que les quatre dernières épidémies étaient bien enregistrées dans la structure forestière (Morin *et al.*, 2008). Ces auteurs mentionnent également que les épidémies du XX^e siècle ont touché un plus grand territoire que celles du XIX^e siècle. On note une différence importante entre les épidémies du XIX^e siècle et celles du XX^e siècle, et entre l'épidémie du milieu du XX^e (1937-1958) et les deux autres survenues durant ce siècle (1909-1920 et 1974-1988) (Morin *et al.*, 2008 et Morin, 1998). Alors qu'on la croyait moins grave que les deux autres, l'épidémie du début du siècle est maintenant reconnue comme étant la plus grave des épidémies connues. Cette épidémie aurait tué plus d'arbres, et ce, plus rapidement que toutes les épidémies connues dans la province (Boulet *et al.*, 1996).

L'épidémie du milieu du siècle aurait eu des répercussions moins graves en raison de la faible présence de peuplements de sapins matures dans le paysage, la plupart des peuplements étant alors jeunes (moins de 30 ans). La dernière épidémie, celle que nous avons connue, a touché des peuplements plus matures et a plutôt ressemblé à celle du début du siècle quant à la gravité. L'atteinte de niveaux épidémiques synchronisés sur de vastes territoires serait associée à une composition et à une structure forestières dans lesquelles le sapin baumier est une composante majeure (Morin *et al.*, 2008). L'explication de Blais (1983) voulant que l'augmentation sur le plan de la gravité au cours du XX^e siècle soit liée à une augmentation des espèces hôtes, particulièrement le sapin baumier, par la coupe forestière qui en favorise la régénération, par les programmes de protection des forêts contre les incendies et les arrosages pour contrer les épidémies de TBE qui auraient permis de conserver des sapinières matures, se trouve maintenant contredite par les plus récents travaux de recherche. En effet, nous savons maintenant que la première épidémie du XX^e siècle a été la plus grave; la coupe forestière et les programmes de lutte contre les incendies et d'arrosage contre la TBE ne peuvent l'expliquer puisque la coupe forestière n'était faite que dans la portion méridionale du territoire à ce moment-là et très peu dans la forêt boréale (Morin *et al.*, 2008). De même, les programmes de lutte étaient à cette époque trop peu efficaces pour qu'ils puissent être considérés (Morin *et al.*, 2007). L'influence réelle de l'homme sur la composition et la structure forestière aurait donc commencé à se faire sentir à partir du milieu du XX^e siècle (Morin *et al.*, 2008).

Selon certains, l'augmentation de la proportion de sapin dans la canopée a été un facteur déclenchant. L'événement ayant pu mener à cette augmentation serait la diminution de la fréquence des feux vers la fin du petit âge glaciaire (vers 1850) dans l'est de l'Amérique du Nord (Bergeron et Archambault, 1993; Bergeron *et al.*, 2001). Une forêt contenant une plus forte proportion de sapin baumier se serait constituée pendant le XIX^e siècle et aurait conduit au régime des épidémies de TBE survenues au XX^e siècle (Morin *et al.*, 2007). La proportion de sapin augmente en fonction du temps écoulé depuis le dernier feu (Bergeron, 1998), tout comme la mortalité causée par les épidémies de TBE (Bergeron et Leduc, 1998 dans Morin *et al.*, 2008).

38. Source : Les forêts du Canada – Données statistiques sur le site de Ressources naturelles Canada, [En ligne] [<http://foretscanada.rncan.gc.ca/profilstats/foret/qc?sid=itnhfl4u4e8epd502vjd7jv2koo14ol7>].

Superficie défoliée par les insectes et mortalité des arbres attribuable aux scolytes :

Les données sur les insectes proviennent des organismes provinciaux et territoriaux; elles comprennent l'information sur les aires où la mortalité des arbres est causée par les scolytes et sur les cas de défoliation modérée et grave. La défoliation ne conduit pas toujours à la mortalité, par exemple, des peuplements frappés par une défoliation modérée parviennent souvent à se rétablir sans que leur croissance en soit trop affectée. Les données sur la défoliation sont présentées par type d'insectes. Puisqu'une région donnée peut être touchée par plus d'un insecte à la fois, on peut alors obtenir un compte en double ou en triple, ce qui donne une surévaluation de la superficie totale défoliée. Source : Conseil canadien des ministres des forêts, *Base nationale de données sur les forêts*.

Incendies : Les superficies brûlées comprennent celles de toutes les forêts du Canada. Les figures de l'année la plus récente sont tirées du [Centre interservices des feux de forêt du Canada](#). Les données des années précédentes ont été fournies par les provinces et les territoires, disponibles auprès du Conseil canadien des ministres des forêts, l'organisme responsable de la *Base nationale de données sur les forêts*.

39. **Classes de densité** : Dans le cadre des inventaires forestiers, la densité d'un peuplement est définie comme étant le pourcentage de couverture formée par la projection au sol des cimes des arbres qui identifient le peuplement. Les classes de densité sont les suivantes : A = 80 à 100 %; B = 60 à 80 %; C = 40 à 60 % et D = 25 à 40 %.
40. Article 95 du RNI : « Le titulaire d'un permis d'intervention doit laisser intacte une pessière à épinette noire et cladonies d'une superficie de 4 ha et plus d'un seul tenant ». La pessière à épinette noire et cladonies est un peuplement d'épinettes noires d'une densité de couvert forestier inférieur à 40 % qui pousse sur un sol recouvert à plus de 40 % par les cladonies. [En ligne] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/F_4_1/F4_1R7.htm].
41. Au cours des 35 dernières années (1973 à 2007), 32 749 incendies ont brûlé 2 634 658 ha au Québec avec des moyennes de 935 incendies/année et de 80 ha/incendie. Au cours des 20 dernières années (1988 à 2007), 16 822 incendies ont brûlé 2 098 248 ha avec des moyennes de 841 incendies/année et de 124 ha/incendie (Gouvernement du Québec, 2008). Toujours dans les 20 dernières années, 6 années ont connu des incendies de plus de 195 000 ha, une année a connu 100 000 ha d'incendies et 13 années ont connu moins de 30 000 ha de brûlis (Gouvernement du Québec, 2008). L'année 1991 a été la plus enflammée avec 1 156 incendies qui ont brûlé 559 592 ha pour une moyenne de 484 ha/incendie. Durant cette année, 403 631 ha (155 incendies) sur la Côte-Nord et 146 635 ha (216 incendies) au Saguenay–Lac-Saint-Jean ont été incendiés.

42. Source : site Internet de la SOPFEU :
[http://www.sopfeu.qc.ca/fr/etat_de_la_situation/stats_moisCause.php].
43. Le feu du lac Smokey a coûté 11 millions de dollars, dans *Le Quotidien*, 7 octobre 2010.
44. Source :
[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/3/c3.asp>].
45. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts – Publication en ligne « INDI » sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].

Critère 3. Conservation des sols et de l'eau
 - 3.1 Quantité et qualité des sols
 - 3.1.1 La conformité aux normes de protection
 - 3.1.2 L'orniérage dans les coupes de régénération – mesuré
 - 3.1.3 Les pertes de superficie forestière productive associée au réseau routier – mesuré
 - 3.1.4 L'importance des sentiers d'abattage
 - 3.2 Quantité et qualité de l'eau
 - 3.2.1 La conformité aux normes de protection du milieu aquatique – mesuré
 - 3.2.2 L'importance des superficies déboisées par bassin versant
 - 3.2.3 La présence de rigoles d'érosion – mesuré
46. Sur le site Internet du MRNF : [<http://mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/4/c4.asp>].
47. Source : [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon_cycle4.php].
48. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts – Publication en ligne « INDI » sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].

Critère 4. Maintien de l'apport des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques
 - 4.1 Cycle du carbone
 - 4.1.1 Le bilan du carbone des écosystèmes forestiers
 - 4.1.2 Le stock de carbone
 - 4.1.3 Les émissions de carbone et l'utilisation d'énergie
 - 4.1.4 La teneur en carbone des produits forestiers
49. Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Joseph_Fourier].
50. Arrhenius (1859-1927). Chimiste suédois à l'Université de Stockholm, Prix Nobel de chimie en 1903 – Visionnaire à la base de la théorie de l'effet de serre. Publication dans *Philosophical Magazine* 41, 237 (1896). [En ligne] [http://en.wikipedia.org/wiki/Svante_Arrhenius]

51. Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a été créé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) en 1988. Le GIEC est un organisme intergouvernemental ouvert à tous les membres des pays de l'ONU et de l'OMM. Environ 830 scientifiques et experts sont choisis pour travailler sur le cinquième rapport d'évaluation du GIEC. Plus de 60 % d'entre eux sont de nouvelles recrues.

Le GIEC a pour mission d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les informations d'ordre scientifique, technique et socioéconomique qui nous sont nécessaires pour mieux comprendre les fondements scientifiques des risques liés aux changements climatiques d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ces changements et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation. Il n'a pas pour mandat d'entreprendre des travaux de recherche ni de suivre l'évolution des variables climatologiques ou d'autres paramètres pertinents. Ses évaluations sont principalement fondées sur les publications scientifiques et techniques dont la valeur scientifique est largement reconnue.

L'une des principales activités du GIEC consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une évaluation de l'état des connaissances relatives aux changements climatiques. Le GIEC élabore aussi des rapports spéciaux et des documents techniques sur des sujets qui nécessitent des informations et des avis scientifiques indépendants et contribue en outre à la mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) par ses travaux sur les méthodes à appliquer pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Le GIEC est à présent à préparer les grandes lignes du **Cinquième Rapport d'Évaluation (AR5)**, qui sortira en 2014. Comme cela a été le cas dans le passé, les grandes lignes sont développées à partir de l'établissement d'un cadrage qui engage des experts des changements climatiques de toutes les disciplines et des utilisateurs des rapports du GIEC, en particulier les représentants gouvernementaux. Les grandes lignes du rapport ont été soumises à la 31^e Plénière du GIEC et aux Sessions de ses trois Groupes de Travail, réunis à Bali, Indonésie, du 26 au 29 octobre 2009.

Le GIEC est aussi en train de préparer deux **Rapports Spéciaux**. Un Rapport Spécial sur « **Les Sources d'énergie renouvelables et les mesures d'atténuation du changement climatique** » devrait être prêt en 2010. Le Rapport Spécial « **Gérer les risques d'événements extrêmes et des catastrophes pour améliorer l'adaptation au changement climatique** » est aussi en préparation et devrait paraître en 2011. [En ligne] [http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.htm]

52. On entend par gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure (SF₆) ainsi que tout autre gaz déterminé par règlement du gouvernement ou, pour l'application de l'article 46.2, par règlement du ministre. (Source : Article 46.1 du projet de loi n° 2 – Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement et d'autres dispositions législatives en matière de changements climatiques, gouvernement du Québec).

53. Le méthane est un gaz à effet de serre. Sur une période de 100 ans, son potentiel de réchauffement global est 20 fois plus important que celui du CO₂. C'est un gaz que l'on trouve à l'état naturel et qui est produit par des organismes vivants. C'est le principal constituant du biogaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène. Il est fabriqué par des bactéries qui vivent dans des milieux sans oxygène. Le méthane se dégage naturellement des zones humides peu oxygénées comme les marais et certains sols longuement inondés. Des quantités importantes de méthane sont piégées au fond des océans et dans les pergélisols. Ces deux réservoirs pourraient jouer un rôle important dans les cycles climatiques, et ils semblent commencer à perdre une quantité croissante de méthane dans l'atmosphère. [En ligne] [<http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thane>].
54. Source : [http://www.copenhagendiagnosis.org/download/Copenhagen_Diagnosis_ES_French.pdf].
55. Source : [<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/fig.A2.lrg.gif>] dans « Douter encore des changements climatiques ? » par Claude Villeneuve, *Le Quotidien*, 28 août 2010.
56. Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Petit_%C3%A2ge_glaciaire].
57. Source : [<http://www.drroyspencer.com/global-warming-background-articles/2000-years-of-global-temperatures/>].
58. **Afforestation** : Établissement d'une nouvelle forêt par ensemencement ou plantation dans une aire non forestière. L'**afforestation** ou **boisement** est une plantation d'arbres ayant pour but d'établir un état boisé sur une surface longtemps restée dépourvue d'arbre, ou n'ayant éventuellement *jamaïs* (aux échelles humaines de temps) appartenue à l'aire forestière. Elle se distingue du reboisement en ceci que celui-ci est réalisé sur une surface boisée peu de temps auparavant.
- Déforestation** : Phénomène de régression des surfaces couvertes de forêt. Elle résulte des actions de déboisement puis de défrichement, liées à l'extension des terres agricoles, à l'exploitation des ressources minières du sous-sol, à l'urbanisation, voire à l'exploitation excessive ou anarchique de certaines essences.
- Reforestation** : La notion de « reforestation », laisse supposer un objectif plus ambitieux en termes de surface et de qualité écologique ou paysagère que celle de reboisement. L'objectif étant alors généralement de restaurer un écosystème de type forestier, atteignant donc une superficie assez significative pour justifier le qualificatif de *forêt*.

59. REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation): Le programme REDD des Nations Unies vise à équilibrer la balance économique en faveur de la gestion durable des forêts afin que leurs biens et services économiques, environnementaux et sociaux bénéficient aux pays, communautés et utilisateurs des forêts tout en contribuant aux réductions importantes des émissions de gaz à effet de serre. M. Ban a dit : « *La lutte contre le changement climatique ne peut être gagnée sans les forêts du monde, cela est maintenant clair. Cette initiative permettra non seulement de démontrer la manière dont les forêts peuvent jouer un rôle important dans le cadre d'un régime sur le changement climatique d'après 2012, attendu à la conférence sur le changement climatique de décembre 2009, à Copenhague. Elle aidera également à montrer que la communauté mondiale est prête à soutenir la mise en oeuvre d'un régime sur le climat global, ambitieux et complet une fois qu'il est ratifié* ». Une nouvelle approche de mitigation des émissions terrestres associées aux changements climatiques (REDD+) sera mise en opération après 2012. [En ligne] [<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=545&ArticleID=5930&l=fr>].
60. LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) est également un programme des Nations Unies. Les Accords de Marrakech ont invité le GIEC à établir des recommandations de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie. Les lignes directrices ont été produites par le GIEC en 2000. [En ligne] [<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/french/ch1.pdf>].
61. Tiré de Copenhague : Un moment crucial à. [En ligne] [<http://www.deficlimat.qc.ca/deficlimat2010/Copenhague>].
62. Tiré de *Le monde forestier* – « Plus de visibilité pour les forêts dans les débats sur le climat » dans *Unasylva*, vol. 61, no 234/235, 2010/1-2.
63. Voir [<http://www.25x25.org>].
64. Environnement : changements climatiques – La FAO préconise une gestion durable des forêts. Source : [<http://casafree.com/modules/news/article.php?storyid=25746>].
65. « La forêt boréale et les changements climatiques » – *Le Quotidien*, 5 mai 2009 – Chronique de Claude Villeneuve.
66. Première mesure planétaire directe de la captation de CO₂ par les végétaux terrestres – Communiqué de presse du 6 juillet 2010 – Université Laval [En ligne] [<http://www.relationsmedias.ulaval.ca/comm/2010/juillet/premiere-mesure-planetaire-directe-captation-co2-2811.html>].
67. New science estimates carbon storage potential of U.S. Lands. [En ligne] [http://www.usgs.gov/newsroom/article_pf.asp?ID=2362].
68. Source : [http://www.ccmf.org/pdf/MarkingCanadasProgressInSFM_FR.pdf].
69. Le problème du dendroctone du pin ponderosa en Colombie-Britannique. [En ligne] [http://mpb.cfs.nrcan.gc.ca/biology/introduction_f.html].

70. Nature on stunning new climate feedback : Beetle tree kill releases more carbon than fires. [En ligne] [<http://climateprogress.org/2008/04/25/nature-on-stunning-new-climate-feedback-beetle-tree-kill-releases-more-carbon-than-fires/>].
71. 1 acre équivaut à 0,4 ha.
72. Colorado's vast beetle-kill pine forests threaten power grid. [En ligne] [<http://coloradoindependent.com/41305/colorados-vast-beetle-kill-pine-forests-threaten-power-grid>].
73. « Fall colors fade in U.S. west as aspen trees die » by Laura Zuckerman. [En ligne] [<http://www.reuters.com/articlePrint?articleId=USTRE5826QY20090903>].
The Wall Street Journal, 14 octobre 2009 : « Aspen Trees Die Across the West – Mysterious Ailment ». In : *Wake of Beetles' Pine Invasion, Diminishes Fall Foliage* par Stephanie Simon et « Aspen Trees Die Across the West ». In : *The Wall Street Journal*. [En ligne] [<http://online.wsj.com/article/SB125547187504583409.html>].
74. Forest Service says trees can slow climate change. [En ligne] [<http://www.samoanewsonline.com/viewstory.php?storyid=10723>].
75. Cible de réduction des émissions de GES – Avec une cible de –20 % pour 2020, le Québec est un leader dans la lutte aux changements climatiques. [En ligne] [<http://www.mddep.gouv.qc.ca/infuseur/communiqu.asp?No=1591>].
76. Le Sénat s'attaque à la régulation des GES. Source : [http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/063/63407_vi.htm].
77. Refus du Sénat de s'occuper des changements climatiques – « Obama veut à tout prix garder le cap sur l'environnement, mais... » par Alexandre Shields dans *Le Devoir*, 31 juillet 2010.
78. New Data Highlights Role of Forests in Fight Against Climate Change – U.S. forests offset roughly 11 percent of industrial greenhouse gas emissions annually – USDA News Release, Release No. 0532.10, 15 October 2010. [En ligne] [http://www.usda.gov/wps/portal/usda!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_gAC9-wMJ8QY0MDpxBDA09nXw9DFxcXQcAA_2CbEdFAEU0joE!/?contentidonly=true&contentid=2010%2F10%2F0532.xml].
79. L'UQAC compte sur « Carbone boréal », *Le Quotidien*, 25 septembre 2008.
80. Sur le site [www.cei-bois.org/frameset.html].
81. M^{me} Lise Caron, Ph. D., doyenne de la Faculté de foresterie de l'Université de Moncton. *Le Soleil*, 10 mai 2008 – Forêt boréale – Des mythes déboulinés et Caron, L. (2008). *Forêt et société : réalités et perceptions – Enjeux concernant la forêt boréale*, Québec, Congrès du Conseil de l'industrie forestière, mai 2008.
82. *Revaloriser les forêts plantées – La demande de l'industrie et le changement climatique augmentent leur potentiel*, salle de presse, FAO, [En ligne] [www.fao.org/news/story/fr/item/10407/icode/].

83. Voir : [http://www.cecobois.com/index.php?option=com_content&view=article&id=235&Itemid=187].
84. Voir : [[http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=4687&no_cache=1&tx_ttnews\[thematique\]=3&tx_ttnews\[region\]=4&tx_ttnews\[year\]=2010&tx_ttnews\[month\]=6&tx_ttnews\[tt_news\]=2760&tx_ttnews\[backPid\]=4838&cHash=e8c0336a80](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=4687&no_cache=1&tx_ttnews[thematique]=3&tx_ttnews[region]=4&tx_ttnews[year]=2010&tx_ttnews[month]=6&tx_ttnews[tt_news]=2760&tx_ttnews[backPid]=4838&cHash=e8c0336a80)].
85. Décret : [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/biomasse-decret-722-2008.pdf>].
86. « Wood : The new coal ». In : *National Post*, le 3 juin 2009, par Jeremy Van Loon in Berlin.
87. Pour en savoir plus sur le Stade Chauveau : [<http://www.quebecurbain.qc.ca/2009/05/16/etat-des-travavaux-stade-chauveau/>]; [<http://www.cyberpresse.ca/le-soleil/actualites/la-capitale/200911/09/01-920103-inauguration-du-stade-chauveau-payer-plus-cest-payant.php>]; [http://www.cecobois.com/index.php?option=com_content&view=article&id=282:construction-du-stade-chauveau-25-mars-2009&catid=50:videos&Itemid=207].
88. Francoeur, 25 avril 2008, *Le Devoir* – « L'exploitation forestière permet de stocker des GES, selon l'industrie ».
89. Wood in sustainable development – Recognise Harvested Wood Products as carbon stores ! Sur le site [www.cei-bois.org/frameset.html].
90. Claude Villeneuve au Cercle de presse du Saguenay : *La forêt boréale et le matériau bois*, 25 février 2004, [www.scribd.com/doc/14798/ForetCercleDP] et « La forêt boréale et les changements climatiques » – *Le Quotidien*, 5 mai 2009 – Chronique de Claude Villeneuve.
91. Tiré de : *Vivre avec les changements climatiques au Canada*. [En ligne] [http://adaptation.nrcan.gc.ca/assess/2007/pdf/ch8_f.pdf].
92. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts – Publication en ligne « INDI » sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].

Critère 5. Maintien des avantages socio-économiques multiples que les forêts procurent à la société

5.1 Avantages économiques

- 5.1.1 La contribution des produits ligneux au produit intérieur brut – mesuré
- 5.1.2 La valeur des produits ligneux de seconde transformation – mesuré
- 5.1.3 La production, la consommation, l'importation et l'exportation de produits ligneux
- 5.1.4 La contribution des produits forestiers non ligneux et des services forestiers au produit intérieur brut
- 5.1.5 La valeur des produits forestiers non ligneux et des services forestiers non commercialisés

- 5.2 Répartition des avantages économiques
 - 5.2.1 La superficie forestière par tenure
 - 5.2.2 La répartition des avantages financiers
- 5.3 Durabilité des avantages économiques
 - 5.3.1 L'utilisation durable de la ressource bois – mesuré
 - 5.3.2 L'utilisation durable des produits forestiers non ligneux
 - 5.3.3 Le rendement du capital investi
 - 5.3.4 L'indice de productivité
 - 5.3.5 Les emplois liés aux ressources forestières – mesuré
 - 5.3.6 Le revenu moyen par principale catégorie d'emplois
 - 5.3.7 La certification forestière – mesuré
- 93. Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire – *Produits forestiers non ligneux : nouvelle économie forestière*. [En ligne] [www.mamrot.gouv.qc.ca/regions/regi_rura_reus_prod.asp].
- 94. Institut de la statistique du Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcherie et de l'Alimentation du Québec, septembre 2007.
- 95. « La fièvre des champignons atteint le nord du Lac-Saint-Jean » dans *The Forestry Chronicle*, 85(2): 181-182. Une dizaine de champignons sauvages à haute valeur gastronomique ont été répertoriés dans la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean, dont quelques-uns présentent un potentiel de récolte intéressant : 78 kg/ha de champignons comestibles ont été décelés dans les peuplements d'épinette blanche, 46 kg/ha dans la pessière noire et 34 kg/ha dans les pinèdes. Et aussi, *Le Quotidien*, 13 juin 2009 : « Champignons comestibles non récoltés dans la région – Un milliard de dollars perdus en forêt », par Patricia Rainville et Radio-Canada, le 2 septembre 2009 : [<http://www.radio-canada.ca/regions/saguenay-lac/2009/09/02/002-champignons-comestibles.shtml>].
- 96. La faune et la nature, ça compte ! Mise en valeur de leur importance sociale et économique. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/faune/statistiques/nature-chiffres.jsp>].
- 97. Leclasse, M. (2001). *Évaluation de la contribution de la chasse à l'original au développement économique des régions du Québec. Plan de gestion de l'original 2004-2010*. Québec (Québec), Société de la faune et des parcs du Québec, 12 p. [En ligne] [www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/r175-60_227/documents/DB38.pdf].
- 98. Source : [<http://ec.gc.ca/envirozine/default.asp?lang=Fr&n=B31D9D94-1>].
- 99. Sources : Journée des ressources naturelles : « Du bois partout – Même dans votre assiette ! » *La Presse*, 26 septembre 2009 et *La forêt québécoise – Source d'histoire, porteuse d'avenir*. [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/comprendre/forets-histoire.pdf>].

100. Source : Recherche de pointe au CIPP – « Le papier bioactif : pour lutter contre les agents pathogènes », *Le Nouvelliste*, 26 novembre 2009.
101. Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts – Publication en ligne « INDI » sur le site du MRNF. [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp>].
- Critère 6. Prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées
- 6.1 Droits ancestraux et droits issus de traités
- 6.1.1 La consultation des Autochtones
- 6.1.2 Les superficies forestières appartenant aux Autochtones
- 6.1.3 Les emplois du secteur forestier occupés par les Autochtones
- 6.2 Connaissances traditionnelles autochtones en matière d'utilisation du territoire et d'écologie forestière
- 6.2.1 La protection de l'utilisation traditionnelle des terres
- 6.3 Bien-être et résilience des collectivités forestières
- 6.3.1 La diversité économique des collectivités forestières
- 6.3.2 Le niveau d'éducation des collectivités forestières
- 6.3.3 Le taux d'emploi dans les collectivités forestières
- 6.3.4 L'incidence du faible revenu dans les collectivités forestières
- 6.3.5 La stabilité des collectivités forestières
- 6.4 Prise de décisions équitables et efficaces
- 6.4.1 La satisfaction et la participation du public à l'aménagement durable des forêts
- 6.4.2 La conformité aux lois et aux règlements en matière d'aménagement durable des forêts
- 6.5 Prise de décisions éclairées
- 6.5.1 La disponibilité d'inventaires forestiers et multiresources
- 6.5.2 La disponibilité pour le public de l'information sur les inventaires forestiers
- 6.5.3 La recherche et le développement sur la gestion des forêts
102. Eau : incluant les superficies inondées.
103. Autres juridictions : superficies relevant d'autres juridictions et ne faisant pas partie du régime des CAAF. Ne font pas partie des CAAF : terres fédérales (réserves indiennes, terres de catégorie 1A, parcs nationaux), privées (petites ou grandes propriétés privées, terres de catégorie 1B), publiques sous la juridiction du MAPAQ (lots vacants), publiques sous la juridiction du MDDEP (aires protégées, lots vacants ou autres) ou publiques sous la juridiction du MRNF (bleuetières, concessions minières, érablières acéricoles, établissements autochtones, forêts d'enseignement et de recherche, forêts d'expérimentation sur réserve forestière, îles hors CAAF, stations forestières, autres réserves forestières).

104. Penttes abruptes : superficies présentant des restrictions trop sévères (pentes de 41 % et plus).
105. Autres contraintes biophysiques : superficies ne produisant pas de matière ligneuse (autres que l'eau) telles que les aulnaies, les dénudés humides, secs ou semi-secs (les landes forestières occupent près de 1 800 000 ha au Québec), écotones riverains non cartographiés, parcelles inexploitable, strates non économiquement exploitables (moins de 50 m³/ha à maturité).
106. Contraintes d'affectation : zones de protection intégrale pour des fins de protection de la faune ou de la flore (aires de mise bas du caribou, falaises habitées par une colonie d'oiseaux, habitats d'espèces menacées ou vulnérables, héronnières, îles ou presque îles habitées par une colonie d'oiseaux, lisières boisées de rivières à saumon, pessières à épinette noire et cladonies, refuges fauniques, stations piscicoles, vasières), pour des fins récréatives (bases et centres de plein air, campings et camps de tous genres, centres d'hébergement, haltes routières ou aires de pique-nique, plages publiques ainsi que les sites de quais, de rampes de mise à l'eau, de restauration, d'hébergement, de ski alpin, de villégiature regroupée ou complémentaire, d'observation ou projetés dans le PRDTP) ou d'autres sites d'utilité publique (chemins, gazoducs, pistes d'aviation, prises d'eau, sites archéologiques et autres).
107. Aires protégées à l'intérieur des UAF : réserves aquatiques, réserves de biodiversité, réserves écologiques, écosystèmes forestiers exceptionnels, parcs nationaux (provincial, incluant les projets).
108. Refuges biologiques : tels que constitués par l'OPMV 4.
109. La théorie de la succession forestière décrit et explique l'écosystème à partir d'une finalité : le climax. La succession forestière est souvent interrompue par des perturbations naturelles en forêt boréale, le climax est plus ou moins rare. Les mécanismes sont différenciés, mais avec la même finalité pour les différents écosystèmes de la forêt boréale. La forêt climax a les caractéristiques des vieilles forêts : hétérogénéité des classes d'âge; hétérogénéité des essences; présence des chicots; débris (verticaux et horizontaux) à différents degrés de décomposition. Elle se régénère par trouées. Quant à sa gestion, il faut imiter la nature, par exemple : le paysage naturel a l'apparence d'une mosaïque, c'est ce qu'il faut imiter; pas un tapis qu'on déroule; maintenir une répartition équilibrée des types forestiers et des classes d'âge; îlots intacts et bordures non rectilignes; des chicots et du bois mort, etc. Les forêts climax sont rares : des mesures de protection spéciales s'imposent (Huybens, 2008 et 2009).

110. Selon la théorie de la « dynamique dissipative », la succession forestière n'est pas le processus fondamental. Le renouvellement cyclique des peuplements se fait à la suite des incendies et des épidémies d'insectes. Comment la forêt réagit aux perturbations sans postuler une finalité particulière ou un état de stabilité particulier? Les actuels dénudés secs ne sont pas des reliquats de la taïga, mais une fragmentation progressive des forêts fermées d'épinette noire. Quant à sa gestion: il faut maintenir des forêts fermées d'épinette noire pour la biodiversité mondiale. Les coupes sont gérées dans le but de favoriser la venue d'autres forêts fermées et il faut reboiser dans les territoires mal régénérés après une perturbation naturelle ou anthropique (Huybens, 2008 et 2009).
111. [<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/quand-petite-revolution-rime-a>]
[<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/liquidation-capital-forestier>]
[<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/greenpeace-a-besoin-de-vous-po>]
[<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/creation-d-aires-protégees-au>]
[<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/chauffee-a-blanc>]
[<http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/destruction-en-chaine/>]
[<http://www.snapqc.org/fr/node/440>]
[<http://www.snapqc.org/fr/node/439>]
[<http://www.snapqc.org/fr/node/424>]
[<http://www.snapqc.org/fr/node/410>]
- « *La révolution destructrice* », Mélissa Fillion et Nicolas Mainville, *La Presse*, 20 juin 2009.
112. Tirée de : [http://www.greenpeace.org/canada/Global/canada/report/2010/5/Boreal_refuge/rapport%20REFUGE%20BOREAL.PDF]
113. Émission Bazzo.TV du 13 novembre 2008. [En ligne]
[<http://video.telequebec.tv/?idVideo=797>].
114. Claude Villeneuve, *Chronique, Le Quotidien*, 21 mars 2009 – « La réalité écologique et l'image médiatique ».
115. Sur le site du MRNF : [http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/fimaq/insectes/tordeuse/TBE_2009_P.pdf].
116. Communiqué du 27 mai 2009 : *Le ministre Béchard annonce un programme de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette*. [En ligne]
[<http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Mai2009/27/c8176.html>].
117. Dans le cadre des Colloques du SCF-CFL, conférence donnée par Éric Bauce, le 16 avril 2009 : « Le Consortium de recherche sur les insectes forestiers iFor : un effort concerté d'acquisition de connaissances sur les ravageurs entomologiques dans un contexte de changements environnementaux afin d'accroître la disponibilité en fibre ligneuse pour l'industrie forestière ». [En ligne]
[http://www.partenariat.qc.ca/videoconferences/presentation_16avril.PPT].
118. Jack Westoby. Voir : [<http://www.fao.org/docrep/t8850f/t8850f0a.htm>] et [<http://www.fao.org/docrep/s5780f/s5780f08.htm>].

119. Une aire protégée avec utilisation durable des ressources est un territoire voué à la protection et au maintien de la biodiversité et utilisé de manière à sauvegarder la naturalité de ses écosystèmes tout en assurant l'utilisation durable de ressources naturelles et de services nécessaires au bien-être des communautés.

Ces territoires constituent des espaces exemplaires en matière de développement durable où la conservation de la nature intègre la préservation, la gestion durable des ressources biologiques, la protection et, le cas échéant, la restauration. Sur ces territoires, la protection des écosystèmes naturels et la mise en valeur des ressources sont mutuellement bénéfiques. Pour être acceptables, les stratégies et pratiques de mise en valeur des ressources naturelles doivent être complémentaires ou du moins compatibles avec les objectifs de protection de la biodiversité et de maintien du caractère naturel de l'aire protégée. En cas de conflit avec l'utilisation des ressources naturelles, la protection et le maintien de la biodiversité ainsi que le maintien du caractère naturel des écosystèmes doivent prendre préséance.

La gestion de l'aire protégée doit être encadrée par des autorités publiques dotées d'un mandat précis visant la protection et le maintien de la biodiversité et des ressources de l'aire, dont ils s'acquittent en collaboration avec les communautés concernées.

Dans le cadre d'un réseau intégré d'aires protégées s'appuyant sur l'ensemble des six catégories de l'UICN, l'un des rôles privilégiés des aires protégées avec utilisation durable des ressources naturelles est également de contribuer au maintien de l'intégrité écologique d'aires protégées strictes, en servant de zones tampons avec les territoires altérés plus fortement par l'homme. Les aires protégées de catégorie VI facilitent la structuration de complexes de zones protégées multicatégoriques interconnectés visant la protection et le maintien de la biodiversité et de la naturalité des écosystèmes à une échelle biorégionale. (Extrait de Brassard, 2009).

120. « *Des études basées sur la réponse des populations en milieu agricole ont démontré qu'en deçà de 30 % de la proportion initiale d'habitat, les effets de la fragmentation et de l'isolement des parcelles forestières viennent amplifier l'effet de la perte d'habitat et risque de compromettre le maintien des populations en accélérant le taux d'extinction des espèces (Andrén, 1994; Andrén et al., 1997). Une étude empirique est récemment venue supporter cette hypothèse (Radford et al., 2005). Bien qu'il soit plus difficile d'observer des effets aussi marquants de la fragmentation en forêt boréale comparativement au milieu agroforestier, Leboeuf (2004) a constaté une diminution de l'abondance de sept espèces associées aux forêts matures en fonction de la distance au massif forestier dans un paysage fortement aménagé de la forêt boréale de l'ouest du Québec* » dans (CEF, 2008). Dans son avis de 2009, le CEF apporte un éclairage supplémentaire à propos du seuil de 30 % « ... certaines critiques ont été émises face à cette étude notamment en ce qui concerne sa généralisation à d'autres écosystèmes (Mönkkönen et Reunamen, 1999). L'étude de Andrén (1994) portait sur la richesse spécifique de communautés d'oiseaux et de petits mammifères. Les seuils sont donc attribués à la communauté sans porter égard aux espèces qui pourraient être

plus sensibles à la perte de couvert qui, elles, peuvent montrer des déclin irréversibles, voire même de disparaître, bien avant le seuil observé pour la communauté (Radford et al., 2005). De plus, ce genre de seuil est donc une mesure globale de la diversité qui n'adresse pas la perte d'habitats particuliers au sein du couvert forestier».

121. Aménagement inéquienne : combinaison de pratiques appliquées à une forêt sous aménagement à rendement soutenu qui maintient simultanément un couvert forestier haut et continu, la régénération périodique des espèces souhaitées et la croissance et le développement ordonnés d'arbres dans une variété de classes de diamètre, ou de classes d'âge séparées d'au moins 10 à 20 ans (OIFQ, 2003).
122. La notion de résilience porte à confusion. Ce terme a été employé à l'origine en physique pour désigner la résistance d'un matériau à un choc et est utilisé en neuropsychiatrie en rapport avec la capacité à bien vivre et à se reconstruire après un traumatisme. En écologie, la résilience peut vouloir dire deux choses : dans son acception traditionnelle, elle mesure le temps de retour à l'équilibre d'un système après une perturbation. Depuis les années 1970, sa définition a beaucoup changé. Celle qui est communément admise aujourd'hui définit la résilience comme la capacité d'un système à pouvoir intégrer dans son fonctionnement une perturbation, sans pour autant changer de structure qualitative.
123. Stratégie de protection des forêts :
[<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/protection/protection-strategie.jsp>].
124. RNI : [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/F_4_1/F4_1R7.HTM].
125. Un chercheur favorise le retour des coupes à blanc. Patrick Rodrique dans La frontière, 20 janvier 2009 : [<http://lafrontiere.canoe.ca/webapp/sitepages/search/results.asp?contentid=81992&id=836&type=search&search1=un%20chercheur%20favorise%20le%20retour%20des%20coupes%20a%20blanc>].
126. Dans « La géomatique au secours de la forêt boréale », par Robin Renaud, *La Tribune*, 26 novembre 2009.
127. La densité du peuplement est une mesure quantitative du matériel ligneux, exprimée soit de façon absolue par le nombre de tiges, la surface terrière ou le volume par unité de surface, soit de façon relative par rapport à certaines conditions normales, (OIFQ, 2003).
128. « L'épinette noire : populaire, mais méconnue », *Découvrir*, septembre-octobre 2005, p. 14.
129. Source : [http://www.greenbodhgaya.org/spip.php?article175&var_lang=fr].

130. Le fonds de réserve permet de faire face à des besoins extraordinaires du propriétaire. Il est *fixe* s'il est une portion de la forêt disponible à tout moment. Il est *mobile* s'il est une épargne sur la possibilité, épargne qui s'accumule et se déplace avec les coupes. On parle de *fonds de réserve technique* lorsque le but est de compenser des erreurs d'évaluation de la possibilité. Le fonds de réserve technique est notamment utile dans les forêts résineuses à possibilité par volume, car il permet de faire face aux prélèvements anormaux dus à des accidents météorologiques. Une solution simple pour le propriétaire particulier est le *fonds de réserve financier*: on le constitue par un prélèvement en numéraire sur le prix de vente des coupes annuelles. Source : Bary-Lenger *et al.*, 1999.
131. Horizon CPF est un outil intégré oeuvrant de concert avec la suite logicielle Woodstock/Stanley. Il vise à seconder l'aménagiste lors de la réalisation du calcul des possibilités forestières, et ce, de la préparation des intrants jusqu'à la diffusion des résultats. Il possède des fonctionnalités facilitant l'élaboration du diagnostic sylvicole, du compartimentage et de la stratégie d'aménagement (séries d'aménagement, séquences et traitements sylvicoles). De plus, il intègre des modèles de croissance permettant la génération des différentes évolutions (situation actuelle, effets de traitement, etc.) nécessaires au calcul. Aussi, il compte une fonctionnalité de génération automatique de la syntaxe menant à l'élaboration d'un modèle dans Woodstock. Enfin, Horizon CPF permet l'exploitation des données (rapports, cartes, requêtes, etc.) par les utilisateurs ainsi que la diffusion des résultats vers les différentes clientèles (interne et externe) du calcul de la possibilité forestière. Horizon CPF est actuellement développé par la Direction du développement stratégique du Bureau du forestier en chef.
132. L'infestation par l'arpenreuse de la pruche a sévi dans les sapinières de la Moyenne et de la Basse-Côte-Nord de 1998 à 2002. À son apogée, cette épidémie a couvert 925 000 ha et causé des pertes de bois estimées de 8,7 à 15,7 millions de m³ (Gouvernement du Québec, 2001). Après deux années consécutives de défoliation grave, un programme d'arrosage de 50 000 ha a traité uniquement les secteurs où des volumes de bois avaient été attribués à des usines de transformation (CEGFPO, 2004).
133. « Pine Beetles transform BC forests into greenhouse enemy » by Justine Hunter, *The Globe and Mail*, 11 janvier 2010. [http://bioenergy.checkbiotech.org/news/pine_beetles_transform_bc_forests_greenhouse_enemy].
134. Source : [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/images/stories/FEC/documents/resultats/uaf/FEC-FIC-723-24-52_V2_1.pdf].
135. Voir sur le site du Forestier en chef : [http://www.forestierenchef.gouv.qc.ca/fichiers/documents/avis/FIC_PROV_Caribou_V1_1_20090402.pdf].

136. Selon les plus récentes observations des travaux de Prigent (MRNF, communication personnelle) et [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Pregent-Guy/Rapport-hors-serie-hausse.pdf>]. (Source: Côté *et al.*, 2009b.).
137. Voir : [http://carbon.cfs.nrcan.gc.ca/index_e.html]; [<http://www.nrcan-rncan.gc.ca/com/elements/issues/37/carbon-eng.php>]; [http://carbon.cfs.nrcan.gc.ca/CBM-CFS3_f.html] ainsi que Boudewyn *et al.* (2007) et Kurz *et al.* (2009).

ANNEXE 3 ACRONYMES UTILISÉS

ADF : Aménagement durable des forêts
AFD : Aménagement forestier durable
BAFD : Bilan d'aménagement forestier durable
BFEC : Bureau du forestier en chef
CAAF : Contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier
CCMF : Conseil canadien des ministres des forêts
CCNUCC : Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CEF : Centre d'étude de la forêt
CEGFPO : Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique du Québec
CEN : Centre d'études nordiques
CERFO : Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy
CMED : Commission mondiale sur l'économie et le développement
CMO : Coupe mosaïque
COFO : Comité des forêts de la FAO
CPF : Calcul des possibilités forestières
CPHRS : Coupe avec protection de haute régénération et des sols
CPPTM : Coupe avec protection des petites tiges marchandes
CPRS : Coupe avec protection de la régénération et des sols
CRÉ : Conférence régionale des élus
CRRNT : Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire
DEPF : Direction de l'environnement et de la protection des forêts
EEE : Pessière à mousses de l'Est
FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
FMLSJ : Forêt modèle du Lac-Saint-Jean
GCP : Global Canopy Program
GDF : Gestion durable des forêts
GES : Gaz à effet de serre
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIR : Gestion intégrée des ressources
IDR : Indice de densité relative
IFC : Institut forestier du Canada
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
IQH : Indice de qualité de l'habitat
IQS : Indice de qualité de station

LULUCF : Land Use, Land Use Change and Forestry
MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
MBC-SFC3 : Modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien
MDDEP : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MDEIE : Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
MRNF : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques
OIFQ : Ordre des ingénieurs forestiers du Québec
OMM : Organisation météorologique mondiale
ONG : Organisation non gouvernementale
ONU : Organisation des Nations Unies
OPMV : Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier
PACC : Plan d'action sur les changements climatiques
PGAF : Plan général d'aménagement forestier
PNFL : Produits forestiers non ligneux
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement
PRDIRT : Plan régional de développement intégré des ressources et du territoire
REDD : Reducing emissions from deforestation and forest degradation
RGDF : Réseau de gestion durable des forêts
RLQ : Réseau ligniculture Québec
RNC : Ressources naturelles Canada
RNI : Règlement sur les normes d'intervention en milieu forestier
SaBbE : Sapinière à bouleau blanc de l'Est
SADF : Stratégie d'aménagement durable des forêts
SCF : Service canadien des forêts
SEPM : Sapin, épinettes, pin gris et mélèzes
SIFORT : Système d'information forestière par tesselle
SOPFEU : Société de protection des forêts contre le feu
SOPFIM : Société de protection des forêts contre les insectes et les maladies
TBE : Tordeuse des bourgeons de l'épinette
UAF : Unité d'aménagement forestier
UICN : Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources
UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change
UQAC : Université du Québec à Chicoutimi
USDA : United States Department of Agriculture
UTR : Unité territoriale de référence
WCI : Western Climate Initiative



*Bureau du forestier
en chef*

Québec 

